

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN MEDIA ENSIKLOPEDIA PROSES
PEMBUATAN NATA DARI BERBAGAI BAHAN BAKU
UNTUK PEMBELAJARAN SMA KELAS XII**

Oleh :

**AHMAD SOVIUDIN
NPM: 2101081002**



**Program Studi Tadris Biologi
Fakultas Tarbiyah Dan Ilmu Keguruan**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI JURAI SIWO LAMPUNG
1448 H / 2026 M**

**PENGEMBANGAN MEDIA ENSIKLOPEDIA PROSES
PEMBUATAN NATA DARI BERBAGAI BAHAN BAKU
UNTUK PEMBELAJARAN SMA KELAS XII**

Diajukan untuk Memenuhi Tugas Akhir Program Studi Tadris Biologi

Oleh:

AHMAD SOVIUDIN

NPM: 2101081002

Pembimbing: Dr. Yudiyanto, M.Si.

Program Studi Tadris Biologi
Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI JURAI SIWO LAMPUNG

1448 H /2026 M



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI JEMUR SIWO LAMPUNG
FAKULTAS TARBİYAH DAN ILMU KEGURUAN**

Jl. Ki Hajar Dewantara Kampus 15 A Iringmulyo, Metro Timur Kota Metro Telp. (0725) 41507
Fax. (0725) 47296

NOTA DINAS

Nomor : -
Lampiran : 1 (Satu) Berkas
Perihal : Permohonan Dimunafasyahkan

Kepada Yth.,
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
Universitas Islam Negeri Jurai Siwo Lampung
Di Metro

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Setelah kami mengadakan pemerisaan dan bimbingan seperlunya, maka
Skripsi penelitian yang telah disusun oleh:

Nama : Ahmad Soviudin
NPM : 2101081002
Fakultas : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
Program Studi : Tadris Biologi
Yang Berjudul : PENGEMBANGAN MEDIA ENSIKLOPEDIA PROSES
PEMBUATAN NATA DARI BERBAGAI BAHAN BAKU
UNTUK PEMBELAJARAN SMA KELAS XII

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

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, 4, Mei 2026
Dosen Pembimbing

Dr. Yudiyanto, M.Si
NIP. 19760222 200003 1 003

PERSETUJUAN

Judul : PENGEMBANGAN MEDIA ENSIKLOPEDIA PROSES
PEMBUATAN NATA DARI BERBAGAI BAHAN BAKU
UNTUK PEMBELAJARAN SMA KELAS XII
Nama : Ahmad Soviudin
NPM : 2101081002
Fakultas : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan
Program Studi : Tadris Biologi

DISETUJUI

Untuk diajukan dalam sidang munaqosyah Fakultas Tarbiyah dan Ilmu
Keguruan Universitas Islam Negeri Jurai Siwo Lampung.

Metro, 4 Mei 2026
Dosen Pembimbing



Dr. Yudivanto, M.Si
NIP. 19760222 200003 1 003



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI JEMBARA SURABAYA
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN

Jalan K. Hajar Dewantara Kampus 15 A Jember Timur Kota Jember 60132
Telepon (0725) 41507, Faksimili (0725) 47296, Website: www.tarbiyah.uin-jember.ac.id, e-mail: tarbiyah_uin@metroniv.ac.id

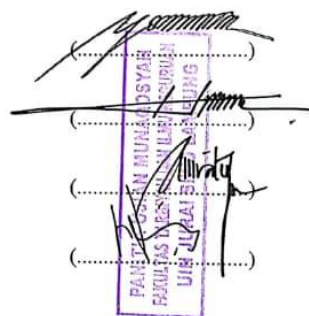
PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

No: B-3115/un-36.1/D/PP.00.9/07/2026

Skripsi dengan judul: PENGEMBANGAN MEDIA ENSIKLOPEDIA PROSES PEMBUATAN NATA DARI BERBAGAI BAHAN BAKU UNTUK PEMBELAJARAN SMA KELAS XII, disusun oleh: Ahamad Soviudin, NPM: 2101081002, Program Studi Tadris Biologi (TBIO) telah diujikan dalam sidang munaqosyah Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan pada hari/tanggal: Senin, 18 Mei 2026.

TIM PENGUJI

Penguji I : Dr. Yudianto, M.Si.
Penguji II : Nasrul Hakim, M.Pd.
Penguji III : Anisatu Z. Wakhidah, M.Si.
Penguji IV : Dwi Kurnia Hayati, M.Pd.



Mengetahui
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan



ABSTRAK

PENGEMBANGAN MEDIA ENSIKLOPEDIA PROSES PEMBUATAN NATA DARI BERBAGAI BAHAN BAKU UNTUK PEMBELAJARAN SMA KELAS XII OLEH :

AHMAD SOVIUDIN

Pembelajaran biologi pada materi bioteknologi sering kali terkendala oleh keterbatasan sumber belajar yang kontekstual dan bervariasi, sehingga diperlukan media inovatif untuk meningkatkan pemahaman siswa. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media ensiklopedia cetak mengenai proses pembuatan *nata* dari berbagai bahan baku lokal sebagai sumber belajar biologi SMA kelas XII. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Hasil akhir validasi produk menunjukkan bahwa media ensiklopedia ini sangat layak digunakan, dengan skor validasi ahli materi sebesar 87,00% (sangat baik) dan validasi ahli media sebesar 85,00% (sangat baik) pada tahap akhir. Uji kepraktisan oleh guru memperoleh persentase sempurna sebesar 100,00% (sangat baik), serta uji respons pengguna oleh 20 siswa menghasilkan rata-rata persentase sebesar 84,40% (sangat baik). Berdasarkan hasil tersebut, media ensiklopedia cetak yang dikembangkan dinyatakan sangat layak dan praktis untuk digunakan dalam pembelajaran biologi guna memfasilitasi keterampilan berpikir kreatif siswa.

Kata Kunci: Ensiklopedia, *Nata*, Fermentasi, Media Pembelajaran, Model ADDIE.

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF ENCYCLOPEDIA MEDIA ON THE NATA PRODUCTION PROCESS FROM VARIOUS RAW MATERIALS FOR HIGH SCHOOL LEARNING IN GRADE XII

BY:

AHMAD SOVIUDIN

Biology learning on biotechnology topics is often constrained by the lack of contextual and varied learning resources, necessitating innovative media to enhance student understanding. This study aims to develop a printed encyclopedia media regarding the nata production process from various local raw materials as a biology learning resource for senior high school grade XII. The research method used was Research and Development (R&D) with the ADDIE development model (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). The final results of product validation showed that the encyclopedia media is highly feasible for use, with a final stage material expert validation score of 87.00% (very good) and a media expert validation score of 85.00% (very good). The practicality test by the teacher obtained a perfect percentage of 100.00% (very good), and the user response test by 20 students produced an average percentage of 84.40% (very good). Based on these results, the developed printed encyclopedia media is declared highly feasible and practical for use in biology learning to facilitate students' creative thinking skills.

Keywords: *Encyclopedia, Nata, Fermentation, Learning Media, ADDIE Model.*

ORISINALITAS PENELITIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ahmad Soviudin
NPM : 2101081002
Program Studi : Tadris Biologi
Falkultas : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan

Menyajikan bahwa Skripsi ini secara keseluruhan adalah hasil penelitian saya kecuali bagian – bagian tertentu yang dirujuk dari sumbernya dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Metro, 11 Maret 2026
Yang menyatakan



AHMAD SOVIUDIN
NPM : 2101081002

HALAMAN MOTTO

وَمَا مِنْ دَابَّةٍ فِي الْأَرْضِ إِلَّا عَلَى اللَّهِ رِزْقُهَا وَيَعْلَمُ مُسْتَقَرَّهَا
وَمُسْتَوْدَعَهَا كُلٌّ فِي كِتَابٍ مُبِينٍ



“ Tidak satu pun hewan yang bergerak di atas bumi melainkan dijamin rezekinya oleh Allah. Dia mengetahui tempat kediamannya dan tempat penyimpanannya. Semua (tertulis) dalam Kitab yang nyata (Lauh Mahfuz)”. (Q.S. Hud: 6)

“ Saya tahu, ada yang mengatakan, Saya ini bodoh, plonga-plongo, tidak tahu apa-apa, fir’aun, tolol, ya nda apa-apa. Sebagai pribadi saya menerima saja. Tapi yang membuat saya sedih, budaya santun dan budaya budi pekerti luhur bangsa ini, kok, kelihatanya mulai hilang.”

**(Joko Widodo, Pidato Kenegaraan Sidang Tahunan MPR RI,
16 Agustus 2023.)**

“ Berjuang dari nol, tapi Nol itu artinya kita punya rencana dan sedang berkerja keras, bukan Nol yang malas dan hanya banyak bicara.”
(Ahmad Soviudin)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah Rabbil 'Alamin, dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT, atas segala limpahan rahmat, taufik, hidayah, serta kekuatan yang diberikanNya, sehingga penulis dapat melalui setiap proses, rintangan, dan perjalanan panjang dalam penyusunan skripsi ini hingga akhirnya terselesaikan dengan baik. Tiada daya dan upaya kecuali atas pertolongan-Nya, dan hanya karena izin-Nya penulis mampu berdiri sampai pada tahap ini.

Dengan segala kerendahan hati, karya sederhana ini kupersembahkan untuk:

1. Untuk Bapak Muhammad Subakti dan Ibu Tusriyah tercinta, Karya ini penulis dipersembahkan sebagai wujud cinta, doa, dan pengorbanan Bapak dan Ibu yang tak pernah berhenti mengiringi setiap langkah.
2. Rasa syukur dan terima kasih penulis sampaikan kepada keluarga besar Ayahanda, khususnya kepada Ibu Eka Susanti S.Pd. dan Bapak Brigadir Budi Arisandi, yang senantiasa memberikan bantuan dan motivasi dalam setiap langkah pendidikan penulis.
3. Untuk Dosen Pembimbing, Bapak Dr. Yudiyanto, M.Si., penulis mengucapkan terima kasih atas bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi ini. Terima kasih telah menjadi dosen pembimbing yang baik dan dengan sabar membimbing penulis hingga tahap akhir.
4. Untuk sahabat yang pernah dalam satu perjuangan, Dicky Tristiyono S.Pd., Slamet Rifai S.E., Ahmad Samsul Arifin S.Pd., Rama Fahrudi S.Pd., Depri Mahendra S.Pd., Riska Setiani S.Pd., dan sahabat terdekatnya. Terima kasih

atas kebersamaan, dukungan, dan semangat yang kalian berikan selama proses panjang ini. Kalian bukan sekadar teman, tetapi bagian dari saksi perjalanan hidup yang membuat perjuangan ini lebih indah. Setiap tawa dan air mata yang kita bagi akan selalu menjadi kenangan berharga di hati penulis.

5. Untuk seseorang yang sangat penting kehadirannya, Hani Saputri. Terima kasih telah menjadi sosok yang paling sabar mendampingi setiap proses penulis. Berkontribusi banyak dalam penulisan karya ini, baik waktu, tenaga, maupun materi kepada penulis. Kehadiranmu adalah rumah bagi penulis untuk pulang saat lelah. Karya ini bukan hanya milik penulis, tetapi juga saksi atas pengorbanan dan kebaikan hatimu.
6. Untuk teman-teman seperjuangan M. Iqbal, Sutris. Terima kasih atas kebersamaan, dukungan, dan semangat yang tumbuh bersama dari awal kuliah hingga akhir perjuangan ini.
7. Untuk saya sendiri, Sang pejuang yang tak pernah menyerah. Terima kasih telah memilih untuk tetap bertahan di saat lelah datang bertubi-tubi. Terima kasih telah belajar memaafkan diri sendiri atas setiap kesalahan, tetap berdiri meski sempat goyah oleh keraguan, dan terus melangkah maju meski langkah sering terasa berat. Karya ini adalah bukti nyata bahwa kamu mampu menaklukkan batas kemampuanmu sendiri, mendisiplinkan pikiran, dan menjaga integritas hingga titik terakhir. Penulis telah berjuang dengan sangat baik. Keteguhan serta kesabaranmu adalah kunci yang akhirnya membuka jalan menuju titik ini. Penulis pantas berbangga, karena setiap luka dan air mata berubah menjadi kekuatan.

8. Untuk almamater tercinta, UIN Jurai Siwo Lampung, Tempat penulis menempa jati diri, bertumbuh, belajar, dan menemukan makna sejati dari perjuangannya.

HALAMAN KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga penelitian yang berjudul **“Pengembangan Media Ensiklopedia Proses Pembuatan *Nata* Dari Berbagai Bahan Baku Untuk Pembelajaran SMA Kelas XII”** dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu.

Penelitian ini merupakan hasil dari proses yang panjang, yang tentunya tidak terlepas dari dukungan, bantuan, serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa syukur dan hormat, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyelesaian penelitian ini. Oleh sebab itu diucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Ida Umami, M.Pd.Kons., selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Jurai Siwo Lampung.
2. Siti Annisah, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan UIN Jurai Siwo Lampung, beserta jajaran staf pimpinan dan karyawan yang telah berkenan memberikan kesempatan serta bimbingan kepada penulis selama masa studi.
3. Ibu Asih Fitriana Dewi, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Tadris Biologi.
4. Bapak Dr. Yudiyanto, M.Si., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
5. Bapak M. Kholid, M.Pd. selaku Kepala SMA Negeri 1 Metro, yang telah memberikan kesempatan dan izin dalam pelaksanaan penelitian ini.

6. Ibu Ria Puspita Sari. S.Si., selaku guru mata pelajaran Biologi yang telah berkenan menerima, membantu, serta memberikan dukungan selama proses penelitian berlangsung.
7. Seluruh pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan demi kelancaran serta terlaksananya penelitian ini.

Kritik dan saran demi perbaikan penelitian ini sangat dibutuhkan dan akan diterima guna menghasilkan penelitian yang lebih baik. Besar harapan semoga hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pendidikan biologi.

Metro, 10 Maret 2026

Penulis



Ahmad Soviudin

NPM: 2101081002

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN NOTA DINAS	ii
HALAMAN PERETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
ABSTRAK.....	v
HALAMAN ORISINALITAS PENELITIAN	vi
HALAMAN MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	viii
HALAMAN KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	5
C. Batasan Masalah	5
D. Rumusan Masalah	6
E. Tujuan Pengembangan	7
F. Manfaat Produk yang Dikembangkan.....	7
G. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan.....	8
BAB II LANDASAN TEORI	
A. Kajian Teori	12
1. Ensiklopedia	12
2. Fermentasi dalam Produksi <i>Nata</i>	13
3. Mikroorganisme <i>Acetobacter xilinum</i>	13
4. Bahan Baku Alternatif dalam Produksi <i>Nata</i>	14
5. Faktor yang Mempengaruhi kualitas <i>Nata</i>	19
B. Kajian Studi yang Relevan	20
C. Kerangka Pikir	25

BAB III METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian.....	27
B. Prosedur Pengembangan	28
1. <i>Analyze</i> (Analisis)	29
2. <i>Design</i> (Perancangan)	30
3. <i>Development</i> (Pengembangan).....	31
4. <i>Implementation</i> (Implementasi)	32
5. <i>Evaluation</i> (Evaluasi)	32
C. Desain Uji Coba Produk.....	33
1. Desain Uji Coba	33
2. Subjek Uji Coba	33
D. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data	34
E. Instrumen Penelitian.....	35
F. Analisis Data.....	40

BAB IV HASIL DAN PENGEMBANGAN

A. Hasil Pengembangan Produk Awal.....	49
1. <i>Analyze</i> (Analisis).....	50
2. <i>Design</i> (Perancangan)	51
3. <i>Development</i> (Pengembangan).....	52
4. <i>Implementation</i> (Implementasi)	56
5. <i>Evaluation</i> (Evaluasi)	56
B. Hasil Validasi.....	57
1. Hasil validasi ahli materi.....	58
2. Hasil validasi media.....	65
C. Hasil Uji Respon	73
1. Hasil respon guru.....	73
2. Hasil respon siswa	75
D. Kajian Produk Akhir	78
1. <i>Analyze</i> (Analisis).....	79
2. <i>Design</i> (Perancangan)	79
3. <i>Development</i> (Pengembangan).....	80
4. <i>Implementation</i> (Implementasi)	81
5. <i>Evaluation</i> (Evaluasi)	81
E. Keterbatasan Penelitian	82

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan Tentang Produk	85
B. Saran Pemanfaatan Produk	86

DAFTAR PUSTAKA

RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 3.1 Kisi-kisi instrumen angket ahli materi	36
Tabel 3.2 Kisi-kisi instrumen angket ahli media.....	37
Tabel 3.3 Kisi-kisi instrumen angket penilaian respon guru.....	38
Tabel 3.4 Kisi-kisi instrumen angket Uji coba siswa	40
Tabel 3.5 Bobot untuk penilaian setiap respon	41
Tabel 3.6 Rentang nilai validasi materi	42
Tabel 3.7 Rentang nilai validasi media.....	43
Tabel 3.8 Rentang nilai validasi respon guru	45
Tabel 3.9 Kategori nilai presentase respon guru	46
Tabel 3.10 Rentang nilai uji coba respon siswa	47
Tabel 3.11 Kategori presentase uji coba siswa.....	47
Tabel 4.1 Tampilan ensiklopedia.....	52
Tabel 4.2 Hasil validasi pertama ahli materi.....	57
Tabel 4.3 Hasil validasi kedua ahli materi	60
Tabel 4.4 Hasil revisi ahli materi.....	63
Tabel 4.5 Hasil validasi pertama ahli media	65
Tabel 4.6 Hasil validasi kedua ahli media.....	68
Tabel 4.7 Hasil revisi ahli media	71
Tabel 4.8 Hasil persepsi guru terhadap ensiklopedia	73
Tabel 4.9 Hasil persepsi siswa terhadap ensiklopedia	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Kerangka Berpikir	26
Gambar 3.1 Lima tahap metode ADDIE.....	27
Gambar 4.1 Presentase hasil validasi ahli materi	63
Gambar 4.2 Presentase hasil validasi ahli media.....	71
Gambar 4.3 Presentase hasil Guru dan Siswa	77

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1 Daftar analisis kebutuhan siswa.....	89
Lampiran 2 Hasil respon uji coba Guru	90
Lampiran 3 Hasil respon uji coba siswa	95
Lampiran 4 Dokumentasi uji coba guru.....	97
Lampiran 5 Bukti uji coba Siswa	98
Lampiran 6 Hasil Validasi ahli materi	99
Lampiran 7 Hasil Validasi ahli media	103
Lampiran 8 Surat Izin Prasurvey	110
Lampiran 9 Surat Balasan Prasurvey	111
Lampiran 10 Surat Izin Research	113
Lampiran 11 Surat Balasan Izin Research	114

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidikan merupakan salah satu faktor kunci dalam membentuk kualitas sumber daya manusia yang unggul dan berdaya saing tinggi di era globalisasi. Dalam konteks abad ke-21, pendidikan tidak hanya berfokus pada transfer pengetahuan, tetapi juga pada pengembangan keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif. Pemerintah Indonesia melalui Kurikulum Merdeka mendorong pembelajaran yang berpusat pada peserta didik (*student-centered learning*) serta mengintegrasikan pendekatan ilmiah di berbagai mata pelajaran, termasuk dalam mata pelajaran Biologi. Namun, implementasi pembelajaran yang aktif dan kontekstual masih menghadapi berbagai tantangan di lapangan.¹

Salah satu persoalan mendasar dalam pembelajaran Biologi jenjang SMA ialah minimnya ketersediaan bahan ajar yang mampu menghadirkan pengalaman belajar yang menarik sekaligus relevan dengan konteks kehidupan sehari-hari siswa. Berdasarkan laporan Balitbang Kemdikbud tahun 2023 mencatat bahwa sekitar 63% tenaga pengajar Biologi masih mengandalkan buku teks sebagai sumber utama pembelajaran, sementara penggunaan media berbasis proyek atau visual interaktif hanya mencakup sekitar 22% saja. Akibatnya, proses pembelajaran sering bersifat teoretis dan

¹ Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2022). *Panduan Implementasi Kurikulum Merdeka*. Jakarta: Kemendikbudristek.

kurang mampu membangkitkan minat belajar siswa terhadap konsep-konsep bioteknologi yang sebenarnya sangat dekat dengan kehidupan sehari-hari.²

Salah satu materi yang paling membutuhkan pendekatan konkret adalah Bioteknologi Konvensional dan Modern, khususnya sub-materi fermentasi produk seperti *Nata de coco*. Proses pembuatan *Nata* tidak hanya menuntut pemahaman teoritis, tetapi juga kemampuan menghubungkan konsep mikrobiologi, kimia organik, dan ekologi secara terpadu. Tanpa dukungan media pembelajaran yang konkret dan visual, siswa kesulitan memahami tahapan proses fermentasi, jenis bahan baku, serta faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kualitas produk akhir.³

Rendahnya efektivitas pembelajaran bioteknologi adalah keterbatasan fasilitas laboratorium dan bahan praktik di sekolah. Berdasarkan data Dinas Pendidikan Provinsi Lampung 2023 mengungkap bahwa hanya 47% sekolah negeri di tingkat SMA yang memiliki laboratorium bioteknologi aktif dan layak pakai. Kondisi ini membuat guru harus mencari alternatif lain untuk menghadirkan pengalaman belajar yang aplikatif, salah satunya melalui pengembangan media berbasis gambar, teks, dan informasi ilmiah yang mudah dijangkau oleh siswa.⁴

Media pembelajaran memiliki peran penting sebagai alat bantu yang

² Pusat Penelitian Kebijakan Balitbang Kemdikbud. (2023). *Laporan Nasional Penggunaan Media Pembelajaran Sains di Sekolah Menengah Atas*. Jakarta: Kemdikbud.

³ Prasetyo, E., & Ningsih, W. (2021). *Kesulitan Siswa SMA dalam Memahami Materi Bioteknologi*. Jurnal Pendidikan Biologi, 9(2), 112–121.

⁴ Dinas Pendidikan Provinsi Lampung. (2023). *Profil Sarana dan Prasarana Sekolah Menengah Atas di Provinsi Lampung Tahun 2023*. Bandar Lampung: Disdik Lampung.

mempermudah penyampaian materi, menjadikan proses belajar lebih menarik, serta membantu siswa memahami konsep secara sistematis.⁵ Dalam konteks ini, Ensiklopedia sebagai media cetak berbasis informasi ilmiah dinilai potensial untuk dikembangkan menjadi sumber belajar mandiri yang kaya konten. Ensiklopedia Proses Pembuatan *Nata* dari Berbagai Bahan Baku akan membantu tenaga pendidik mengintegrasikan pendekatan *project-based learning* sesuai dengan arahan kebijakan Kurikulum Merdeka. Media ensiklopedia dianggap potensial karena mampu memuat informasi yang padat, dilengkapi ilustrasi visual yang menarik, serta dapat digunakan sebagai bahan ajar mandiri oleh siswa.

Berdasarkan hasil Pra-survei yang telah dilakukan di SMA Negeri 1 Metro pada tanggal 27 Mei 2025 melalui penyebaran kuesioner dan wawancara terbatas kepada guru serta siswa Biologi kelas XII menghasilkan temuan yang cukup mengejutkan sebanyak 85% responden menyatakan bahwa materi bioteknologi terasa sulit dicerna karena minimnya media visual dan sumber belajar yang kontekstual.

Dari sisi kurikulum, materi pembuatan *Nata* sangat relevan dengan Capaian Pembelajaran (CP) pada fase F (kelas XII) dalam Kurikulum Merdeka, yaitu “peserta didik mampu menerapkan konsep bioteknologi konvensional dan modern dalam kehidupan sehari-hari secara bertanggung jawab terhadap kesehatan dan lingkungan”. Namun, dalam praktiknya, sebagian besar sumber belajar yang digunakan belum mengaitkan teori dengan

⁵ Radeswandri, r., sholihan, t. N., & vebrianto, r. (2023). Pengembangan instrumen untuk mengukur penggunaan media lkpdb berbasis socio scientific issue. *Cokroaminoto journal of primaryeducation*, 6(1), 35-42.

praktik pembuatan *nata* dari berbagai bahan alami lokal, seperti air tebu, sari nanas, atau sari singkong, padahal hal ini dapat memperkuat nilai kontekstual dan kearifan lokal. Hal ini menimbulkan kebutuhan akan media pembelajaran yang lebih komprehensif, menarik, dan mudah dipahami oleh siswa.⁶

Media ensiklopedia ini juga dapat dijadikan referensi tambahan dalam proses pembelajaran maupun penilaian berbasis proyek. Tenaga pendidik dapat memanfaatkannya sebagai panduan untuk mengarahkan siswa melakukan eksperimen sederhana pembuatan *nata*, baik di sekolah maupun di rumah. Selain itu, ensiklopedia juga dapat menjadi sumber belajar alternatif yang mendukung implementasi Merdeka Belajar dan pembelajaran berdiferensiasi, di mana setiap siswa dapat belajar sesuai gaya belajar dan kecepatan masing-masing.⁷

Berdasarkan permasalahan yang di paparkan yaitu bahwa terdapat kebutuhan nyata akan pengembangan media pembelajaran yang inovatif, menarik, dan relevan dengan kurikulum serta kebutuhan pengguna. Oleh karena itu tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “Pengembangan Media Ensiklopedia Proses Pembuatan *Nata* dari Berbagai Bahan Baku untuk Pembelajaran SMA Kelas XII”, dengan tujuan menghasilkan media pembelajaran yang valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep bioteknologi siswa serta membantu guru dalam proses pembelajaran yang kontekstual.

⁶ Putri, A. (2020). *Pengembangan Media Ensiklopedia dalam Pembelajaran Bioteknologi SMA*. Jurnal Inovasi Pendidikan Sains, 11(1), 45–54.

⁷ Susanti, R. (2021). *Pemanfaatan Media Cetak dalam Pembelajaran Bioteknologi untuk SMA*. Jurnal Pendidikan dan Sains, 8(2), 132–140.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, ditemukan beberapa permasalahan dalam pembelajaran Biologi pada materi Bioteknologi di SMA Negeri 1 Metro Kelas XII terkait dengan pengembangan Media Ensiklopedia antara lain:

1. Media pembelajaran Biologi yang digunakan di sekolah masih terbatas pada buku teks dan video sederhana, sehingga siswa mengalami kesulitan memahami konsep bioteknologi, terutama pada sub-materi fermentasi pembuatan *nata* yang bersifat aplikatif dan prosedural.
2. Fasilitas laboratorium dan kurangnya media visual kontekstual menyebabkan siswa tidak memperoleh pengalaman belajar yang nyata dan menarik, sehingga minat serta pemahaman terhadap materi bioteknologi terbilang rendah.
3. Belum tersedianya media ensiklopedia khusus yang menjelaskan proses pembuatan *nata* dari berbagai bahan baku lokal secara sistematis, terstruktur, dan selaras dengan tuntutan Kurikulum Merdeka.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan hasil identifikasi masalah penelitian ini dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Penelitian ini hanya berfokus pada pengembangan media ensiklopedia yang bersifat informatif dan edukatif mengenai proses pembuatan *Nata* dari berbagai bahan baku alternatif, berbasis kajian pustaka ilmiah. Proses

fermentasi secara langsung di laboratorium tidak termasuk dalam cakupan penelitian ini.

2. Media ensiklopedia ini dikembangkan untuk mendukung pembelajaran kelas XII SMA Negeri 1 Metro pada materi Bioteknologi sesuai dengan kurikulum Merdeka.
3. Validasi produk dilakukan oleh ahli materi dan ahli media, serta uji coba terbatas yang melibatkan guru dan siswa untuk memperoleh tanggapan terhadap daya tarik, kelayakan isi, serta kemanfaatan media dalam pembelajaran.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah dijelaskan sebelumnya, maka rumusan masalah dalam penelitian ini dapat dinyatakan dalam pertanyaan sebagai berikut:

1. Bagaimana mengembangkan media ensiklopedia informatif mengenai fermentasi *Nata* dari berbagai bahan baku alternatif berbasis kajian pustaka dengan model ADDIE?
2. Bagaimana kelayakan media ensiklopedia proses pembuatan *Nata* dari berbagai bahan baku berdasarkan penilaian ahli materi, ahli media, serta tanggapan guru dan siswa?
3. Bagaimana respon siswa dan guru terhadap penggunaan media ensiklopedia proses pembuatan *Nata* dari berbagai bahan baku dalam menunjang pemahaman materi Bioteknologi pada pembelajaran Biologi kelas XII?

E. Tujuan Pengembangan

Tujuan dari penelitian ini secara umum adalah untuk mengembangkan produk media pembelajaran yang dapat membantu meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep fermentasi pada mata pelajaran Biologi. Adapun tujuan secara khusus dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan media ensiklopedia informatif berbasis kajian pustaka tentang proses fermentasi *Nata* dari berbagai bahan baku alternatif dengan model ADDIE.
2. Menganalisis kelayakan media ensiklopedia informatif melalui validasi oleh ahli materi dan ahli media pembelajaran.
3. Menganalisis respon guru dan siswa terhadap media yang dikembangkan dalam aspek isi, desain, keterbacaan, dan kemanfaatan dalam pembelajaran.

F. Manfaat Produk yang Dikembangkan

Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

- a. Memberikan kontribusi terhadap literatur pengembangan media pembelajaran berbasis pustaka dalam bidang Bioteknologi.
- b. Menjadi salah satu referensi pengembangan media edukatif untuk pembelajaran berbasis literasi ilmiah dan visual.

2. Manfaat Praktis

- a. Bagi siswa: Menambah pemahaman siswa mengenai variasi bahan baku fermentasi *Nata* serta meningkatkan minat dan literasi sains dalam pembelajaran Biologi.
- b. Bagi guru: Memberikan referensi baru dalam bentuk media visual yang dapat digunakan dalam pembelajaran materi Bioteknologi.
- c. Bagi pengembang media pembelajaran: Menjadi contoh pengembangan media edukatif berbasis pustaka dan literatur ilmiah yang dapat diterapkan pada topik lainnya.

G. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini berupa media pembelajaran ensiklopedia edukatif berjudul “Proses Pembuatan *Nata* dari Berbagai Bahan Baku”. Ensiklopedia ini dirancang sebagai sumber belajar pendukung pada materi Bioteknologi kelas XII SMA, dengan tujuan membantu siswa memahami proses fermentasi secara kontekstual, visual, dan ilmiah. Spesifikasi produk dijabarkan sebagai berikut:

1. Bentuk Produk

Media pembelajaran ini dikembangkan dalam dua format, yaitu ensiklopedia cetak dan ensiklopedia digital interaktif (format PDF).

2. Isi dan Struktur Materi

Ensiklopedia menyajikan informasi ilmiah dan aplikatif tentang proses pembuatan *Nata* dari berbagai bahan baku alami, antara lain:

- a. Air kelapa (*Nata de coco*),
- b. Limbah cair tahu (*Nata de soya*),

- c. Sari buah nanas (*Nata de pina*),
- d. Air tebu (*Nata de cana*),
- e. Serta bahan alternatif lain seperti sari papaya. Setiap bahan dilengkapi dengan uraian ilmiah, langkah fermentasi, hasil observasi tekstur dan warna, serta potensi pemanfaatannya dalam konteks bioteknologi dan lingkungan.

1. Fitur Utama Produk

- a. Diagram alur proses fermentasi untuk setiap jenis bahan baku
- b. Ilustrasi morfologi mikroorganisme *Acetobacter xylinum* dan perannya dalam pembentukan *Nata*
- c. Perbandingan karakteristik *Nata* yang dihasilkan (warna, ketebalan, tekstur, dan waktu fermentasi)
- d. Fakta ilmiah dan hasil penelitian dari jurnal terpercaya sebagai dasar validasi ilmiah konten
- e. Evaluasi “*scan barcode*” untuk menumbuhkan rasa ingin tahu dan berpikir ilmiah

2. Bahasa dan Gaya Penulisan

Bahasa yang digunakan adalah bahasa ilmiah populer yang mudah dipahami oleh siswa SMA, tetapi tetap mempertahankan ketepatan istilah bioteknologi. Setiap bagian disusun dengan narasi deskriptif, tabel, dan visualisasi untuk memperkuat pemahaman konsep.

3. Target Pengguna Produk

Produk ini ditujukan untuk siswa kelas XII SMA/MA sebagai sumber belajar mandiri atau pendamping kegiatan praktikum bioteknologi, serta guru Biologi sebagai media bantu dalam pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning*).

4. Sumber dan Rujukan Ilmiah

Materi dalam ensiklopedia disusun berdasarkan hasil sintesis literatur ilmiah dari jurnal bereputasi (Sinta 2-5), buku ajar Bioteknologi, dan sumber terpercaya lainnya, serta hasil studi pustaka dan observasi awal di sekolah.

5. Proses Validasi dan Uji Coba Produk

Hasil validasi dan uji coba akan menjadi dasar revisi dan penyempurnaan produk hingga mencapai kriteria kelayakan sebagai media pembelajaran bioteknologi.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Ensiklopedia

Secara etimologis, kata ensiklopedia berasal dari bahasa Yunani *enkyklios* yang berarti 'umum', 'menyeluruh', 'lengkap', atau 'sempurna' dan *paideia* yang berarti 'pendidikan' atau 'mengasuh anak-anak'. Oleh sebab itu, istilah "ensiklopedia" awalnya mengacu pada kursus pendidikan umum besar atau komprehensif. Kemudian, berkembang menjadi rujukan karya ilmiah yang bersifat global dan sintetik. Ensiklopedia terbagi menjadi ensiklopedia umum (*general encyclopedia*) dan ensiklopedia khusus (*specialized encyclopedia*). Ensiklopedia umum merangkum ragam pengetahuan secara luas tanpa membatasi pada satu subjek saja, contohnya topik sejarah, geografi, hingga seni. Sementara, ensiklopedia khusus secara sengaja memfokuskan bahasannya pada satu topik tertentu secara lebih mendalam.⁸

Ensiklopedia dapat dikelompokkan ke dalam bentuk cetak (*printed encyclopedia*) dan digital atau elektronik (*digital encyclopedia*). Ensiklopedia cetak menyajikan informasi melalui susunan halaman fisik yang dijilid rapi dengan mengandalkan kekuatan visualisasi, tata letak (*layout*), kualitas cetak, tipografi, dan daya tahan bahan kertas untuk memudahkan proses membaca secara langsung tanpa ketergantungan pada

⁸ Nurul Hidayah, "Pengembangan Ensiklopedia Sains Berbasis Potensi Lokal untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa," *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA* 5, no. 2 (2019): hlm. 142–151

perangkat elektronik. Sementara itu, ensiklopedia digital disajikan dalam format perangkat lunak, aplikasi, atau *e-book* interaktif yang memerlukan perangkat komputer atau ponsel pintar untuk mengoperasikannya. Dalam pemilihan media pembelajaran di sekolah, bentuk cetak sering kali diprioritaskan karena kepraktisan pengaksesannya secara langsung di dalam kelas tanpa terkendala infrastruktur jaringan digital.⁹

Ensiklopedia ini terlihat menarik karena dikemas lebih modern dengan visual, latar yang variatif, ilustrasi yang hidup, serta palet warna yang dinamis membuat tampilan ensiklopedia tidak monoton. Tampilan seperti ini memberikan rangsangan visual, dapat membangkitkan minat siswa, dan membantu mempermudah proses pembelajaran. Penggunaan media pembelajaran biologi yang dapat mempresentasikan objek secara visual dapat membuat pembelajaran biologi menjadi lebih menarik dan efektif serta pengetahuan yang diperoleh dapat dipertahankan lebih lama.¹⁰

Ensiklopedia merupakan media pembelajaran yang memuat informasi, definisi, serta terdapat gambar yang menarik. Ensiklopedia ini dibuat untuk memudahkan guru dalam menyampaikan materi yang menarik sehingga tidak monoton. Dengan adanya visualisasi gambar yang dapat meningkatkan minat belajar siswa sehingga siswa tertarik dalam proses pembelajaran lebih lanjut.¹¹

⁹ Rayendra Rayendra, dkk., "Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Cetak Menggunakan Model ADDIE," *Jurnal Teknologi Pendidikan* 22, no. 2 (2020): hlm. 98–102

¹⁰ Maryono and others, 'Ensiklopedi; Koleksi Rujukan Dengan Informasi Mendasar Dan Lengkap Soal Ilmu Pengetahuan', Informasi Dan Publikasi, 2017, 1–9

¹¹ Mulyani and Armianti.

2. Fermentasi dalam Produksi *Nata*

Fermentasi adalah suatu proses metabolisme mikroorganisme yang mengubah substrat organik menjadi produk akhir tertentu melalui aktivitas enzimatik. Pada produksi *nata*, fermentasi dilakukan oleh bakteri *Acetobacter xylinum* yang memiliki kemampuan mengubah glukosa menjadi selulosa mikroba. Selulosa ini mengendap membentuk lapisan *Nata* di permukaan media cair fermentasi.¹²

Riset Pham et.al. (2023) menunjukkan bahwa kondisi fermentasi yang paling menguntungkan bagi pertumbuhan bakteri ini mencakup kisaran suhu antara 28-30°C, pH sekitar 4,5-5,0, serta ketersediaan sumber karbon yang cukup. Produk akhir dari fermentasi ini berupa *Nata* lembaran padat berwarna putih, bertekstur kenyal, dan kaya serat pangan yang tinggi.¹³

3. Mikroorganisme *Acetobacter xylinum*

Mikroorganisme *Acetobacter xylinum* merupakan bakteri gram negatif yang berperan dalam biosintesis selulosa melalui proses fermentasi aerob. Bakteri ini memiliki kemampuan unik untuk mengubah gula sederhana menjadi serat selulosa berbentuk lapisan tipis, yang kemudian akan menebal seiring waktu fermentasi. *Acetobacter xylinum* bekerja

¹² Hanh H M Nguyen et al., "Preparation of Cu-Modified Bacterial Cellulose Aerogels Derived from *Nata* de Coco towards the Enhanced Adsorption of Hydrophobic Organic Solvents," *Journal of Porous Materials* 30, no. 4 (2023): 1195–1205.

¹³ Hanh M H Nguyen et al., "Bacterial Cellulose-Based Material from Coconut Water as Efficient Green Adsorbent for Heavy Metal Cations," *Chemical Engineering & Technology* 46, no. 12 (2023): 2547–59.

secara optimal dalam medium fermentasi yang kaya akan sumber karbon sederhana, seperti sukrosa dan glukosa.¹⁴

Produksi *Nata* de coco konvensional biasanya menggunakan air kelapa sebagai substrat utama karena kandungan glukosa dan mineralnya yang tinggi. Proses fermentasi berlangsung secara aerob dan membutuhkan kondisi lingkungan yang optimal, seperti suhu sekitar 30°C, pH netral, serta substrat yang telah melalui proses sterilisasi. Produk akhir dari fermentasi ini berupa *Nata* lembaran padat berwarna putih, bertekstur kenyal, dan kaya serat.¹⁵

4. Bahan Baku Alternatif dalam Produksi *Nata*

Bahan baku merupakan komponen utama yang menentukan kualitas *Nata*, karena berfungsi sebagai sumber karbon, nitrogen, dan mineral yang mendukung pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum* dalam proses fermentasi. Bahan yang digunakan umumnya mengandung karbohidrat (sukrosa, glukosa, fruktosa) sebagai sumber energi, protein atau nitrogen untuk pertumbuhan sel, serta vitamin dan mineral yang mempercepat pembentukan selulosa bakteri.

Kekayaan hayati Indonesia menyimpan potensi beragam bahan baku lokal dapat dimanfaatkan dalam pembuatan *Nata*, sehingga proses ini sebagai wujud nyata penerapan bioteknologi berbasis sumber daya alam

¹⁴ Subramanian Senthilkannan Muthu and R Rathinamoorthy, "Bacterial Cellulose," *Bacterial Cellulose: Sustainable Material for Textiles*; Muthu, SS, Rathinamoorthy, R., Eds, 2021, 19–60.

¹⁵ Nguyen et al., "Preparation of Cu-Modified Bacterial Cellulose Aerogels Derived from *Nata* de Coco towards the Enhanced Adsorption of Hydrophobic Organic Solvents."

domestik. Berikut penjelasan ilmiah dari berbagai bahan baku yang digunakan dalam pengembangan media ensiklopedia ini:

1. Air Kelapa (*Nata de Coco*)

Air kelapa merupakan bahan baku paling umum untuk pembuatan *Nata* karena mengandung sukrosa, glukosa, fruktosa, dan mineral alami seperti kalium, natrium, serta magnesium yang sangat mendukung pertumbuhan *Acetobacter xylinum*. Media ini menghasilkan *Nata* yang tebal, putih, dan kenyal dengan kadar serat tinggi. Selain itu, pH air kelapa yang sedikit asam (4,5–5,0) ideal untuk proses fermentasi. (Fadhilah et al., 2018; Dewi, 2020).

2. Limbah Cair Tahu (*Nata de Soya*)

Limbah cair tahu mengandung protein, nitrogen organik, dan asam amino yang dibutuhkan oleh bakteri, namun kandungan gulanya rendah sehingga perlu penambahan sukrosa agar fermentasi optimal. Penggunaan limbah tahu sebagai bahan *Nata* berpotensi mengurangi pencemaran lingkungan dan menghasilkan produk bernilai tambah. (Nugraha, 2021; Fitriani & Kurnia, 2020).

3. Sari Pisang (*Nata de Banana*)

Sari pisang kaya fruktosa, glukosa, vitamin B kompleks, dan pektin, yang membantu pembentukan tekstur *Nata* lebih kenyal dan elastis. Pisang matang memberikan aroma khas serta warna kekuningan alami tanpa pewarna tambahan. (Sari & Lestari, 2020).

4. Sari Nanas (*Nata de Pineapple*)

Sari buah nanas mengandung asam sitrat alami dan enzim bromelain yang mempercepat degradasi substrat karbohidrat menjadi glukosa sederhana sehingga fermentasi berlangsung lebih cepat. Produk *Nata* yang dihasilkan memiliki aroma tropis dan rasa asam-manis yang menyegarkan. (Putri, 2019; Handayani et al., 2021).

5. Sari Tomat (*Nata de Tomato*)

Sari tomat merupakan sumber likopen, asam organik, dan antioksidan alami. Likopen memberikan warna kemerahan alami pada *Nata* dan berfungsi sebagai senyawa bioaktif yang bermanfaat bagi kesehatan. Namun, pH yang cukup rendah perlu disesuaikan agar *Acetobacter xylinum* tumbuh optimal. (Rahmawati, 2022).

6. Sari Melon (*Nata de Melon*)

Sari melon kaya glukosa, fruktosa, dan vitamin C. Kandungan airnya tinggi sehingga menghasilkan *Nata* yang lembut dan segar. Pengaturan pH awal (sekitar 4,5–5,5) diperlukan agar aktivitas bakteri berlangsung stabil. (Widodo & Ningsih, 2020).

7. Sari Apel (*Nata de Apple*)

Sari apel memiliki kadar fruktosa tinggi dan keasaman yang seimbang, menghasilkan *Nata* yang jernih, lembut, dan beraroma ringan. Kandungan fenolik dan asam malat dalam apel membantu memperlambat oksidasi selama fermentasi. (Syamsudin, 2021; Lestari & Yuliani, 2019).

8. Sari Pepaya (*Nata de Papaya*)

Sari pepaya mengandung enzim papain, karoten, dan vitamin A yang dapat mempercepat proses pemecahan substrat kompleks menjadi glukosa sederhana. *Nata* yang dihasilkan memiliki tekstur lembut dan warna kekuningan alami. (Anjani et al., 2021).

9. Sari Semangka (*Nata de Watermelon*)

Sari semangka memiliki kadar air dan fruktosa tinggi yang sangat mendukung pembentukan selulosa. Namun, perlu penyesuaian konsentrasi gula tambahan untuk memperoleh *Nata* yang tidak terlalu lembek. (Hidayat & Mulyani, 2020).

10. Sari Jambu Biji (*Nata de Guava*)

Sari jambu biji merah mengandung pektin, vitamin C, dan senyawa antioksidan (likopen dan polifenol) yang tinggi. Pektin membantu pembentukan struktur gel pada *Nata* sehingga menghasilkan tekstur yang padat dan elastis. (Rohmah, 2021).

11. Sari Markisa (*Nata de Markisa*)

Markisa memiliki kadar asam organik tinggi (terutama asam sitrat dan asam malat) yang berfungsi sebagai pengatur pH alami serta memberikan cita rasa khas asam-manis pada *Nata*. (Putra, 2020).

12. Air Tebu (*Nata de Green Cane*)

Air tebu mengandung sukrosa alami tinggi (sekitar 15–20%), yang menjadi sumber energi utama bagi *Acetobacter xylinum*. Fermentasi menghasilkan *Nata* dengan ketebalan tinggi dan warna

putih bening. Selain itu, pemanfaatan air tebu meningkatkan nilai ekonomi hasil pertanian lokal. (Wijaya & Santoso, 2021).

13. Ekstrak Kopi Manis (*Nata de Coffee*)

Ekstrak kopi mengandung senyawa polifenol, kafein, dan asam klorogenat yang memberikan aroma khas serta potensi antioksidan tinggi. Walau bukan sumber karbon utama, penambahan gula menjadikan medium ini dapat menghasilkan *Nata* beraroma unik dan khas. (Rizkiana, 2020).

14. Ekstrak Teh Manis (*Nata de Tea*)

Ekstrak teh kaya katekin, tanin, dan flavonoid, yang memiliki sifat antibakteri dan antioksidan. Dengan penambahan gula, bahan ini dapat digunakan untuk menghasilkan *Nata* berwarna kecokelatan lembut dan aroma teh yang khas. (Wahyuni & Darmadi, 2021).

15. Campuran Sari Nanas dan Pepaya (*Nata Tropical Mix*)

Kombinasi sari nanas dan pepaya memberikan keseimbangan antara gula, asam, dan enzim alami. Enzim papain dari pepaya mempercepat pemecahan substrat, sementara asam sitrat dari nanas menjaga kestabilan pH fermentasi. Kombinasi ini menghasilkan *Nata* dengan aroma tropis, warna alami, dan tekstur stabil. (Kartikasari, 2023).

Penelitian oleh Kartikasari (2023) menunjukkan bahwa kombinasi sumber karbon (buah) dan sumber nitrogen alami (seperti limbah tahu atau

air kelapa) dapat meningkatkan pertumbuhan *Acetobacter xylinum* hingga 30% lebih cepat dibandingkan dengan medium tunggal. Hal ini membuktikan bahwa eksplorasi berbagai bahan baku lokal memiliki potensi besar dalam pengembangan produk *Nata* berbasis sumber daya alam Indonesia, serta menjadi materi kontekstual dan aplikatif dalam pembelajaran bioteknologi di SMA.

5. Faktor yang Mempengaruhi Kualitas *Nata*

Kualitas *Nata* dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, termasuk:

1. Sumber karbon : Bahan baku yang kaya akan sukrosa dan glukosa lebih mendukung sintesis selulosa dibandingkan dengan bahan yang kaya pati atau laktosa.
2. pH dan suhu fermentasi : Nilai pH yang optimal untuk pertumbuhan *Acetobacter xylinum* berada pada kisaran 4,5-5,0, sedangkan suhu optimal berkisar antara 28-30°C.
3. Konsentrasi inokulum : Semakin tinggi konsentrasi bakteri, semakin cepat fermentasi berlangsung, tetapi dapat menyebabkan ketebalan *Nata* yang tidak merata.
4. Durasi fermentasi : Fermentasi yang berlangsung selama 7-10 hari menghasilkan *Nata* dengan struktur terbaik, sementara fermentasi lebih lama dapat menyebabkan degradasi selulosa.

B. Kajian Studi yang Relevan

Beberapa peneliti telah dilakukan oleh para peneliti didunia pendidikan dengan tema yang serupa.

1. Putri, A. 2019.

Judul: Analisis Pengaruh Kadar Gula pada *Nata de Pineapple*.

Publikasi: Jurnal Agroindustri, 5(2), 115–123.

Tujuan: Menilai pengaruh kadar gula terhadap pertumbuhan *Acetobacter xylinum* dalam sari nanas.

Metode: Eksperimen dengan variasi kadar gula dan pengamatan tebal *Nata* serta pH fermentasi.

Hasil: Kadar gula 12% menghasilkan *Nata* dengan warna, aroma, dan ketebalan optimal (1,3 cm).

Kaitan: Memberikan data empiris tentang fermentasi *Nata* berbasis buah tropis, relevan dengan pengembangan ensiklopedia berbahan lokal.

2. Sari, N., & Lestari, T. 2020.

Judul: Pemanfaatan Sari Pisang untuk Produksi *Nata de Banana* sebagai Produk Edukasi Bioteknologi.

Publikasi: Jurnal Pendidikan Biologi, 8(3), 200–210.

Tujuan: Mengembangkan media pembelajaran berbasis produk hasil fermentasi pisang.

Metode: Research and Development (RnD) model ADDIE dengan uji validasi ahli materi dan media.

Hasil: Media produk “*Nata de Banana*” dinilai layak oleh ahli (rata-rata skor 87%) dan meningkatkan pemahaman konsep bioteknologi siswa.

Kaitan: Penelitian ini paling dekat dengan penelitian Anda, tetapi masih fokus pada satu bahan baku saja (pisang).

3. Rahmawati, T. 2022.

Judul: Pemanfaatan Sari Tomat untuk Produksi *Nata* Alami dan Analisis Kadar Antioksidan.

Publikasi: Jurnal Teknologi Hasil Pertanian, 9(3), 178–186.

Tujuan: Menentukan potensi sari tomat sebagai bahan baku *Nata* kaya antioksidan.

Metode: Eksperimen dengan analisis spektrofotometri DPPH.

Hasil: *Nata* de tomato mengandung antioksidan tinggi (56,7% aktivitas penghambatan radikal bebas).

Kaitan: Memberi aspek kesehatan dan nilai tambah pada produk *Nata*, tetapi tidak digunakan dalam konteks edukatif atau RnD media pembelajaran.

4. Kartikasari, R. 2023.

Judul: Pengaruh Kombinasi Sumber Karbon dan Nitrogen terhadap Pertumbuhan *Acetobacter xylinum*.

Publikasi: Indonesian Journal of Microbial Biotechnology, 12(2), 89–97.

Tujuan: Menganalisis efek kombinasi bahan organik terhadap produktivitas *Nata*.

Metode: Eksperimen faktorial dengan variasi bahan sari buah dan limbah tahu.

Hasil: Kombinasi sari nanas + limbah tahu meningkatkan pertumbuhan bakteri hingga 30% dibandingkan medium tunggal.

Kaitan: Mendukung gagasan penggabungan berbagai bahan baku dalam penelitian Anda untuk menghasilkan variasi *Nata* yang kontekstual.

5. Lestari, A., & Puspitasari, D. 2021.

Judul: Pengembangan Buku Ensiklopedia Digital Bioteknologi Fermentasi untuk Siswa SMA.

Publikasi: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains, 9(1), 22–35.

Tujuan: Mengembangkan media ensiklopedia berbasis digital untuk meningkatkan literasi sains siswa.

Metode: Penelitian RnD model ADDIE, uji validasi, dan respon siswa.

Hasil: Media mendapat skor kelayakan 91% (sangat layak) dan meningkatkan hasil belajar sebesar 22% pada uji coba terbatas.

Kaitan: Relevan dengan pendekatan RnD dalam penelitian Anda, tetapi belum menyoroti aspek praktis fermentasi *Nata* sebagai bahan ajar kontekstual.

1. Analisis Persamaan dan Perbedaan

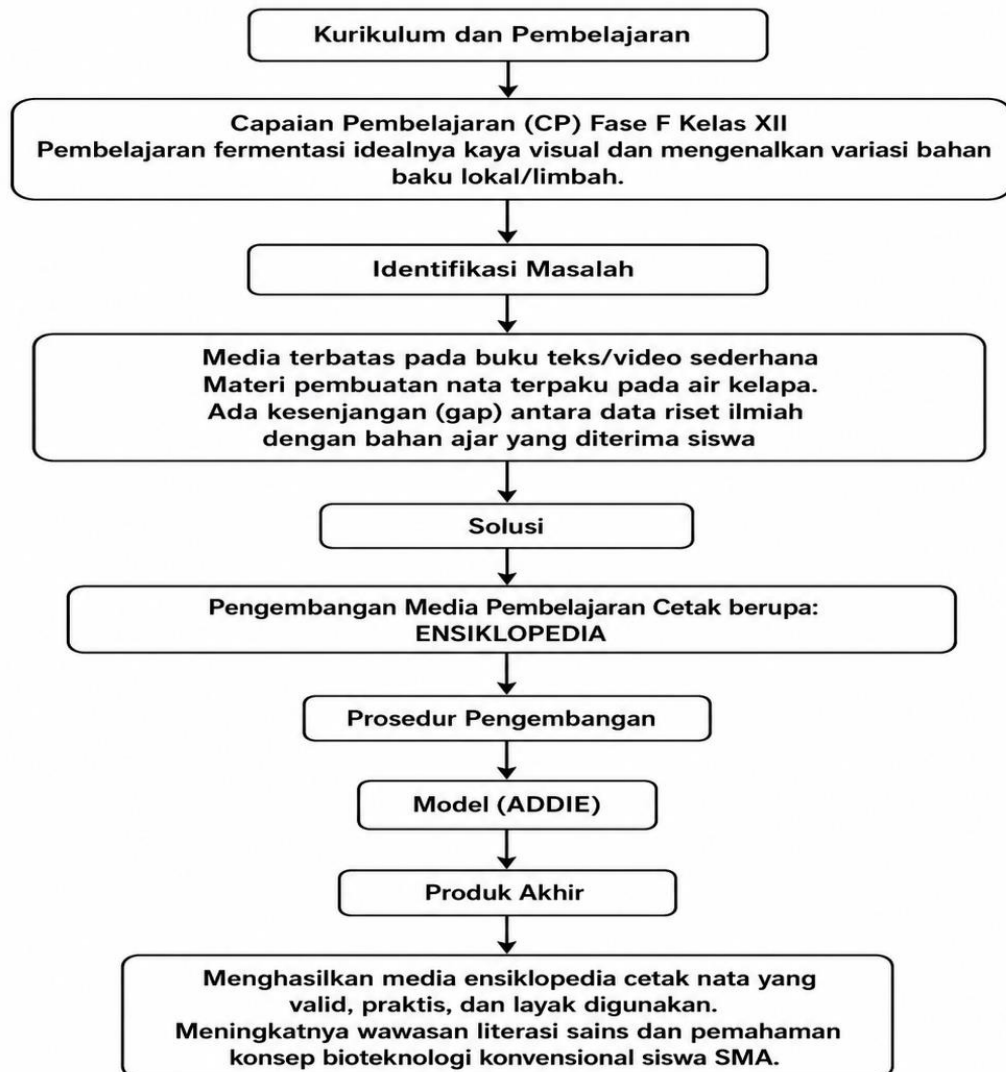
Aspek	Persamaan dengan Penelitian	Perbedaan dengan Penelitian
Tema umum	Semua penelitian membahas proses fermentasi <i>Nata</i> atau pengembangan media pembelajaran bioteknologi.	Penelitian ini menggabungkan dua fokus: pengembangan produk fermentasi <i>Nata</i> dan pengembangan media ensiklopedia edukatif.
Pendekatan metodologis	Sebagian besar menggunakan metode eksperimen atau RnD.	Penelitian ini mengintegrasikan <i>Research and Development</i> berbasis model ADDIE untuk menghasilkan media ensiklopedia interaktif.
Objek kajian	Umumnya hanya satu jenis bahan baku <i>Nata</i> (misalnya kelapa, pisang, atau tomat).	Penelitian ini mengeksplorasi 15 jenis bahan baku lokal yang berbeda, sehingga lebih komprehensif dan kontekstual.
Konteks penerapan	Beberapa penelitian berfokus pada hasil fermentasi atau kualitas <i>Nata</i> .	Penelitian ini menempatkan hasil fermentasi sebagai materi ajar bioteknologi untuk siswa SMA kelas XII.

C. Kerangka Pikir

Penelitian ini berawal dari pemahaman bahwa bioteknologi, khususnya konsep fermentasi, merupakan materi yang kompleks karena melibatkan interaksi faktor biologis dan lingkungan. Secara teoretis, media visual yang informatif sangat dibutuhkan untuk memfasilitasi pemahaman kontekstual siswa. Fokus utama dalam tahap input ini adalah mengintegrasikan teori media pengembangan dengan materi spesifik mengenai *Acetobacter xylinum* dan proses fermentasi selulosa dalam menghasilkan produk *Nata* yang kaya serat dan bermanfaat bagi kesehatan.

Penelitian ini menerapkan model pengembangan ADDIE yang sistematis. Proses dimulai dari eksplorasi pustaka yang mendalam untuk mengumpulkan data mengenai berbagai teknik pembuatan *Nata*, diikuti dengan

desain struktur ensiklopedia. Penjaminan mutu dilakukan melalui validasi ahli materi dan media guna memastikan produk bersifat valid dan praktis sebelum masuk ke tahap uji coba pengguna. Produk ensiklopedia yang telah dinyatakan layak kemudian diuji coba secara terbatas kepada pengguna siswa XII SMA. Fokus tahap ini adalah untuk mengukur sejauh mana media ensiklopedia ini dapat membantu siswa mengeksplorasi materi di luar buku teks sekaligus mendukung implementasi Kurikulum Merdeka yang menekankan pada literasi ilmiah dan keterampilan berpikir kritis. Dengan demikian, hasil akhir dari alur pemikiran ini adalah terciptanya Ensiklopedia yang komprehensif. Dampak yang diharapkan adalah tersedianya referensi visual dan tekstual bagi guru untuk memperkaya strategi pembelajaran.



Gambar 2.1 Kerangka Berpikir

BAB III

METODE PENELITIAN

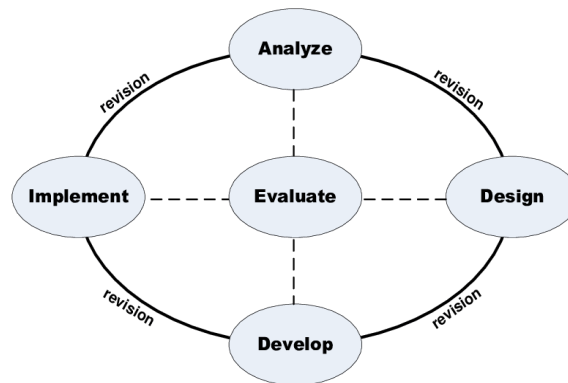
A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah Penelitian dan Pengembangan *Research and Development* (R&D) atau penelitian pengembangan, yaitu metode penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan produk tertentu sekaligus menguji keefektifan produk tersebut dalam konteks penggunaannya. Metode R&D sangat tepat digunakan ketika peneliti ingin mengembangkan sebuah media, model, atau perangkat pembelajaran yang valid dan praktis serta dapat digunakan secara efektif di lapangan.¹⁶

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah produk berupa ensiklopedia ekosisten. Desain penelitian dan pengembangan dalam penelitian ini menggunakan model ADDIE yang terdiri dari 5 tahap yaitu: *Analyze* (Analisis), *Design* (Perancangan), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Implementasi), dan *Evaluation* (Evaluasi).¹⁷

¹⁶ Sugiyono. (2024). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (Edisi 2, Cetakan ke-30). Bandung: Alfabeta. ISBN: 979-8433-64-0.

¹⁷ Susilawati, S. A., Musiyam, M., & Wardana, Z. A. (2021). *Pengantar Pengembangan Bahan dan Media Ajar*. Surakarta: Muhammadiyah University Press.



Gambar 3.1 Lima tahap metode ADDIE.¹⁸

Kelebihan Model ADDIE:

Model ADDIE memiliki keunggulan utama pada alurnya yang sistematis dan terstruktur, di mana setiap tahapannya berjalan berurutan serta saling berkaitan untuk memudahkan pengelolaan proses perancangan produk dari awal hingga selesai.¹⁹ Selain itu, sifatnya yang fleksibel membuat model ini mudah disesuaikan dengan berbagai karakteristik materi pembelajaran, baik untuk kebutuhan tatap muka maupun sistem pembelajaran berbasis digital.²⁰ Pendekatan ADDIE yang selalu bertumpu pada data dan bukti objektif juga memastikan bahwa setiap perbaikan media didasarkan pada hasil analisis kebutuhan serta evaluasi yang nyata di lapangan. Karakter iteratifnya memberi ruang bagi peneliti untuk melakukan revisi secara berulang hingga produk akhir benar-benar memenuhi standar kualitas yang ditetapkan.

Keunggulan dari model pengembangan tersebut berdampak langsung pada kualitas produk ensiklopedia cetak yang dihasilkan. Ensiklopedia ini

¹⁸ Robert Maribe Branch (2009), *Instructional Design: The ADDIE Approach* New York: Springer: ISBN:978-0-387-09505-9

¹⁹ Benny A. Pribadi, *Model Desain Sistem Pembelajaran* (Jakarta: Dian Rakyat, 2009), hlm. 125.

²⁰ I Made Tegeh, dkk, *Model Penelitian Pengembangan* (Yogyakarta: Graha Ilmu, 2014), hlm. 42.

memiliki kelebihan utama berupa sajian materi yang kaya visual dan eksploratif, di mana bioprocess fermentasi tidak hanya terpaku pada air kelapa, melainkan membedah lima belas variasi bahan baku alternatif berbasis potensi lokal.²¹ Karakteristik visual yang kuat serta bahasa yang disesuaikan dengan tingkat perkembangan kognitif siswa SMA membuat media ini sangat komunikatif untuk mempermudah pemahaman konsep bioteknologi yang abstrak. Selain itu, bentuknya yang berupa cetakan fisik memberikan kepraktisan tinggi saat digunakan di dalam kelas karena tidak terkendala oleh ketersediaan *gadget* maupun koneksi internet di sekolah.²²

Dalam hal ini, peneliti bertujuan untuk mengembangkan produk ensiklopedia pada pelajaran bioteknologi yang akan digunakan sebagai sumber belajar siswa kelas XII SMA Negeri 1 Metro.

B. Prosedur Pengembangan

Untuk mengembangkan suatu media pembelajaran penting untuk memperhatikan prosedur pengembangannya guna untuk memastikan kualitas dan keefektifitasnya. Karena pengembangan media ajar ini pada dasarnya merupakan proses yang linier dengan proses pembelajaran. Sebab, ketersediaan bahan ajar selama ini tergolong masih minim, sehingga media ajar semestinya disusun berdasarkan kebutuhan tujuan pembelajaran.

Langkah-langkah dalam prosedur pengembangan yang berdasarkan model ADDIE, seperti berikut:

²¹ Robert Maribe Branch, *Instructional Design: The ADDIE Approach* (New York: Springer, 2009), hlm. 12–15.

²² Nurul Hidayah dkk, "Pengembangan Ensiklopedia Sains Berbasis Potensi Lokal untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa," *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA* 5, no. 2 (2019): hlm. 142–151.

1. *Analyze (Analisis)*

Pada tahap awal dalam mengembangkan media pembelajaran adalah dengan melakukan analisis kebutuhan serta observasi di lapangan guna mengetahui masalah dasar yang dihadapi dalam proses pembelajaran, analisis kurikulum, analisis terhadap materi dan analisis potensi lokal. Adapun hal yang dilakukan dalam tahapan analisis tersebut yaitu sebagai berikut:²³

b. Analisis kebutuhan

Analisis kepada siswa dilakukan dengan wawancara langsung dengan siswa, berdasarkan jawaban yang diberikan siswa terkait dengan penggunaan buku tergolong sudah memadai, namun menggunakan media pendukung pembelajaran masih membutuhkan peningkatan, karena beberapa siswa mengatakan tidak setuju jika pembelajaran selama ini telah didukung oleh media pembelajaran yang memadai. Dari hasil analisis ini akan digunakan sebagai acuan dalam mengembangkan media pembelajaran.

c. Analisis kurikulum

Pada tahap ini peneliti melakukan analisis kurikulum yang bertujuan untuk mengetahui apakah produk yang akan dikembangkan ini sesuai dengan kurikulum yang ada di sekolah. kurikulum yang digunakan di kelas XII yaitu kurikulum merdeka. Kurikulum merdeka merupakan kurikulum dengan pembelajaran intrakurikuler yang

²³ M S Iswahyudi and others, *BUKU AJAR METODOLOGI PENELITIAN* (PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2023) <https://books.google.co.id/books?id=_SPbEAAAQBAJ>.

beragam sehingga konten akan lebih optimal hingga peserta didik memiliki cukup waktu dalam mendalami konsep dan menguatkan kompetensi. Selain itu juga menganalisis capaian pembelajaran (CP), tujuan pembelajaran (TP), alur tujuan pendidikan (ATP) kebijakan ini dilakukan untuk pencapaian tujuan pendidikan.

d. Analisis materi

Pada tahap analisis materi ini, dilakukan tahap pemilihan topik atau materi yang dijadikan bahan ajar untuk membuat suatu media pembelajaran. Pemilihan berdasarkan kurikulum merdeka dan disesuaikan dengan CP, TP, dan ATP. Hal ini dilakukan agar media yang dikembangkan sesuai dengan isi dari materi tersebut.

2. *Design (Desain)*

Perancangan media ensiklopedia membutuhkan desain atau rancangan, sedangkan desain produk dalam pengembangan ini yang pertama terlebih dahulu menentukan CP, TP, ATP dan tujuan pembelajaran sesuai dengan kurikulum yang digunakan pada materi bioteknologi. Bagian ensiklopedia terdiri dari cover, halaman judul, daftar isi, CP, TP, dan ATP, materi, biografi penulis, daftar pustaka, cover belakang. Ensiklopedia dibuat dengan ukuran kertas 17.6 x 25 cm, ukuran font 10 sampai 46 serta spasi 2,3 lines. Jenis font yang digunakan adalah *hussar bold*, *open sans*, *league spartan*, *rubik bubbles* dan *amiro* dari bagian cover dan isi.

3. Development (pengembangan)

Tahap develop (pengembangan) adalah dimana media pembelajaran selesai dan disempurnakan melalui validasi (review). Tahap ini bertujuan untuk membuat sumber belajar yang diperbarui berdasarkan saran ahli. Pada tahap ini terdapat dua langkah yaitu:

a. Validasi

Tujuan dari validasi yaitu untuk memastikan apakah produk yang dikembangkan layak digunakan atau tidak. validator media pembelajaran dan validator materi melakukan validasi. Untuk mengetahui apakah desain produk lebih praktis atau tidak, dilakukan validasi pada ensiklopedia guna melakukan penyempurnaan produk di masa mendatang. Setelah produk divalidasi, akan dilakukan penyesuaian atau pembaharuan sebelum diujicobakan.

b. Revisi Produk

Peneliti menghasilkan perubahan atau penyesuaian produk berdasarkan hasil validasi, dan sampai pada kesimpulan tentang kelayakan produk yang dikembangkan untuk digunakan berdasarkan evaluasi validator. Setelah revisi atau perbaikan lain, produk kemudian divalidasi ulang. Perbaikan dilakukan agar mengatasi kekurangan yang terungkap dari hasil penilaian validator. Setelah produk dinyatakan layak uji lapangan, maka tahap setelahnya ialah tahap uji coba produk yaitu dengan cara memberikan angket uji coba kepada guru biologi di SMA Negeri 1 Metro dan kepada dua puluh peserta didik. Instrument yang

diberikan kepada guru biologi dan peserta didik masing – masing terdiri dari sepuluh pertanyaan.

4. Implementation (Implementasi)

Implementasi adalah kegiatan yang direncanakan dan dilaksanakan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Implementasi bisa diartikan sebagai pelaksanaan atau penerapan. Kegiatan yang dilaksanakan akan dilihat sejauhmana peranannya dalam mencapai tujuan yang hendak dicapai. Implementasi memiliki tujuan yaitu untuk meningkatkan kualitas pembelajaran yang dilaksanakan oleh guru.²⁴ Pada tahap ini peneliti belum sampai pada tahap implementasi, peneliti hanya melakukan tahap uji praktikalitas. Uji praktikalitas adalah untuk mengukur sejauh mana suatu produk dapat digunakan secara efisien, jelas dan tidak menimbulkan kesulitan dalam pelaksanaannya. Adapun cara untuk mengetahui respons penggunaan produk yang dikembangkan tersebut dengan memberikan instrument uji respons yang telah dibuat pada tahap sebelumnya kepada guru mata pelajaran biologi dan siswa kelas XII yang telah mempelajari materi Fermentasi. Selanjutnya hasil dari penilaian instrument dapat dijadikan peneliti sebagai tolak ukur untuk mengetahui apakah perlu diadakannya perbaikan atau revisi terhadap ensiklopedia yang telah dikembangkan. Sehingga produk yang dikembangkan dapat dinyatakan layak.

²⁴ Dwi Harmita, Hery Noer Aly. Implementasi Pengembangan dan Tujuan Kurikulum. Universitas Islam Negeri Fatmawati Soekarno. Jurnal Multilingual. Vol 3, No 1, 2023.

5. *Evaluation* (Evaluasi)

Evaluasi merupakan tahap untuk mengukur kualitas dari suatu produk serta kegiatan pembelajaran, baik pada tahap sebelum maupun setelah implementasi dilakukan.²⁵ Sehingga dapat disimpulkan bahwa tahap evaluasi terjadi disetiap tahapan pengembangan mulai dari analisis hingga implementasi. Tujuan dari tahap evaluasi ini adalah untuk mengukur kelayakan dan kualitas dari suatu produk. Untuk itu tahap evaluasi ini diperoleh melalui saran para ahli yaitu ahli media, ahli materi, guru dan peserta didik dalam kelompok kecil sehingga jika perlu adanya perbaikan ensiklopedia maka akan diperbaiki dan ketika produk yang dikembangkan sudah sesuai dengan yang diharapkan maka produk tersebut sudah siap untuk digunakan.

C. **Desain Uji Coba Produk**

Desain penelitian adalah langkah atau strategi yang digunakan dalam sebuah penelitian secara sistematis.²⁶ Jenis penelitian pengembangan ini (*R&D*) dengan model ADDIE yang terdapat lima tahap yaitu *analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, *Evaluation*. Penelitian ini bertujuan mengembangkan suatu produk yang belum ada. Produk yang dihasilkan dalam penelitian ini berupa media pembelajaran ensiklopedia pembuatan *Nata* berbagai bahan baku berbasis kurikulum merdeka. Penelitian dan

²⁵ Fitria Hidayat, "Model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation) dalam Pembelajaran Pendidikan Agama Islam", *Jurnal Inovasi Pendidikan Agama Islam*, Vol. 1, No. 1, 2021.

²⁶ Elisa Susanti and others, 'Desain Video Pembelajaran Yang Efektif Pada Pendidikan Jarak Jauh: Studi Di Universitas Terbuka', *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 3.2 (2018), 167–85 <<https://doi.org/10.24832/jpnk.v3i2.929>>.

pengembangan ensiklopedia pembuatan *Nata* berbagai bahan baku diharapkan dapat membantu siswa dalam memahami materi fermentasi, serta dapat membantu guru mengatasi keterbatasan ketersediaan sumber belajar pada materi fermentasi dan memfasilitasi siswa agar lebih mengoptimalkan penggunaan sumber belajar yang inovatif. berikut merupakan desain penelitian yaitu:

1. Analisis

- a. Kurangnya motivasi dan minat belajar siswa kelas XII SMA Negeri 1 Metro.
- b. Ensiklopedia belum pernah digunakan dalam media pembelajaran.
- c. Membutuhkan media tambahan sebagai sumber belajar siswa

2. Pengembangan ensiklopedia pada pelajaran bioteknologi berbasis kurikulum merdeka.

3. Validasi oleh ahli materi dan media

4. Revisi

5. Implementasi Produk

- a. Ujicoba produk respon guru biologi
- b. Ujicoba produk respon siswa

6. Evaluasi Produk

Pengembangan ensiklopedia pada pelajaran bioteknologi berbasis kurikulum merdeka.

D. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

1. Wawancara

Wawancara merupakan teknik yang dapat digunakan dalam pengumpulan data melalui proses tanya jawab lisan, artinya pertanyaan disampaikan dari pihak yang mewawancarai dan jawaban diberikan oleh yang diwawancara. wawancara merupakan salah satu cara untuk mengetahui informasi tertentu di dalam kelas.²⁷ Wawancara adalah bentuk komunikasi langsung antara peneliti dan responden. Teknik wawancara atau interview merupakan suatu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan data dengan cara mengadakan wawancara secara langsung dengan informen. Dengan wawancara yang berlangsung dalam bentuk tanya jawab dalam hubungan tatap muka, sehingga gerak dan mimik responden merupakan pola media yang melengkapi katakata secara verbal.

2. Dokumentasi

Dokumentasi adalah salah satu alat yang digunakan untuk mengukur data yang penting dalam sebuah penelitian. Dokumentasi dapat berupa foto, dokumen terhadap fakta- fakta yang terjadi yang nantinya akan dijadikan bukti dalam sebuah penelitian.

E. Instrumen Penelitian

Angket validasi, angket respon guru, dan angket respon siswa merupakan alat yang digunakan dalam mengumpulkan data. Serta angket yang

²⁷ P.D.M.B.A.A.C.M.A.C.A. Jogiyo Hartono M, *Metoda Pengumpulan Dan Teknik Analisis Data* (Andi Offset, 2018) <<https://books.google.co.id/books?id=ATgEEAAQBAJ>>.

digunakan dalam penelitian ini berbentuk *checklist*. Selain itu, kuisioner yang digunakan dalam penelitian ini adalah daftar periksa dengan skala likert 1-5 untuk setiap komponen.

1. Angket Validasi

a. Angket Validasi Ahli Materi

Dalam mengumpulkan informasi tentang kelayakan produk dilihat dari konsep kebenarannya, digunakan alat validasi ahli materi ini. Terdapat berbagai elemen kunci yang tercakup dalam kuesioner yang diberikan kepada ahli materi. Instrumen angket untuk ahli materi berisi rincian dari segi aspek materi, bahasa, dan pembelajaran yang dapat dilihat pada Tabel 3.1 dibawah ini:

Tabel 3.1 Kisi-kisi Instrumen Angket Ahli Materi

No	Kriteria	Indikator	No. Butir Penilaian	Jumlah Item
1.	Aspek Kelayakan Materi	Kelengkapan Materi	1,2,3	3
		Keakuratan Materi	4,5,6,7	4
		Kemutakhiran Materi	8,9	2
2.	Aspek Kelayakan Bahasa	Kesesuaian dengan kaidah bahasa	10,11,12,13,14	5
3.	Aspek Pembelajaran	Kesesuaian dengan perkembangan siswa	15,16	2

Komunikatif	17	1
Dialogis dan Interaktif	18	1
Jumlah Butir Penilaian		18

b. Angket Validasi Ahli Media

Dalam meningkatkan kualitas media pembelajaran yang dikembangkan maka media perlu divalidasi. Peneliti menyiapkan lembar validasi beserta produk ensiklopedia proses pembuatan *Nata* dari berbagai bahan baku, dan validator memeriksa setiap gambar dan kesesuaian warna dengan kriteria, tips dan ide untuk meningkatkan ensiklopedia. Data yang dikumpulkan diperiksa, dan dilakukan perubahan pada pengembangan produk ensiklopedia proses pembuatan *Nata* dari berbagai bahan baku sebagai sarana pembelajaran. Instrumen angket untuk ahli media berisi rincian dari segi informasi, tentang aspek tampilan dan pembelajaran ditunjukkan pada Tabel 3.2 dibawah ini:

Tabel 3.2 Kisi-kisi instrumen angket ahli media

No.	Kriteria	Indikator	No. Butir Penilaian	Jumlah Item
1.	Aspek Kemenarikan Fisik	Kualitas ensiklopedia	1,2,3	3
2.	Aspek Tampilan	Bentuk dan ukuran Ensiklopedia	4,5,6	3
		Desain	7.8.9	2

3	Aspek Pembelajaran	sampul		
		Warna dan huruf ensiklopedia	10,11,12,13,14,15	6
		Penggunaan bahasa	16	1
		Kualitas gambar	17	1
		Keterkaitan dengan Materi	18	1
		Pendukung Pembelajaran	19, 20	2
Jumlah butir Penilaian			20	

c. Angket Validasi Guru Mata Pelajaran Biologi

Angket validasi guru dibuat berisikan pertanyaan mengenai media yang dikembangkan yaitu, ensiklopedia. Tujuannya yaitu untuk mengetahui pendapat guru biologi mengenai media pembelajaran yang telah dikembangkan tersebut, baik di implementasikan disekolah atau tidak. Kisi-kisi angket respon guru biologi dapat dilihat pada Tabel 3.4 dibawah ini.

Tabel 3.3Kisi-Kisi Instrumen Angket Penilaian Respon Guru Mata Pelajaran Biologi

No.	Kriteria	Indikator	No. butir penilaian	Jumlah item
1.	Kesesuaian Materi	Kesesuaian CP,TP, dan ATP	1	1
		Kesesuaian materi dengan Kebutuhan media pembelajaran	2	1

		Kesesuaian materi dengan peserta didik	3	1
		Tampilan materi menarik perhatian siswa	4	1
		Kejelasan subttansi pembelajaran	5	1
2.	Aspek Tampilan	Ukuran dan bentuk huruf	6	1
		Kejelasan warna huruf	7	1
		Bahasa yang digunakan mudah dipahami	8	1
		Urutan yang disajikan dalam bahan ajar	9	1
		Ilustrasi sampul menarik	10	1
		Gambar sesuai dengan materi	11	1
3.	Aspek penggunaan bahan ajar	Memudahkan guru dalam pelaksanaan pembelajaran	12	1
		Guru dan siswa tidak merasa bosan menggunakan ensiklopedia	13	1
Jumlah Butir Penilaian				13

d. Angket Respon Peserta Didik

Dalam penelitian ini lembar angket atau angket respon siswa terhadap media yang dibuat berfungsi sebagai instrument respon siswa. Survei respon siswa ini bertujuan untuk mendapatkan umpan balik dan komentar dari siswa terhadap sumber belajar ensiklopedia

angiospermae yang dibuat. Angket uji coba siswa dapat dilihat pada Tabel 3.4 di bawah ini:

Tabel 3.4 Kisi-kisi Instrumen Angket Uji Coba Siswa

Kriteria	Indikator	No. Butir Penilaian	Jumlah Item
Respon siswa	Media	1,2,3	3
	Materi	4,5	2
	Teknis	5,6,7,8,9,10	5
Jumlah butir penilaian			10

F. Analisis Data

Dalam analisis data baik data kualitatif maupun kuantitatif hadir dalam penelitian ini. data hasil penilaian tim ahli serta jawaban siswa dan guru biologi dianalisis secara deskriptif sebagai bagian dari teknik analisis data kualitatif. Mengenai evaluasi media yang dibuat, data kuantitatif dikumpulkan dari sekelompok spesialis, komentar siswa, dan guru biologi. Informasi dikumpulkan dari tim ahli menggunakan kuesioner untuk analisis, yang kemudian diolah secara deskriptif menjadi data interval menggunakan skala Likert. Berikut adalah langkah-langkah dalam metode analisis data ini:

1. Pengelolaan angket

Angket validasi serta angket uji coba guru dan siswa diolah menggunakan skala likert yang memiliki jawaban berupa data kuantitatif dalam angket diberikan bobot penilaian menggunakan skala pengukuran

yaitu skala likert.²⁸ Bobot penilaian dapat dilihat pada Tabel 3.5 di bawah ini.

Tabel 3.5 Bobot Penilaian Untuk Setiap Respon

Alternatif Respon	Bobot Penilaian (<i>skor</i>)
Sangat Baik	5
Baik	4
Cukup	3
Kurang	2
Sangat Kurang	1

2. Membuat Tabulasi Data

Kemudian angket tersebut dipresentasikan dengan menggunakan rumus berikut:

- a. Angket Validasi Materi Kriteria analisis perhitungan jumlah skor yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Skor maksimal} &= \text{kriteria tertinggi} \times \text{jumlah item pertanyaan} \\ &= 5 \times 18 = 90\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Skor minimal} &= \text{kriteria terendah} \times \text{jumlah item pertanyaan} \\ &= 1 \times 18 = 18\end{aligned}$$

$$\text{Skala nilai} = 5$$

$$\text{Rentang Nilai} = \frac{\text{Skor maksimal} - \text{Skor minimal}}{\text{Skala Nilai}}$$

²⁸ M S Zulaika Matondang and M P Hamni Fadlilah Nasution, *Praktik Analisis Data : Pengolahan Ekonometrika Dengan Eviews Dan SPSS* (Merdeka Kreasi Group, 2022) <<https://books.google.co.id/books?id=SHp2EAAAQBAJ>>.

$$= \frac{90-18}{5} = 15$$

Jarak interval yang ditunjukkan pada Tabel 3.6 di bawah ini dihitung dengan menggunakan temuan studi perhitungan jumlah skor kriteria, skor maksimum, dan skor minimum angket validasi materi :

Tabel 3.6 Rentang Nilai Validasi Materi

No	Skal Nilai	Interval Skor	Kategori
1.	5	$78 \leq S \leq 90$	Sangat Baik
2.	4	$63 \leq S < 78$	Baik
3.	3	$48 \leq S < 63$	Cukup
4.	2	$33 \leq S < 48$	Kurang
5.	1	$18 \leq S < 33$	Sangat Kurang

- b. Angket Uji Coba Validasi media Kriteria analisis perhitungan jumlah skor yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Skor maksimal} &= \text{kriteria tertinggi} \times \text{jumlah item pertanyaan} \\ &= 5 \times 20 = 100 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Skor minimal} &= \text{kriteria terendah} \times \text{jumlah item pertanyaan} \\ &= 1 \times 20 = 20 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Skala nilai} &= 5 \\ \text{Rentang Nilai} &= \frac{\text{Skor maksimal} - \text{Skor minimal}}{\text{Skala nilai}} \\ &= \frac{100-20}{5} = 16 \end{aligned}$$

Jarak interval yang ditunjukkan pada Tabel 3.7 di bawah ini dihitung dengan menggunakan temuan studi perhitungan jumlah skor kriteria, skor maksimum, dan skor minimum angket validasi media :

Tabel 3.7 Rentang Nilai Validasi Media

No	Skal Nilai	Interval Skor	Kategori
1.	5	$84 \leq S \leq 100$	Sangat Baik
2.	4	$68 \leq S < 84$	Baik
3.	3	$52 \leq S < 68$	Cukup
4.	2	$36 \leq S < 52$	Kurang
5.	1	$20 \leq S < 36$	Sangat Kurang

c. Angket Uji Coba Respon Guru Dan Siswa

Angket uji coba respon diberikan kepada 1 orang guru yaitu guru biologi dan diberikan kepada 10 orang siswa. Instrument uji coba respon guru terdapat 14 pertanyaan dan instrumen uji coba respon siswa terdapat 10 pertanyaan. Analisis persentase dari setiap sub variabel dihitung menggunakan rumus berikut:²⁹

$$P = \frac{f}{n} \times 100\%$$

Keterangan : P = persentase sub variabel

f = jumlah nilai tiap sub variabel

n = jumlah skor maksimum

Interprestasi skor untuk uji coba respon guru adalah sebagai berikut :

Skor maksimal = kriteria tertinggi x jumlah item pertanyaan
= 5 x 13 = 65

Skor minimal = kriteria rendah x jumlah item pertanyaan
= 1 x 13 = 13

²⁹ Luh Putu Eka Diantari and others, 'Pengembangan E-Modul Berbasis Mastery Learning Untuk Mata Pelajaran KKPI Kelas XI', *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)*, 7.1 (2018), 33 <<https://doi.org/10.23887/janapati.v7i1.12166>>.

$$\begin{aligned}
 \text{Skala nilai} &= 5 \\
 \text{Jarak interval} &= \frac{\text{Skor maksimal} - \text{Skor minimal}}{\text{Skala nilai}} \\
 &= \frac{65 - 13}{5} = 10
 \end{aligned}$$

Dari jarak diatas terdapat jarak interval pada tabel 3,8 dibawah ini dihitung dengan menghitung jumlah skor kriteria, skor maksimum, dan skor minimum terhadap angket respon guru:

Tabel 3.8 Rentang nilai validasi respon guru

No	Skala Nilai	Interval Skor	Kategori
1.	5	$58 \leq S < 65$	Sangat baik
2.	4	$47 \leq S < 58$	Baik
3.	3	$36 \leq S < 47$	Cukup
4.	2	$25 \leq S < 36$	Kurang
5.	1	$14 \leq S < 25$	Sangat kurang

Presentase uji coba respon oleh guru sebagai berikut:

$$\text{Presentase terendah} = \frac{13}{65} \times 100\% = 20\%$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak interval} &= \frac{\text{Presentase Maksimal} - \text{presentase minimal}}{\text{Jumlah Kategori}} \\
 &= \frac{100\% - 20\%}{5} = 16
 \end{aligned}$$

Hasil dari skor anlisis angket uji coba respon guru dengan presentase skor mendapatkan hasil berdasarkan tabel 3.9 berikut ini.

Tabel 3.9 Kategori Nilai Presentase Respon Guru

No	Skal Nilai	Presentase (%)	Kategori
1.	5	$84 \leq S \leq 100$	Sangat Baik
2.	4	$68 \leq S < 84$	Baik
3.	3	$52 \leq S < 68$	Cukup
4.	2	$36 \leq S < 52$	Kurang
5.	1	$20 \leq S < 36$	Sangat Kurang

d. Angket Uji Coba siswa

Kriteria analisis perhitungan jumlah skor yaitu:

Skor maksimal = kriteria tertinggi x jumlah item pertanyaan

$$= 5 \times 10 = 50$$

Skor minimal = kriteria terendah x jumlah item pertanyaan

$$= 1 \times 10 = 10$$

Skala nilai = 5

Rentang Nilai = $\frac{\text{Skor Maksimal} - \text{Skor minimal}}{\text{Skala nilai}}$

$$= \frac{50 - 10}{5} = 8$$

Interval yang terdapat pada tabel dibawah ini dihitung dengan jumlah skor

kriteria, skor tertinggi, dan skor terendah dari angket uji coba siswa :

Tabel 3.10 Rentang Nilai Uji Coba Respon Siswa

No	Skal Nilai	Interval Skor	Kategori
1.	5	$42 \leq S \leq 50$	Sangat Baik
2.	4	$34 \leq S < 42$	Baik
3.	3	$26 \leq S < 34$	Cukup
4.	2	$18 \leq S < 26$	Kurang
5.	1	$10 \leq S < 18$	Sangat Kurang

Presentase uji coba respon siswa adalah sebagai berikut:

$$\text{Rentang Nilai} = \frac{10}{50} \times 100\% = 20\%$$

$$\text{Rentang Presentase} = \frac{\text{Presentase maksimal} - \text{presentase minimal}}{\text{Jumlah kategori}}$$

$$= \frac{100\% - 20\%}{5} = 16$$

Hasil dari skor analisis perhitungan angket uji coba kelompok kecil dengan presentase skor mendapatkan hasil berdasarkan Tabel 3.11 di bawah ini :

Tabel 3. 11 Kategori Presentase Uji Coba siswa

No	Skal Nilai	Presentase (%)	Kategori
1.	5	$84 \leq S \leq 100$	Sangat Baik
2.	4	$68 \leq S < 84$	Baik
3.	3	$52 \leq S < 68$	Cukup
4.	2	$36 \leq S < 52$	Kurang
5.	1	$20 \leq S < 36$	Sangat Kurang

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengembangan Produk Awal

Hasil pengembangan media pembelajaran berupa ensiklopedia cetak pada pelajaran bioteknologi berbasis kurikulum merdeka. Setelah ensiklopedia ini dikembangkan, dilakukan validasi oleh ahli materi dan ahli media, serta uji coba media kepada guru dan siswa kelas XII SMA. Pengembangan media ini menggunakan langkah-langkah dalam penelitian pengembangan dengan model ADDIE. Pengembangan dengan model addie terdapat 5 langkah yaitu *analysis* yaitu dengan menganalisis karakteristik siswa, analisis kurikulum, analisis pembelajaran yang dibutuhkan terhadap produk yang dikembangkan. *Design* yaitu rancangan suatu produk spesifikasi awal produk, teknologi dan bahan yang digunakan. *Development* yaitu menjelaskan mengenai pengembangan produk tersebut. *Implementasi* yaitu substansi revisi secara naratif deskriptif yang diberikan oleh para validator, dan hasil wawancara oleh siswa. *evaluasion* yaitu memberikan evaluasi terhadap keseluruhan produk untuk mendapatkan hasil yang layak.³⁰ Hasil penelitian pengembangan ensiklopedia pada materi fermentasi terdapat beberapa tahapan pengembangan.

³⁰ Meilani Safitri and M. Ridwan Aziz, 'ADDIE, Sebuah Model Untuk Pengembangan Multimedia Learning', *Jurnal Pendidikan Dasar*, 3.2 (2022), 50–58
<<http://jurnal.umpwr.ac.id/index.php/jpd/article/view/2237>>.

1. Analysis

Tahap analisis ini merupakan langkah awal yang dilakukan dalam penelitian ini. Pada tahapan ini, permasalahan yang ditemukan dalam proses pembelajaran dikaji kemudian dirumuskan cara pemecahan permasalahannya. Setelah itu dilakukan evaluasi terhadap hasil analisis tersebut. Adapun tahapan analisis dalam penelitian ini yaitu.

a. Analisis Kebutuhan siswa

Pada tahapan ini, analisis kebutuhan yang dilakukan melalui wawancara langsung dengan siswa di SMA Negeri 1 Metro yang bertujuan untuk mengetahui media pembelajaran seperti apa yang diterapkan sebelumnya dalam proses pembelajaran biologi pada materi fermentasi. Dari hasil wawancara yang telah dilakukan di peroleh data bahwa perlunya penambahan media pembelajaran dengan susunan materi yang ringkas kompleks, memiliki warna, desain, dan gambar yang menarik sehingga mudah dipahami oleh siswa.

b. Analisis Kurikulum dan Analisis materi

Analisis dilakukan oleh peneliti terhadap kurikulum dan analisis materi yang memiliki tujuan untuk mengetahui apakah produk yang akan dikembangkan ini sesuai dengan materi. Berdasarkan analisis kurikulum di SMA Negeri 1 Metro. diketahui bahwa sekolah tersebut sudah menggunakan kurikulum merdeka

pada kelas X. Sedangkan untuk materi fermentasi berada pada kelas XII. analisis kurikulum dilihat dari karakteristik, CP, TP, dan ATP kurikulum merdeka. Berdasarkan hasil wawancara siswa kelas XII SMA yang berjumlah 20 siswa diperoleh hasil bahwa terdapat siswa yang mengalami kesulitan memahami materi fermentasi, pembelajaran yang digunakan juga masih menggunakan buku cetak, dan bahan ajar yang digunakan guru dalam menyampaikan materi fermentasi kurang menarik.

2. Design (Perancangan)

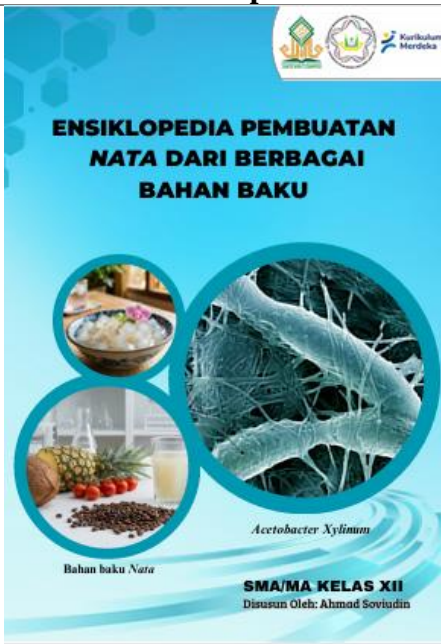
Setelah menganalisis kurikulum, materi, dan kebutuhan siswa tahap selanjutnya yaitu desain atau rancangan. Adapun langkah-langkah dalam mendesain ensiklopedia adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan TP, ATP dari CP kurikulum merdeka terhadap materi fermentasi.
- b. Menentukan gambar berdasarkan materi pada ensiklopedia pembuatan *nata* berbagai bahan baku, setelah itu dilakukan proses editing melalui canva.
- c. Produk media ensiklopedia ekosistem dibuat dalam bentuk cetak dengan ukuran kertas 17.6 x 25 cm, ukuran font 10 sampai 46 serta spasi 2,3 lines. Jenis font yang digunakan adalah *hussar bold*, *open sans*, *league spartan*, *rubik bubbles* dan *amiro* dari bagian cover dan isi.

3. *Development* (Pengembangan)

Pada tahap desain telah disusun kerangka pengembangan. Tahap pengembangan terdiri dari pengembangan media dan validasi oleh ahli materi dan media lalu dapat direalisasikan menjadi produk yang siap diimplementasikan. Setelah produk divalidasi kemudian di evaluasi kembali. Berikut ini adalah tampilan *cover* dan isi ensiklopedia pembuatan *Nata* berbagai bahan baku yang telah dirancang oleh peneliti dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut ini:

Tabel 4.1 Tampilan Ensiklopedia

Cover depan	Cover dalam
	
Kata pengantar	Daftar isi

iv	v																																																																				
Kata Pengantar Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Ensiklopedia Pengembangan Media Pembelajaran: Proses Pembuatan Noto dari Berbagai Bahan Baku. Ensiklopedia ini disusun untuk mendukung pembelajaran Bioteknologi, khususnya materi fermentasi pada peserta didik kelas XII SMA sesuai dengan Kurikulum Merdeka. Ensiklopedia ini memuat berbagai proses pembuatan notot dari beragam bahan baku seperti air kelapa, limbah cair tahu, sari buah, dan bahan lokal lainnya. Setiap topik dilengkapi uraian ilmiah sederhana, langkah kerja, serta hasil pengamatan agar siswa dapat memahami konsep fermentasi secara nyata dan kontekstual. Melalui media ini, diharapkan peserta didik dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan peduli lingkungan, sejalan dengan semangat. Ensiklopedia ini juga dapat digunakan guru sebagai media pendukung pembelajaran berbasis proyek. Penulis menyadari bahwa karya ini masih memiliki kekurangan, sehingga saran dan masukan sangat diharapkan demi penyempurnaan di masa mendatang. Semoga ensiklopedia ini bermanfaat bagi dunia pendidikan dan menumbuhkan minat siswa untuk berinovasi dalam bioteknologi.	Daftar Isi <table> <tr> <td>HALAMAN JUDUL</td> <td>i</td> </tr> <tr> <td>CP, TP, ATP</td> <td>ii</td> </tr> <tr> <td>KATA PENGANTAR</td> <td>iv</td> </tr> <tr> <td>DAFTAR ISI</td> <td>v</td> </tr> <tr> <td>MIND MAP (Peta Pikiran)</td> <td>vi</td> </tr> <tr> <td>PETUNJUK PENGGUNAAN MEDIA</td> <td>vii</td> </tr> <tr> <td colspan="2">BAB I PENGENALAN NATA</td> </tr> <tr> <td>1.1 Definisi Nata</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1.2 Sejarah dan Perkembangan Nata</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>1.3 Karakteristik dan Manfaat Nata</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>1.4 Prinsip Dasar Fermentasi</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td colspan="2">BAB II MIKROORGANISME PENGHASIL NATA</td> </tr> <tr> <td>2.1 Mengetahui <i>Acetobacter xylinum</i></td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>2.2 Ciri-Ciri Fisiologi Bakteri</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>2.3 Mekanisme Pembentukan Selulosa</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>2.4 Perbandingan Mikroorganisme Fermentasi</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td colspan="2">BAB III BAHAN DAN ALAT PRODUKSI</td> </tr> <tr> <td>3.1 Potensi Bahan Baku Lokal</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>3.2 Ragam Media Pertumbuhan Nata</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>3.3 Tabel Karakteristik dan Perbedaan Bahan Baku</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td colspan="2">BAB IV PROSEDUR PEMBUATAN NATA</td> </tr> <tr> <td>4.1 Alat dan Bahan Dasar</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>4.2 Persiapan Bahan dan Sterilisasi</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>4.3 Tahap Pembuatan (Proses Fermentasi)</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td colspan="2">BAB V HASIL DAN EVALUASI</td> </tr> <tr> <td>5.1 Perbandingan Karakteristik Warna dan Tekstur</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>5.2 Perbandingan Grafik Ketebalan Nata</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>5.3 Faktor Keberhasilan Fermentasi</td> <td>27</td> </tr> <tr> <td>5.4 Manfaat dan Penerapan Noto</td> <td>28</td> </tr> <tr> <td>GLOSARIUM</td> <td>29</td> </tr> <tr> <td>FAKTA MENARIK TENTANG NATA DAN FERMENTASI</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>EVALUASI</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>DAFTAR PUSTAKA</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>BIOGRAFI PENULIS</td> <td>35</td> </tr> </table>	HALAMAN JUDUL	i	CP, TP, ATP	ii	KATA PENGANTAR	iv	DAFTAR ISI	v	MIND MAP (Peta Pikiran)	vi	PETUNJUK PENGGUNAAN MEDIA	vii	BAB I PENGENALAN NATA		1.1 Definisi Nata	1	1.2 Sejarah dan Perkembangan Nata	2	1.3 Karakteristik dan Manfaat Nata	3	1.4 Prinsip Dasar Fermentasi	5	BAB II MIKROORGANISME PENGHASIL NATA		2.1 Mengetahui <i>Acetobacter xylinum</i>	6	2.2 Ciri-Ciri Fisiologi Bakteri	7	2.3 Mekanisme Pembentukan Selulosa	9	2.4 Perbandingan Mikroorganisme Fermentasi	10	BAB III BAHAN DAN ALAT PRODUKSI		3.1 Potensi Bahan Baku Lokal	11	3.2 Ragam Media Pertumbuhan Nata	12	3.3 Tabel Karakteristik dan Perbedaan Bahan Baku	13	BAB IV PROSEDUR PEMBUATAN NATA		4.1 Alat dan Bahan Dasar	14	4.2 Persiapan Bahan dan Sterilisasi	14	4.3 Tahap Pembuatan (Proses Fermentasi)	15	BAB V HASIL DAN EVALUASI		5.1 Perbandingan Karakteristik Warna dan Tekstur	25	5.2 Perbandingan Grafik Ketebalan Nata	26	5.3 Faktor Keberhasilan Fermentasi	27	5.4 Manfaat dan Penerapan Noto	28	GLOSARIUM	29	FAKTA MENARIK TENTANG NATA DAN FERMENTASI	30	EVALUASI	31	DAFTAR PUSTAKA	32	BIOGRAFI PENULIS	35
HALAMAN JUDUL	i																																																																				
CP, TP, ATP	ii																																																																				
KATA PENGANTAR	iv																																																																				
DAFTAR ISI	v																																																																				
MIND MAP (Peta Pikiran)	vi																																																																				
PETUNJUK PENGGUNAAN MEDIA	vii																																																																				
BAB I PENGENALAN NATA																																																																					
1.1 Definisi Nata	1																																																																				
1.2 Sejarah dan Perkembangan Nata	2																																																																				
1.3 Karakteristik dan Manfaat Nata	3																																																																				
1.4 Prinsip Dasar Fermentasi	5																																																																				
BAB II MIKROORGANISME PENGHASIL NATA																																																																					
2.1 Mengetahui <i>Acetobacter xylinum</i>	6																																																																				
2.2 Ciri-Ciri Fisiologi Bakteri	7																																																																				
2.3 Mekanisme Pembentukan Selulosa	9																																																																				
2.4 Perbandingan Mikroorganisme Fermentasi	10																																																																				
BAB III BAHAN DAN ALAT PRODUKSI																																																																					
3.1 Potensi Bahan Baku Lokal	11																																																																				
3.2 Ragam Media Pertumbuhan Nata	12																																																																				
3.3 Tabel Karakteristik dan Perbedaan Bahan Baku	13																																																																				
BAB IV PROSEDUR PEMBUATAN NATA																																																																					
4.1 Alat dan Bahan Dasar	14																																																																				
4.2 Persiapan Bahan dan Sterilisasi	14																																																																				
4.3 Tahap Pembuatan (Proses Fermentasi)	15																																																																				
BAB V HASIL DAN EVALUASI																																																																					
5.1 Perbandingan Karakteristik Warna dan Tekstur	25																																																																				
5.2 Perbandingan Grafik Ketebalan Nata	26																																																																				
5.3 Faktor Keberhasilan Fermentasi	27																																																																				
5.4 Manfaat dan Penerapan Noto	28																																																																				
GLOSARIUM	29																																																																				
FAKTA MENARIK TENTANG NATA DAN FERMENTASI	30																																																																				
EVALUASI	31																																																																				
DAFTAR PUSTAKA	32																																																																				
BIOGRAFI PENULIS	35																																																																				

Petunjuk penggunaan

CP, TP, ATP

vii

PETUNJUK PENGGUNAAN MEDIA

Untuk mempermudah proses belajar dan mencapai kompetensi yang diharapkan dalam penggunaan ensiklopedia ini, silakan ikuti petunjuk berikut:

Pahami Tujuan: Pelajari terlebih dahulu Capaian Pembelajaran (CP) dan Tujuan Pembelajaran (TP) di halaman awal untuk mengetahui target kompetensi yang harus dikuasai.

Membaca secara Berurutan: Bacalah isi ensiklopedia ini secara sistematis dari Bab I hingga Bab V untuk memahami konsep pembuatan notot, mulai dari pengenalan bakteri hingga hasil produksi.

Amati Visual: Perhatikan setiap gambar, diagram, dan tabel yang tersedia. Visualisasi ini berfungsi untuk memperjelas deskripsi morfologi bakteri *Acetobacter xylinum* serta perbandingan karakteristik dari 15 jenis bahan baku notot.

Manfaatkan Glosarium: Gunakan Glosarium di bagian akhir buku untuk menemukan definisi dari istilah-istilah ilmiah yang baru atau sulit dipahami.

Evaluasi melalui QR Code: Pada bagian akhir materi, tersedia kode QR untuk evaluasi. Pindailah (scan) kode tersebut menggunakan kamera ponsel untuk mengakses soal latihan secara digital guna mengukur tingkat pemahaman Anda mengenai materi bioteknologi ini.

ii

CP, TP, ATP Kurikulum Merdeka

Capaian Pembelajaran (CP)

Pada fase F, Peserta didik mampu menganalisis prinsip dasar bioteknologi konvensional dan modern, menjelaskan peran mikroorganisme dalam proses fermentasi, serta mengevaluasi penerapan bioteknologi dalam bidang pangan dan lingkungan berdasarkan prinsip ilmiah dan etika.

Tujuan Pembelajaran (TP)

1. Siswa mampu memahami pengertian fermentasi sebagai bentuk bioteknologi konvensional.
2. Siswa mampu mengidentifikasi peran *Acetobacter xylinum* dalam pembentukan selulosa bakteri.
3. Siswa mampu menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan fermentasi (pH, suhu, oksigen, konsentrasi gula).
4. Siswa mampu membandingkan hasil fermentasi notot dari 15 bahan baku berbeda, serta menjelaskan manfaat nata dalam bidang pangan dan pemanfaatan limbah.

Peta konsep

Materi



Hasil ahli materi dan ahli media, yang berdasarkan validasi diperoleh bahwa ensiklopedia pembuatan *Nata* berbagai bahan baku yang akan dikembangkan telah layak dalam segi isi atau materi, serta tampilan ensiklopedia pembuatan *Nata* berbagai bahan baku. sehingga dapat melanjutkan ketahap implementasi, guna untuk melihat kelayakan dan respon yang diberikan oleh peserta didik.

Dalam penelitian pengembangan ensiklopedia pada pelajaran bioteknologi fermentasi mengenai pembuatan *Nata* berbagai bahan baku berbasis kurikulum merdeka. Media yang dikembangkan dalam bentuk cetak. Ensiklopedia cetak merupakan salah satu sumber belajar yang menyajikan informasi secara sistematis, lengkap, dan terstruktur sehingga memudahkan peserta didik dalam memahami

suatu konsep secara lebih mendalam³¹. Media cetak juga memiliki keunggulan karena mudah digunakan, tidak bergantung pada perangkat teknologi, serta dapat digunakan secara fleksibel oleh peserta didik baik di dalam maupun di luar kelas³².

Pemilihan media ensiklopedia cetak dalam penelitian ini didasarkan pada kebutuhan peserta didik akan sumber belajar yang informatif, menarik, dan mudah dipahami, khususnya pada materi bioteknologi tentang proses fermentasi. Materi fermentasi dalam bioteknologi memerlukan penjelasan yang jelas mengenai konsep dasar, tahapan proses, serta berbagai contoh penerapannya dalam kehidupan sehari-hari³³. Dengan demikian, penyajian materi dalam bentuk ensiklopedia yang dilengkapi dengan gambar, ilustrasi, serta penjelasan yang sistematis diharapkan dapat membantu peserta didik memahami konsep fermentasi secara lebih konkret³⁴. Selain itu, pengembangan ensiklopedia ini juga sejalan dengan tuntutan Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran yang bermakna, kontekstual, serta mendorong peserta didik untuk belajar secara mandiri³⁵. Melalui media ensiklopedia ini, peserta didik dapat memperoleh informasi yang lebih luas mengenai berbagai bahan baku

³¹ Prastowo, Andi. 2015. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press.

³² Sadiman, Arief S., dkk. 2014. *Media Pendidikan: Pengertian, Pengembangan, dan Pemanfaatannya*. Jakarta: Rajawali Pers.

³³ Campbell, Neil A., dkk. 2018. *Biologi Edisi 11*. Jakarta: Erlangga.

³⁴ Pelczar, Michael J., dan Chan, E.C.S. 2016. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: UI Press.

³⁵ Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. 2022. *Panduan Pembelajaran dan Asesmen Kurikulum Merdeka*. Jakarta: Kemendikbudristek.

fermentasi, proses pembuatannya, serta manfaat produk fermentasi dalam kehidupan sehari-hari. Berikut merupakan tampilan ensiklopedia cetak tersebut yang dapat dilihat pada gambar 4.2, 4.3, 4.4, dan 4.5."

4. *Implementation (Implementasi)*

Implementasi adalah kegiatan yang direncanakan dan dilaksanakan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Implementasi bisa diartikan sebagai pelaksanaan atau penerapan. Kegiatan yang dilaksanakan akan dilihat sejauhmana peranannya dalam mencapai tujuan yang hendak dicapai. Implementasi memiliki tujuan yaitu untuk meningkatkan kualitas pembelajaran yang dilaksanakan oleh guru.³⁶ Pada tahap ini peneliti belum sampai pada tahap implementasi, peneliti hanya melakukan tahap uji praktikalitas. Uji praktikalitas adalah untuk mengukur sejauh mana suatu produk dapat digunakan secara efisien, jelas dan tidak menimbulkan kesulitan dalam pelaksanaannya.³⁷ Uji praktikalitas terdiri dari angket respon guru dan peserta didik. Peneliti menggunakan angket untuk mengetahui bagaimana respons penggunaan terhadap kelayakan ensiklopedia yang telah dikembangkan.

³⁶ Dwi Harmita, Hery Noer Aly. Implementasi Pengembangan dan Tujuan Kurikulum. Universitas Islam Negeri Fatmawati Soekarno. Jurnal Multilingual. Vol 3, No.1, 2023.

³⁷ Van Ven Akker, J. Curriculum Design Research. Pengantar Penelitian Desain Pendidikan, 2020.

5. Evaluation (Evaluasi)

Evaluasi merupakan tahapan yang digunakan untuk menilai kualitas atau kelayakan dari ensiklopedia yang telah dikembangkan. Namun tahap ini, ketika ensiklopedia telah dibuat mulai dari tahap analisis masalah hingga kesetiap tahap langkah-langkah penelitian dengan menggunakan model ADDIE. Adapun saran dan masukan dari validator ahli media, materi, guru dan siswa menjadi bahan pertimbangan yang digunakan untuk mengevaluasi modul yang dikembangkan oleh peneliti.

B. Hasil validasi

Validasi merupakan evaluasi terhadap produk awal yang telah dikembangkan untuk melihat aspek kebenaran isi media dan tampilan media yang melibatkan tim ahli yaitu ahli materi dan ahli media. Kemudian validator ahli materi adalah dari Dosen Biologi Universitas Islam Negeri Jurai Siwo Lampung (Nasrul Hakim, M.Pd) dan validator ahli media yaitu Dosen Biologi Universitas Islam Negeri Jurai Siwo Lampung (Anisatu Z. Wakhidah, S.Si., M.Si). Hasil penyajian data validasi produk dari tim ahli sebagai berikut:

1. Hasil Validasi Ahli Materi

Pada proses validasi ini yang bertindak sebagai validator ahli materi adalah bapak Nasrul Hakim, M.Pd. Validasi materi ini bertujuan untuk menilai kelayakan materi ensiklopedia pada materi fermentasi.

Proses validasi oleh ahli materi dilakukan sebanyak satu kali. Hasil validasi pertama oleh ahli materi dapat dilihat pada Tabel 4.2 sebagai berikut ini :

Tabel 4.2 Hasil Validasi Pertama Ahli Materi

Indikator	Deskriptor	Skor	Komentar/ Saran
Aspek Materi	Apakah materi yang disajikan sesuai dengan capaian pembelajaran bioteknologi kelas XII SMA	5	Sangat Baik
	Apakah konsep fermentasi dijelaskan secara ilmiah dan tidak menimbulkan miskonsepsi	2	Kurang di perbaiki lagi
	Kesesuaian dengan CP, TP, dan ATP	2	Kurang
	Apakah proses pembuatan <i>Nata</i> dijelaskan secara runtut dan sistematis	2	Kurang
	Apakah pembahasan 15 bahan baku <i>Nata</i> sudah lengkap dan relevan dengan konsep sumber karbon dalam fermentasi	2	Baik
	Apakah faktor-faktor yang memengaruhi fermentasi (pH,	3	Ditambahkan lagi

	suhu, oksigen, konsentrasi gula) dijelaskan secara benar		
	Apakah data, tabel, dan grafik yang disajikan sesuai dengan prinsip ilmiah	3	Cukup
Aspek Bahasa	Ketetapan struktur kalimat	2	Kurang
	Keefektifan Kalimat	3	Cukup
	Kebakuan Istilah	2	Kurang
	Ketetapan tata bahasa	3	Tambahkan lagi
	Kosistensi penggunaan istilah	2	Perlu diperbaiki
Aspek Pembelajaran	Pesan/informasi mudah di pahami	2	Kurang
	Keefektifan Penyampaian pesan / informasi secara cetak (Ensiklopedia)	2	Kurang efektif
	Mendorong rasa ingin tahu	3	Cukup dengan diperbaiki
	Meningkatkan Kemampuan bertanya	2	Kurang
	Meningkatkan Kemampuan menyampaikan materi	2	Kurang
	Memberi pemahaman terhadap materi Bioteknologi	2	Kurang, sesuaikan lagi

Jumlah skor yang diperoleh	44
Jumlah skor maksimum	90
Presentase kualitas media pembelajaran ensiklopedia <i>Nata</i>	$\frac{44}{90} \times 100 = 49\%$
Saran secara keseluruhan terhadap ensiklopedia <i>Nata</i>	Cukup
Kesimpulan	Layak diuji cobakan dilapangan dengan revisi

Berdasarkan Tabel 4.2 di atas diperoleh data bahwa hasil validasi materi diperoleh skor presentase sebesar 49% tergolong (Cukup) namun masih banyak saran perbaikan yang diberikan oleh validator terkait materi yang akan dikembangkan dari berbagai aspek. Revisi dilakukan sesuai dengan saran dan komentar dari ahli materi. Setelah dilakukan revisi, Ensiklopedia diserahkan kepada ahli materi beserta angket penilaian untuk dilakukan penilaian sehingga didapatkan hasil validasi kedua seperti terlihat pada Tabel 4.3 berikut ini :

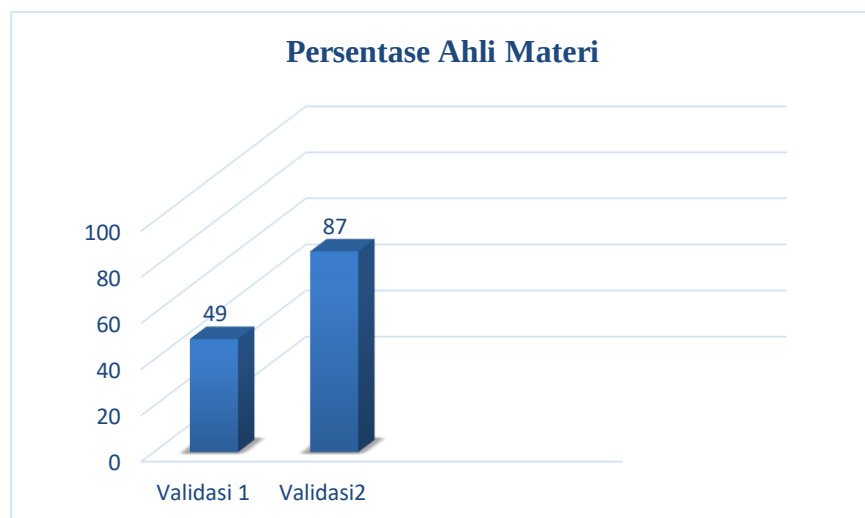
Tabel 4.3 Hasil Validasi Kedua Ahli Materi

Indikator	Deskriptor	Skor	Komentar/ Saran
Aspek Materi	Apakah materi yang disajikan sesuai dengan capaian pembelajaran bioteknologi kelas XII SMA	4	Baik
	Apakah konsep fermentasi dijelaskan secara ilmiah dan tidak menimbulkan miskonsepsi	4	Baik
	Kesesuaian dengan CP, TP, dan ATP	4	Baik

	Apakah proses pembuatan <i>Nata</i> dijelaskan secara runtut dan sistematis	4	Baik
	Apakah pembahasan 15 bahan baku <i>Nata</i> sudah lengkap dan relevan dengan konsep sumber karbon dalam fermentasi	5	Sangat Baik
	Apakah faktor-faktor yang memengaruhi fermentasi (pH, suhu, oksigen, konsentrasi gula) dijelaskan secara benar	5	Sangat Baik
	Apakah data, tabel, dan grafik yang disajikan sesuai dengan prinsip ilmiah	4	Baik
Aspek Bahasa	Ketetapan struktur kalimat	4	Baik
	Keefektifan Kalimat	4	Baik
	Kebakuan Istilah	4	Baik
	Ketetapan tata bahasa	5	Sangat baik
	Kosistensi penggunaan istilah	4	Baik
Aspek Pembelajaran	Pesan/informasi mudah di pahami	5	Sangat Baik
	Keefektifan Penyampaian pesan / informasi secara cetak (Ensiklopedia)	5	Sangat Baik
	Mendorong rasa ingin tahu	4	Baik
	Meningkatkan Kemampuan bertanya	4	Baik

Meningkatkan Kemampuan menyampaikan materi	4	Baik
Memberi pemahaman terhadap materi Bioteknologi	5	Sangat baik
Jumlah skor yang diperoleh	78	
Jumlah skor maksimum	90	
Presentase kualitas media pembelajran ensiklopedia <i>Nata</i>	$\frac{78}{90} \times 100 = 87\%$	
Saran secara keseluruhan terhadap ensiklopedia <i>Nata</i>	Sangat Baik	
Kesimpulan	Layak diuji cobakan dilapangan tanpa ada revisi	

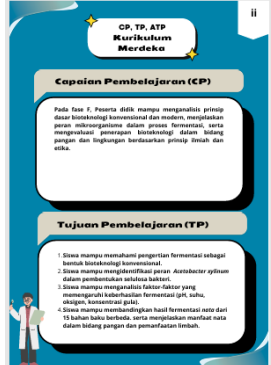
Berdasarkan Tabel 4.2 di atas diperoleh data bahwa hasil validasi materi kedua diperoleh skor presentase kelayakan materi mengalami peningkatan dari 49% menjadi 87% dengan kategori “Sangat Baik”. Kesimpulan produk sudah sangat baik dan layak digunakan. Berdasarkan hasil validasi materi yang dilakukan sebanyak dua kali dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Presentase Hasil Validasi Ahli Materi

Berdasarkan hasil validasi yang dilakukan oleh ahli materi dari produk berupa ensiklopedia pada materi Fermentasi dilakukan sesuai dengan saran yang diberikan oleh Bapak Nasrul Hakim, M.Pd. Revisi produk materi dilakukan sebanyak 2 kali, yaitu: Validasi pertama mendapatkan saran dan masukan perbaikan dari validator materi terhadap media ensiklopedia yang dikembangkan dapat dilihat pada Tabel 4.4 sebagai berikut.

Tabel 4.4 Hasil Revisi Ahli materi

No	Saran Perbaikan	Sebelum Perbaikan	Sesudah Perbaikan
1	Cover di ganti dan disesuaikan dengan isi materi.		
2	CP, TP, dan ATP ditambahkan jelaskan lagi dan background disesuaikan	Belum ada	
3	Diperbaiki dan disederhanakan, peta konsep cukup poinnya saja.	Belum ada	
4	Diperbaiki jangan terlalu banyak elemen yang terlalu penuh		

5	Tambahkan materinya lagi	Belum ada	
---	--------------------------	-----------	--

2. Hasil Validasi Ahli Media

Ensiklopedia pada materi fermentasi yang telah selesai dikembangkan, selanjutnya divalidasi oleh ahli media. Pada proses validasi ini yang bertindak sebagai validator ahli media adalah ibu Anisatu Z. Wakhidah, S.Si., M.Si. Validasi media ini bertujuan untuk melihat kelayakan tampilan desain dari produk yang dikembangkan. Proses validasi oleh validator ahli media dapat dilihat pada Tabel 4.5 sebagai berikut:

Tabel 4.5 Hasil Validasi Pertama Ahli Media

Indikator	Deskriptor	Skor	Komentar/ Saran
Aspek Kemenarikan Fisik	Kualitas bahan media pembelajaran Ensiklopedia	3	Cukup/mungkin menggunakan website yang bisa menayangkan media pembelajaran
	Keamanan bahan media pembelajaran Ensiklopedia	3	Cukup
	Daya tarik media pembelajaran Ensiklopedia	2	Kurang/ kombinasi warna yang digunakan kurang menarik
Aspek Tampilan	Bentuk media pembelajaran ensiklopedia	4	Baik
	Ukuran media pembelajaran ensiklopedia	4	Baik
	Jumlah halaman	3	Cukup
	Komposisi dan tata letak tulisan pada sampul/cover	2	Kurang/Perlu banyak perbaikan pada bagian ini
	Huruf pada judul menarik dan mudah dibaca	2	Kurang/ pilih huruf dengan perbedaan yang jelas antara judul/sub judul/isi
	Ilustrasi sampul menarik	3	Cukup
	Jenis huruf yang di gunakan dalam media pembelajaran	3	Cukup
	Ukuran huruf yang digunakan dalam media pembelajaran Ensiklopedia	2	Kurang, pilih huruf dengan perbedaan yang jelas

	Warna tulisan yang digunakan dalam media pembelajaran ensiklopedia	2	Kurang
	Kejelasan tulisan yang digunakan dalam media pembelajaran ensiklopedia	3	Cukup
	Warna <i>background</i> yang digunakan dalam media pembelajaran ensiklopedia	2	Kurang
	Letak penempatan tulisan dalam media pembelajaran ensiklopedia	2	Kurang
	Bahasa yang digunakan jelas dan mudah dipahami	3	Cukup
	Gambar yang di gunakan berkualitas	4	Baik
Aspek Pembelajaran	Media relevan yang di pelajari siswa	3	Cukup
	Kejelasan petunjuk penggunaan media	3	Cukup, tambahkan petunjuk pengguna
	Daya dukung media untuk membantu belajar	4	Baik
Jumlah skor yang diperoleh		57	
Jumlah skor maksimum		100	
Preaentase kualitas media pembelajaran ensiklopedia <i>Nata</i>		$\frac{57}{100} \times 100 = 57\%$	
Saran secara keseluruhan terhadap		Cukup	

ensiklopedia *Nata*

Kesimpulan

Tidak layak diujicobakan
dilapangan

Pada hasil validasi pertama yang tertera dalam Tabel 4.5 media yang disajikan dalam ensiklopedia materi fermentasi Tidak layak diuji cobakan di lapangan. Presentase yang didapat sebesar 57% dengan kategori “Cukup”. Revisi dilakukan sesuai dengan saran dan komentar dari ahli media. Setelah dilakukan revisi, media kembali diserahkan kepada ahli media beserta angket penilaian sehingga didapatkan hasil validasi kedua dari ahli media seperti pada Tabel 4.6 berikut ini:

Tabel 4.6 Hasil Validasi Kedua Ahli Media

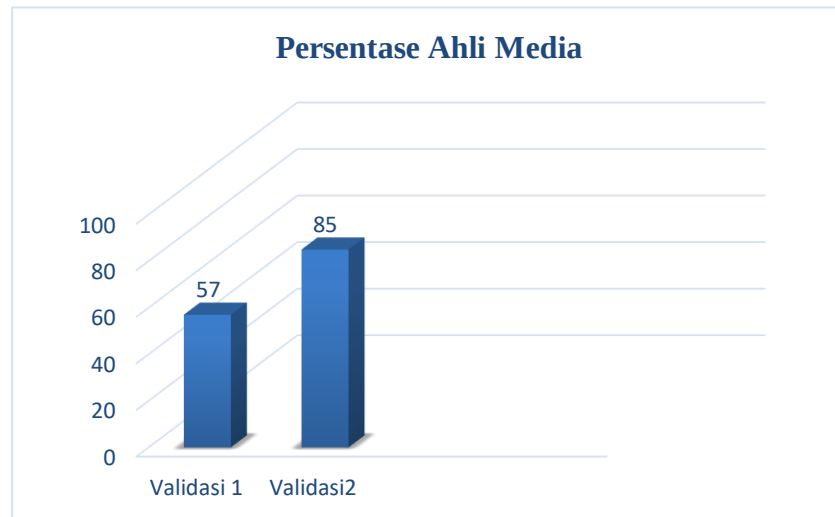
Indikator	Deskriptor	Skor	Komentar/ Saran
Aspek Kemenarikan Fisik	Kualitas bahan media pembelajaran Ensiklopedia	4	Baik
	Keamanan bahan media pembelajaran Ensiklopedia	4	Baik
	Daya tarik media pembelajaran Ensiklopedia	5	Sangat baik
Aspek Tampilan	Bentuk media pembelajaran ensiklopedia	5	Sangat baik
	Ukuran media pembelajaran ensiklopedia	5	Sangat baik

Jumlah halaman	5	Sangat baik
Komposisi dan tata letak tulisan pada sampul/cover	5	Sangat baik
Huruf pada judul menarik dan mudah dibaca	4	Baik
Ilustrasi sampul menarik	4	Baik
Jenis huruf yang di gunakan dalam media pembelajaran	4	Baik
Ukuran huruf yang digunakan dalam media pembelajaran Ensiklopedia	5	Sangat baik
Warna tulisan yang digunakan dalam media pembelajaran ensiklopedia	5	Sangat baik
Kejelasan tulisan yang digunakan dalam media pembelajaran ensiklopedia	4	Baik
Warna <i>background</i> yang digunakan dalam media pembelajaran ensiklopedia	5	Sangat baik
Letak penempatan tulisan dalam media pembelajaran ensiklopedia	4	Baik

	Bahasa yang digunakan jelas dan mudah dipahami	4	Baik
	Gambar yang di gunakan berkualitas	5	Sangat baik
Aspek Pembelajaran	Media relevan yang di pelajari siswa	4	Baik
	Kejelasan petunjuk penggunaan media	4	Baik
	Daya dukung media untuk membantu belajar	4	Baik
Jumlah skor yang diperoleh		85	
Jumlah skor maksimum		100	
Preaentase kualitas media pembelajaran ensiklopedia <i>Nata</i>		$\frac{85}{100} \times 100 = 85\%$	
Saran secara keseluruhan terhadap ensiklopedia <i>Nata</i>		Sudah baik	
Kesimpulan		Layak diujicobakan dilapangan dengan revisi	

Berdasarkan Tabel 4.6 di atas, diperoleh data bahwa hasil validasi ahli media mengalami peningkatan hasil penilaian indikator media pada ensiklopedia fermentasi seluruh revisi yang telah dilakukan didapatkan peningkatan skor presentase dari 57% menjadi 85% Layak diujicobakan dilapangan dengan revisi. Peningkatan ini mendapatkan kesimpulan bahwa media sudah layak untuk diuji cobakan di lapangan dengan revisi.

Berdasarkan hasil validasi media yang dilakukan sebanyak dua kali dapat

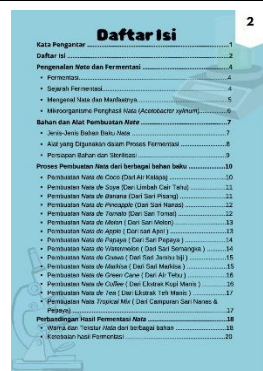
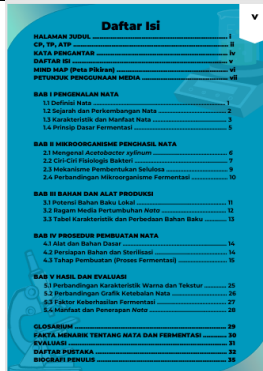


dilihat pada gambar 4.2 berikut ini:

Gambar 4.2 Presentase Hasil Validasi Ahli Media

Berdasarkan hasil validasi yang dilakukan oleh ahli materi terhadap produk Ensiklopedia pada materi Fermentasi, diperoleh beberapa masukan yang menjadi dasar dalam melakukan revisi produk. Masukan tersebut mencakup aspek kelayakan materi, bahasa, serta pembelajaran. Revisi dilakukan dengan tujuan untuk menyempurnakan isi Esiklopedia agar lebih akurat, sistematis, menarik, dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran di kelas. Adapun hasil revisi produk berdasarkan saran dari ahli materi yang disajikan dalam tabel berikut, yang memuat akurasi saran perbaikan, produk sebelum revisi, dan produk setelah revisi :

Tabel 4.7 Hasil Revisi Ahli Media

No	Saran Perbaikan	Sebelum Perbaikan	Sesudah Perbaikan
1	Kurang/ pilih huruf dengan perbedaan yang jelas antara judul/sub judul/isi		
2	Jangan mencantumkan produk bermerek pada produk mu		
3	Jenis jenis bahan pembuatan nata, bagian ini di awali dengan narasi singkat lebih dahulu. jangan langsung penjelasan jenis jenis nata		
4	Sebaiknya di buat perbab bukan per poin pada daftar isi		

C. Hasil Uji Respon

Uji coba respon dilakukan untuk memperoleh tanggapan dari guru dan siswa terhadap produk yang telah dikembangkan oleh peneliti.

1. Hasil respon guru

Desain ensiklopedia pada materi fermentasi untuk siswa SMA kelas XII dianggap layak oleh ahli media dan ahli materi, kemudian diuji cobakan kepada guru biologi di SMA Negeri 1 Metro. Uji respon dilakukan dengan menggunakan produk Ensiklopedia yang telah dikembangkan, sedangkan penilaian dilakukan melalui lembar angket yang diisi oleh guru. Hasil uji respon guru terhadap produk Ensiklopedia disajikan pada Tabel 4.8 berikut:

Tabel 4.8 Hasil Persepsi Guru Terhadap Ensiklopedia

Indikator	Deskriptor	skor	Komentar/ Saran
Aspek Kesesuaian Materi	Kesesuaian CP, TP, dan ATP	5	Sudah baik dan sesuai
	Kesesuaian materi dengan kebutuhan media pembelajaran	5	Sudah sangat menunjang kebutuhan pembelajaran terutama pada pratikum
	Kesesuaian materi dengan peserta didik	5	Untuk peserta didik Tingkat SMA sangat sesuai karena sangat jelas
	Tampilan materi menarik perhatian siswa	5	Sudah sangat menarik baik tulisan, gambar, warna

	Kejelasan Subtansi materi pembelajaran	5	Sudah sangat jelas
Aspek Tampilan	Ukuran dan bentuk huruf	5	-
	Kejelasan warna huruf	5	-
	Bahasa yang digunakan mudah dipahami	5	Sangat mudah dipahami
	Urutan materi yang disajikan dalam bahasa ajar	5	Sudah baik karena disusun sudah sistematis, logis dan juga berkesinambungan
	Ilustrasi sampul menarik	5	Ilustrasi sampul menarik mungkin bisa ditambahkan gambar beberapa bahan baku sehingga lebih menarik minat pembaca yang belum tahu tentang <i>Nata</i> selain <i>Nata de coco</i>
	Gambar sesuai dengan materi	5	-
Aspek penggunaan bahan ajar	Memudahkan guru dalam pelaksanaan pembelajaran	5	-
	Guru dan siswa tidak merasa bosan menggunakan ensiklopedia	5	-
Jumlah skor yang diperoleh			65
Jumlah skor maksimum			65
Presentase kualitas media pembelajaran ensiklopedia <i>Nata</i>			$\frac{65}{65} \times 100 = 100\%$

Saran secara keseluruhan terhadap ensiklopedia <i>Nata</i>	Ensiklopedia ini sudah baik dan sangat efektif sebagai media pembelajaran
Kesimpulan	Sangat Baik

Berdasarkan tabel 4.5 diatas diperoleh data bahwa hasil persentase presepsi guru secara keseluruhan terhadap media ensiklopedia pada konsep bioteknologi adalah 100% dikategorikan sangat baik.

2. Hasil respon siswa

Pengembangan media ensiklopedia ekosistem pada siswa kelas XII SMA Negeri 1 Metro kemudian di ujicobakan kepada peserta didik melalui angket penilaian subjek penelitian sebanyak 20 orang peserta didik. Hasil penilaian peserta didik dapat dilihat pada lampiran. Disajikan pada tabel 4.9 berikut ini:

Tabel 4.9 Hasil Persepsi Siswa Terhadap Ensiklopedia

No.	Pertanyaan	Jumlah Skor	Skor rata-rata
1	Tampilan Ensiklopedia ini menarik	39	3,9
2	Dengan menggunakan Ensiklopedia ini membuat suasana belajar menjadi tidak membosankan	41	4,1
3	Dengan adanya Ensiklopedia ini dapat membuat belajar jadi lebih mandiri	43	4,2

4	Sajian materi dan gambar sangat baik	43	4,3
5	Gambar membantu dalam memahami materi tentang fermentasi lebih mendalam	42	4,2
6	<i>Nata</i> dari berbagai bahan baku pada ensiklopedia ini mudah dipahami	44	4,4
7	Informasi tentang mikroorganisme pada ensiklopedia disajikan secara jelas	41	3,1
8	Bahasa yang digunakan bisa dipahami	43	4,3
9	Warna dan desain tidak mengganggu konsentrasi membaca	43	4,3
10	Glosarium membantu memahami istilah bioteknologi	43	4,3
Jumlah skor rata-rata		42,2	
Presentase		$\frac{42,2}{50} \times 100 = 84,4\%$	
Kategori		Sangat baik	

Berdasarkan hasil persentase uji coba siswa terhadap produk ensiklopedia ekosistem melalui angket penilaian yang diberikan kepada siswa sebanyak 20 orang diperoleh presentase produk yaitu 84,4% termasuk kategori “Sangat Baik” Berdasarkan hasil tersebut media ensiklopedia pada mata pelajaran biologi konsep bioteknologi sangat

layak digunakan. Berdasarkan hasil persepsi guru dan siswa dapat dilihat pada Gambar 4.3 sebagai berikut.



Gambar 4.3 Grafik hasil Persepsi Guru dan Persepsi Siswa

Berdasarkan hasil persepsi guru dan siswa mendapatkan nilai yang signifikan dengan persepsi guru yang diperoleh dengan presentase 100% termasuk dalam kategori “ Sangat Baik”. Adapun ujicoba Respon siswa dengan jumlah 20 orang siswa menggunakan angket penilaian mendapatkan presentase 84,4% yang tergolong dalam kategori “Sangat Baik”. Data yang diperoleh menggunakan skala Likert dengan menghitung skor rata-rata jawaban dari angket ujicoba produk dapat dilihat dengan rumus sebagai berikut:

(b)Uji coba produk oleh guru

$$\frac{\text{Jumlah skor rata-rata}}{\text{Jumlah skor maksimum}} \times 100 \%$$

$$\frac{65}{65} \times 100 = 100\%$$

(c) Uji coba produk oleh siswa

$$\frac{\text{Jumlah skor rata-rata}}{\text{Jumlah skor maksimum}} \times 100 \%$$

$$\frac{42,2}{50} \times 100 = 84,4\%$$

D. Kajian Produk Akhir

Produk akhir yang dihasilkan dari penelitian ini adalah sebuah media pembelajaran cetak berupa ensiklopedia yang mengkaji secara komprehensif bioproses fermentasi *nata* dari lima belas variasi bahan baku lokal. Berdasarkan seluruh rangkaian pengembangan menggunakan model ADDIE, kajian terhadap produk akhir ini dapat ditinjau dari tiga aspek utama, yaitu karakteristik struktural produk, relevansi konseptual terhadap keterampilan berpikir kreatif, dan kontribusi praktisnya di sekolah.

1. Dari segi karakteristik fisik dan substansi, ensiklopedia cetak ini didesain sebagai jembatan pembatas (gap) antara rumitnya data riset ilmiah murni dengan kebutuhan bahan ajar yang ramah bagi siswa SMA. Berbeda dengan buku teks biologi konvensional yang cenderung ringkas dalam membahas materi bioteknologi, produk ini menyajikan visualisasi data yang kaya, alur kerja laboratorium yang konkret, serta penekanan pada nomenklatur ilmiah seperti *Acetobacter xylinum* yang ditulis secara konsisten mengikuti kaidah penulisan biologi. Struktur visual yang divalidasi oleh ahli media dan ahli materi memastikan

bahwa tampilan tata letak cetak tidak hanya menarik secara estetika, tetapi juga memiliki tingkat keterbacaan yang tinggi sehingga mempermudah transmisi informasi ilmiah yang kompleks menjadi lebih kontekstual.³⁸

2. Keterkaitan produk dengan orientasi keterampilan berpikir kreatif siswa kelas XII terletak pada diversifikasi konten yang disajikan. Melalui pemaparan lima belas bahan baku alternatif yang mencakup pemanfaatan limbah dan potensi lokal di sekitar lingkungan siswa ensiklopedia ini secara tidak langsung memicu aspek *fluency* (kelancaran berpikir) dan *originality* (keaslian ide) siswa. Ketika dihadapkan pada variasi substrat selain air kelapa, siswa distimulasi untuk mengeksplorasi gagasan baru mengenai optimalisasi fermentasi. Validasi ahli dan hasil uji coba lapangan menegaskan bahwa penyajian materi yang bersifat eksploratif ini mampu memfasilitasi siswa untuk berpikir divergen, di mana mereka tidak lagi memandang bioteknologi konvensional sebagai hafalan prosedur baku, melainkan sebagai ruang inovasi yang terbuka luas.³⁹
3. Dari aspek implementasi praktis, tingkat kepraktisan yang tinggi dari respon guru dan peserta didik menunjukkan bahwa produk ini memenuhi kriteria sebagai media yang *user-friendly* di dalam ekosistem

³⁸ Rayendra Rayendra, dkk., "Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Cetak Menggunakan Model ADDIE," *Jurnal Teknologi Pendidikan* 22, no. 2 (2020): hlm. 98-102

³⁹ Sri Dwi Astuti dan Endang Nurcahyani, "Pengembangan Ensiklopedia Bioteknologi untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa SMA," *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia* 6, no. 3 (2020): hlm. 415-422

kelas.⁴⁰ Penyerahan produk akhir kepada SMA Negeri 1 Metro menjadi langkah strategis untuk memperkaya variasi sumber belajar mandiri. Keberadaan ensiklopedia cetak ini memberikan alternatif konkret bagi guru untuk menyelenggarakan pembelajaran biologi yang inovatif dan berbasis potensi lokal, sekaligus mendukung implementasi Kurikulum Merdeka yang menuntut adanya pembelajaran yang bermakna, kontekstual, dan berorientasi pada penyelesaian masalah lingkungan sekitar.

1. Analyze (Analisis)

Tahap analisis dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan guru dan siswa terhadap bahan ajar biologi pada materi Fermentasi. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru Biologi serta penyebaran angket kepada peserta didik di SMA Negeri 1 Metro, ditemukan bahwa proses pembelajaran masih didominasi oleh metode ceramah dengan bahan ajar konvensional berupa buku cetak, papan tulis dan modul. Media tersebut dinilai kurang mampu menarik perhatian siswa dan tidak mendukung pembelajaran aktif. Hasil pra-survei juga menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mengalami kesulitan memahami konsep-konsep kompleks seperti bioteknologi konvensional, dan menggunakan mikroorganisme fermentasi dengan alat sederhana. Siswa membutuhkan bahan ajar yang interaktif, menarik. Berdasarkan temuan tersebut, pengembangan Ensiklopedia dipandang tepat untuk

⁴⁰ I Made Tegeh, *Model Penelitian Pengembangan dalam Pembelajaran* (Yogyakarta: Graha Ilmu, 2014), hlm. 89.

menjawab kebutuhan siswa serta mendorong keterlibatan aktif dan keterampilan berpikir kreatif dalam proses belajar biologi.

2. Design (Perancangan)

Perancangan media ensiklopedia membutuhkan desain atau rancangan, sedangkan desain produk dalam pengembangan ini yang pertama terlebih dahulu menentukan CP, TP, ATP dan tujuan pembelajaran sesuai dengan kurikulum yang digunakan pada materi bioteknologi. Bagian ensiklopedia terdiri dari cover, halaman judul, daftar isi, CP, TP, dan ATP, materi, biografi penulis, daftar pustaka, cover belakang. Ensiklopedia dibuat dengan ukuran kertas 17.6 x 25 cm, ukuran font 10 sampai 46 serta spasi 2,3 lines. Jenis font yang digunakan adalah hussar bold, open sans, league spartan, rubik bubbles dan amiro dari bagian cover dan isi. Desain yang interaktif ini bertujuan menciptakan pengalaman belajar yang menyenangkan dan mendorong siswa kreatif dalam proses pembelajaran.⁴¹

(d) Development (Pengembangan)

Tahap pengembangan dilakukan untuk mewujudkan rancangan desain menjadi produk Ensiklopedia yang siap diuji. Proses pengembangan mencakup pembuatan media cetak menggunakan Canva. Produk yang dihasilkan kemudian divalidasi oleh dua ahli, yaitu

⁴¹ Miftah, M., & Syamsurijal, S. (2024). Pengembangan Indikator Pembelajaran Aktif, Inovatif, Komunikatif, Efektif, dan Menyenangkan untuk Meningkatkan Minat dan Motivasi Belajar Siswa. *Edu Cendikia: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 4 (01), 95-106.

ahli materi dan ahli media. Validasi ahli materi dilakukan sebanyak 2 tahap oleh Bapak Nasrul Hakim, M.Pd., dengan hasil berturut-turut 49% (cukup layak), 87% (Sangat baik dengan revisi). Peningkatan hasil validasi menunjukkan bahwa revisi yang dilakukan sesuai dengan masukan ahli, seperti penambahan ilustrasi mikroorganisme, penyempurnaan bahasa, dan penyusunan materi yang lebih sistematis. Sementara itu, validasi ahli media dilakukan oleh ibu Anisatu Z. Wakhidah, S.Si., M.Si., sebanyak dua kali, dengan hasil 57% pada tahap pertama dan 85%. Hasil ini menandakan bahwa produk telah memenuhi aspek tampilan, kemenarikan fisik, dan kesesuaian media pembelajaran. Dengan demikian, Ensiklopedia yang dikembangkan dinyatakan layak untuk diujicobakan dengan revisi lebih lanjut.

(e) *Implementation* (Implementasi)

Tahap implementasi dilakukan untuk mengetahui tingkat kepraktisan dan penerimaan pengguna terhadap produk yang dikembangkan.⁴² Uji coba terbatas dilakukan kepada satu guru Biologi dan 20 siswa kelas XII di SMA Negeri 1 Metro. Guru dan siswa diberikan kesempatan untuk menggunakan Esiklopedia serta memberikan penilaian melalui angket. Berdasarkan hasil uji respon guru, diperoleh nilai 100% dengan kategori “Sangat baik”, yang menunjukkan bahwa guru menilai isi dan tampilan Ensiklopedia sangat

⁴² Nesri, FDP, & Kristanto, YD (2020). Pengembangan modul ajar berbantuan teknologi untuk mengembangkan kecakapan abad 21 siswa. AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika, 9 (3), 480-492.

baik, menarik, dan layak digunakan dalam pembelajaran. Sementara itu, hasil uji respon siswa menunjukkan nilai rata-rata 84,4% dengan kategori “Sangat baik”. Siswa menyatakan bahwa Ensiklopedia mudah digunakan, tampilannya menarik, dan membantu memahami materi Fermentasi dengan lebih mudah melalui kegiatan berbasis proyek yang kontekstual. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa produk Esiklopedia memiliki tingkat kelayakan yang sangat tinggi dan mendapatkan respon positif dari pengguna.

(f) *Evaluation* (Evaluasi)

Tahap evaluasi dilakukan untuk meninjau keseluruhan hasil pengembangan berdasarkan saran dari para validator dan pengguna. Evaluasi dilaksanakan secara formatif pada tahap validasi dan implementasi untuk memastikan bahwa produk telah memenuhi kriteria kevalidan, kepraktisan, dan kelayakan. Berdasarkan hasil penilaian, Ensiklopedia Proses Pembuatan *Nata* Dari Berbagai Bahan Baku dinyatakan valid dengan hasil uji ahli materi dan ahli media yang mencapai kategori “Sangat Baik”. Selain itu, hasil uji kelayakan yang diperoleh dari guru dan siswa juga menunjukkan kategori “Sangat Baik”, sehingga produk dapat digunakan dalam pembelajaran biologi. Evaluasi ini juga menegaskan bahwa Ensiklopedia telah relevan dengan kurikulum, dan berpotensi besar memfasilitasi keterampilan berpikir kreatif dalam memahami konsep-konsep biologi. Oleh karena itu, Ensiklopedia berbasis kurikulum merdeka yang dikembangkan layak

digunakan sebagai media pembelajaran inovatif di sekolah.

E. Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan penelitian ini bertujuan untuk memberikan konteks dan batasan terhadap hasil yang diperoleh, khususnya yang berkaitan dengan ruang lingkup pengembangan produk Ensiklopedia Proses Pembuatan *Nata* Dari Berbagai Bahan Baku, untuk memfasilitasi keterampilan berpikir kreatif siswa kelas XII. Adapun batasan dalam penelitian pengembangan ini meliputi:

1. Keterbatasan pada Tahap Uji Coba Produk

Penelitian ini hanya dilakukan pada tahap uji coba terbatas (*small group trial*), sehingga belum mencakup uji coba lapangan secara luas (*field testing*). Hal ini menyebabkan generalisasi hasil penelitian masih terbatas pada subjek penelitian yang digunakan.

2. Keterbatasan Subjek Penelitian

Subjek penelitian hanya melibatkan peserta didik dari satu sekolah, yaitu siswa kelas XII, sehingga hasil penelitian belum dapat mewakili kondisi seluruh siswa SMA dengan karakteristik yang berbeda.

3. Keterbatasan Pengukuran Efektivitas

Penelitian ini lebih menekankan pada aspek kelayakan dan kepraktisan media, sehingga belum dilakukan pengukuran secara mendalam terhadap peningkatan hasil belajar siswa melalui desain eksperimen (misalnya pretest-posttest atau kontrol eksperimen).

4. Keterbatasan Bentuk Produk

Produk yang dikembangkan masih berupa media ensiklopedia cetak (atau semi-digital), sehingga belum sepenuhnya memanfaatkan teknologi interaktif seperti multimedia berbasis digital atau aplikasi pembelajaran.

5. Keterbatasan Materi yang Dikembangkan

Materi dalam ensiklopedia difokuskan pada topik bioteknologi konvensional khususnya proses pembuatan *nata*, sehingga belum mencakup keseluruhan materi bioteknologi secara luas, seperti bioteknologi modern (rekayasa genetika, kultur jaringan, dan lain-lain).

6. Keterbatasan Variasi Uji Laboratorium

Ensiklopedia memuat 15 variasi bahan baku *nata*, penelitian ini tidak melakukan uji eksperimen laboratorium secara langsung pada seluruh variasi tersebut, melainkan sebagian didasarkan pada studi literatur dan penelitian terdahulu.

7. Keterbatasan Waktu dan Sumber Daya

Keterbatasan waktu penelitian serta sumber daya yang tersedia menjadi faktor yang membatasi proses pengembangan, terutama dalam hal penyempurnaan desain media dan perluasan uji coba produk.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan Tentang Produk

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan Ensiklopedia Proses Pembuatan *Nata* untuk memfasilitasi keterampilan berpikir kreatif siswa kelas XII, dapat disimpulkan hal-hal berikut:

1. Penelitian ini menghasilkan produk Ensiklopedia Proses Pembuatan *Nata* untuk memfasilitasi keterampilan berpikir kreatif siswa kelas XII SMA Negeri 1 Metro. Pengembangan dilakukan menggunakan model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) dengan tujuan menghasilkan produk pembelajaran yang valid, layak, dan praktis digunakan di kelas.
2. Hasil validasi oleh ahli materi menunjukkan peningkatan kualitas dari tahap pertama hingga kedua, dengan skor akhir sebesar 87% (kategori "Sangat Baik"), yang menandakan bahwa isi, kebahasaan, dan aspek pembelajaran telah memenuhi standar kelayakan. Hasil validasi oleh ahli media juga menunjukkan hasil yang sangat baik, yaitu 85% (kategori "Sangat baik"), mencerminkan bahwa tampilan visual, kemenarikan fisik, dan keterpaduan media sudah optimal.
3. Hasil respon guru terhadap produk mencapai 100% (kategori "Sangat Baik"), yang berarti Esiklopedia mudah digunakan dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran biologi. Sedangkan hasil respon siswa

memperoleh nilai 84,4% (kategori “Sangat Baik”), menunjukkan bahwa siswa merasa tertarik, terbantu dalam memahami materi Fermentasi, serta lebih termotivasi belajar melalui kegiatan berbasis proyek yang disajikan. Secara keseluruhan, produk Esiklopedia ini telah dinyatakan layak, sangat baik digunakan sebagai media pembelajaran interaktif pada materi fermentasi di kelas XII SMA. Produk ini diharapkan dapat mendukung pembelajaran biologi yang lebih menarik, kontekstual, serta memfasilitasi pengembangan keterampilan berpikir kreatif siswa sesuai tuntutan pembelajaran abad ke-21.

e. Saran Pemanfaatan Produk.

Saran berikut didasarkan pada temuan hasil penelitian dan diarahkan kepada pihak-pihak terkait untuk pemanfaatan dan pengembangan lebih lanjut.

- (a) Bagi Guru Biologi, Esiklopedia ini dapat dimanfaatkan sebagai alternatif media pembelajaran bioteknologi yang interaktif, kontekstual, dan berorientasi pada proyek. Guru disarankan untuk menyesuaikan konteks proyek dengan kondisi serta karakteristik siswa agar pembelajaran menjadi lebih bermakna dan mendorong kreativitas siswa.
- (b) Peserta didik diharapkan dapat menggunakan ensiklopedia ini sebagai sumber belajar mandiri untuk memperdalam pemahaman mengenai konsep fermentasi dan bioteknologi. Selain itu, siswa dapat mencoba melakukan eksperimen sederhana berdasarkan informasi yang tersedia dalam ensiklopedia.

(c) Penelitian ini masih memiliki keterbatasan, sehingga disarankan bagi peneliti selanjutnya untuk mengembangkan media dalam bentuk digital interaktif (e-ensiklopedia atau aplikasi), melakukan uji efektivitas dengan desain eksperimen (pretest-posttest), memperluas cakupan materi bioteknologi, termasuk bioteknologi modern, melakukan uji coba dalam skala yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Anjani, R., dkk. (2021). Pemanfaatan sari pepaya sebagai bahan baku alternatif pembuatan *Nata*. *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*, 16(1), 23–31.
- Campbell, N. A., Reece, J. B., & Mitchell, L. G. (2018). *Biologi Edisi 11*. Jakarta: Erlangga.
- Dewi, R. K. (2020). Pengaruh variasi konsentrasi sukrosa terhadap kualitas *Nata de Coco* dari air kelapa. *Jurnal Biologi dan Pembelajaran Biologi*, 5(1), 12–20.
- Diantari, L. P. E., dkk. (2018). Pengembangan e-modul berbasis mastery learning untuk mata pelajaran KKPI kelas XI. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)*, 7(1), 33–41.
- Dinas Pendidikan Provinsi Lampung. (2023). *Profil Sarana dan Prasarana Sekolah Menengah Atas di Provinsi Lampung Tahun 2023*. Bandar Lampung: Disdik Lampung.
- Fadhilah, A., dkk. (2018). Kualitas *Nata de Coco* dari berbagai sumber karbon. *Jurnal Bioteknologi dan Biosains Indonesia*, 5(2), 101–110.
- Fitriani, R., & Kurnia, D. (2020). Pemanfaatan limbah cair tahu sebagai substrat pembuatan *Nata de Soya*. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 11(1), 45–53.
- Handayani, S., dkk. (2021). Pengaruh konsentrasi sari nanas terhadap kualitas *Nata de Pineapple*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 7(2), 88–96.
- Hidayat, N., & Mulyani, S. (2020). Karakteristik *Nata de Watermelon* dari sari semangka dengan variasi konsentrasi gula. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 8(3), 112–120.
- Iswahyudi, M. S., dkk. (2023). *Buku Ajar Metodologi Penelitian*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Jogiyanto Hartono, M. (2018). *Metoda Pengumpulan dan Teknik Analisis Data*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Kartikasari, D. (2023). Kombinasi bahan baku lokal dalam optimasi produksi *Nata* berbasis *Acetobacter xylinum*. *Jurnal Bioteknologi Terapan*, 10(1), 55–64.
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2022). *Panduan Implementasi Kurikulum Merdeka*. Jakarta: Kemendikbudristek.

- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2022). *Panduan Pembelajaran dan Asesmen Kurikulum Merdeka*. Jakarta: Kemendikbudristek.
- Lestari, P., & Yuliani, R. (2019). Pengaruh konsentrasi starter terhadap kualitas *Nata de Apple*. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 12(1), 33–41.
- Maryono, dkk. (2017). *Ensiklopedi: Koleksi Rujukan dengan Informasi Mendasar dan Lengkap Soal Ilmu Pengetahuan*. Informasi dan Publikasi.
- Matondang, Z., & Nasution, H. F. (2022). *Praktik Analisis Data: Pengolahan Ekonometrika dengan Eviews dan SPSS*. Merdeka Kreasi Group.
- Miftah, M., & Syamsurijal, S. (2024). Pengembangan indikator pembelajaran aktif, inovatif, komunikatif, efektif, dan menyenangkan untuk meningkatkan minat dan motivasi belajar siswa. *Edu Cendikia: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 4(1), 95–106.
- Mulyani, S., & Armianti. (2019). Pengembangan media ensiklopedia dalam pembelajaran sains di sekolah menengah. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 6(2), 77–85.
- Muthu, S. S., & Rathinamoorthy, R. (2021). *Bacterial Cellulose: Sustainable Material for Textiles*. Springer.
- Nesri, F. D. P., & Kristanto, Y. D. (2020). Pengembangan modul ajar berbantuan teknologi untuk mengembangkan kecakapan abad 21 siswa. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 9(3), 480–492.
- Nguyen, H. H. M., dkk. (2023). Preparation of Cu-modified bacterial cellulose aerogels derived from *Nata de Coco* towards the enhanced adsorption of hydrophobic organic solvents. *Journal of Porous Materials*, 30(4), 1195–1205.
- Nguyen, H. M. H., dkk. (2023). Bacterial cellulose-based material from coconut water as efficient green adsorbent for heavy metal cations. *Chemical Engineering & Technology*, 46(12), 2547–2559.
- Nugraha, A. (2021). Optimasi fermentasi *Nata de Soya* menggunakan limbah cair industri tahu. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 14(2), 67–75.
- Pelczar, M. J., & Chan, E. C. S. (2016). *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: UI Press.
- Pham, H., dkk. (2023). Optimization of fermentation conditions for bacterial cellulose production by *Acetobacter xylinum*. *Carbohydrate Polymers*, 301, 120–131.
- Prasetyo, E., & Ningsih, W. (2021). Kesulitan siswa SMA dalam memahami materi bioteknologi. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 9(2), 112–121.

- Prastowo, A. (2015). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press.
- Pusat Penelitian Kebijakan Balitbang Kemdikbud. (2023). *Laporan Nasional Penggunaan Media Pembelajaran Sains di Sekolah Menengah Atas*. Jakarta: Kemdikbud.
- Putra, R. (2020). Pemanfaatan sari markisa sebagai medium fermentasi *Nata de Markisa*. *Jurnal Teknologi Pangan*, 9(1), 34–42.
- Putri, A. (2019). Pengaruh konsentrasi sari nanas terhadap karakteristik *Nata de Pineapple*. *Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian*, 3(2), 56–63.
- Putri, A. (2020). Pengembangan media ensiklopedia dalam pembelajaran bioteknologi SMA. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 11(1), 45–54.
- Radeswandri, R., Sholihan, T. N., & Vebrianto, R. (2023). Pengembangan instrumen untuk mengukur penggunaan media LKPD berbasis socio scientific issue. *Cokroaminoto Journal of Primary Education*, 6(1), 35–42.
- Rahmawati, F. (2022). Karakteristik fisik dan kimia *Nata de Tomato* dari sari tomat dengan variasi penambahan sukrosa. *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian*, 27(1), 11–19.
- Robert Maribe Branch (2009), *Instructional Design: The ADDIE Approach* New York: Springer: ISBN:978-0-387-09505-9
- Rizkiana, A. (2020). Potensi ekstrak kopi sebagai substrat alternatif pembuatan *Nata de Coffee*. *Jurnal Bioteknologi Agro-Industri*, 5(2), 78–86.
- Rohmah, N. (2021). Karakteristik *Nata de Guava* dari sari jambu biji merah. *Jurnal Pangan Halal*, 3(1), 22–30.
- Rustandi, A. (2021). Penerapan model ADDIE dalam pengembangan media pembelajaran di SMPN 22 Kota Samarinda. *Jurnal Fasilkom*, 11(2), 57–60.
- Sadiman, A. S., dkk. (2014). *Media Pendidikan: Pengertian, Pengembangan, dan Pemanfaatannya*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Safitri, M., & Aziz, M. R. (2022). ADDIE, sebuah model untuk pengembangan multimedia learning. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 3(2), 50–58.
- Sari, D., & Lestari, P. (2020). Pengaruh konsentrasi sari pisang terhadap kualitas *Nata de Banana*. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 21(2), 99–107.
- Sugihartini, N., & Yudiana, K. (2018). ADDIE sebagai model pengembangan media instruksional edukatif (MIE) mata kuliah kurikulum dan pengajaran. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 15(2), 277–286.

- Susanti, E., dkk. (2018). Desain video pembelajaran yang efektif pada pendidikan jarak jauh: studi di Universitas Terbuka. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 3(2), 167–185.
- Susanti, R. (2021). Pemanfaatan media cetak dalam pembelajaran bioteknologi untuk SMA. *Jurnal Pendidikan dan Sains*, 8(2), 132–140.
- Sugiyono. (2024). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D (Edisi 2, Cetakan ke-30). Bandung: Alfabeta. ISBN: 979-8433-64-0.
- Syamsudin, A. (2021). Karakteristik *Nata de Apple* dari sari apel dengan variasi konsentrasi starter. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Pertanian*, 6(1), 44–52.
- Wahyuni, S., & Darmadi, H. (2021). Pemanfaatan ekstrak teh manis sebagai medium fermentasi *Nata de Tea*. *Jurnal Bioteknologi dan Lingkungan*, 4(2), 61–69.
- Widodo, T., & Ningsih, R. (2020). Pengaruh pH dan suhu fermentasi terhadap kualitas *Nata de Melon*. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*, 19(1), 30–38.
- Wijaya, H., & Santoso, B. (2021). Potensi air tebu sebagai substrat produksi *Nata de Green Cane*. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 31(2), 145–153.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Analisis kebutuhan siswa

Daftar Pertanyaan Wawancara

1. Bagaimana pendapat Anda mengenai pembelajaran Biologi pada materi Bioteknologi yang selama ini berlangsung di kelas, apakah sudah cukup mudah dipahami atau masih terasa sulit?
2. Media pembelajaran apa saja yang biasa digunakan oleh guru dalam menyampaikan materi Bioteknologi, khususnya pada sub materi proses pembuatan Nata?
3. Apakah media pembelajaran yang digunakan saat ini sudah cukup membantu Anda memahami konsep fermentasi dan proses pembuatan Nata secara menyeluruh?
4. Kesulitan apa yang paling sering Anda rasakan ketika mempelajari materi Bioteknologi, terutama yang berkaitan dengan proses fermentasi dan berbagai bahan baku pembuatan Nata?
5. Apakah Anda pernah menggunakan ensiklopedia, baik cetak maupun digital, sebagai sumber belajar mandiri dalam mata pelajaran Biologi?
6. Seberapa sering Anda mencari sumber belajar tambahan di luar buku teks untuk memahami materi Bioteknologi, dan sumber belajar seperti apa yang paling sering Anda gunakan?
7. Bagaimana menurut Anda jika dikembangkan sebuah media ensiklopedia yang membahas secara lengkap proses pembuatan Nata dari berbagai bahan baku lokal seperti air kelapa, sari nanas, sari pisang, dan bahan alami lainnya?
8. Tampilan dan penyajian media pembelajaran seperti apa yang menurut Anda paling menarik dan mudah dipahami, apakah yang banyak gambar, penjelasan singkat, atau yang dilengkapi dengan tahapan proses secara visual?
9. Apakah Anda merasa bahwa materi Bioteknologi yang dipelajari di sekolah sudah cukup mengaitkan konsep dengan kehidupan sehari-hari dan potensi bahan baku lokal di sekitar lingkungan Anda?
10. Jika tersedia media ensiklopedia tentang proses pembuatan Nata dari berbagai bahan baku, fitur atau informasi apa yang paling Anda harapkan ada di dalamnya agar media tersebut benar-benar membantu proses belajar Anda?

Lampiran 2. Hasil Respon Uji Coba Guru

LEMBAR PENILAIAN GURU TERHADAP PENGEMBANGAN MEDIA ENSIKLOPEDIA PROSES PEMBUATAN NATA DARI BERBAGAI BAHAN BAKU SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN KELAS XII SMA

Nama : *Ria Puspita Sari*
Hari / Tanggal : *Jumat, 6 Maret 2026*

Petunjuk Pengisian Lembar penilaian :

Lembar penilaian ini bertujuan untuk mengetahui pendapat bapak/ ibu tentang "Pengembangan media ensiklopedia proses pembuatan nata dari berbagai bahan baku sebagai media pembelajaran kelas XII SMA". Pendapat, penilaian, saran, dan koreksi dari bapak/ ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas dari media pembelajaran ini. Untuk itu, kami mohon kepada bapak/ibu dapat memberikan tanda *checklist* "☑" pada kolom penilaian berikut sesuai dengan pendapat bapak/ibu.

Keterangan :

- ☑ 1 = Sangat kurang
- ☑ 2 = Kurang
- ☑ 3 = Cukup
- ☑ 4 = Baik
- ☑ 5 = Sangat Baik

A. Kolom Penilaian

No.	Pertanyaan	Penilaian				
		1	2	3	4	5
Aspek Kesesuaian Materi						
1.	Kesesuaian CP, TP, ATP					✓
Saran Perbaikan : ... sudah baik dan sesuai						

2.	Kesesuaian materi dengan kebutuhan media pembelajaran					✓
Saran Perbaikan : ... <i>tidak sangat menunjang kebutuhan pembelajaran terutama pada praktikum</i>						
3.	Kesesuaian materi dengan peserta didik					✓
Saran Perbaikan : ... <i>untuk peserta didik tingkat SMA sangat sesuai karena sangat jelas</i>						
4.	Tampilan materi menarik perhatian siswa					✓
Saran Perbaikan : ... <i>tidak sangat menarik baik tulisan, gambar maupun warna</i>						
5.	Kejelasan substansi materi pembelajaran					✓
Saran Perbaikan : ... <i>tidak sangat jelas</i>						

Aspek Tampilan						
6.	Ukuran dan bentuk huruf					✓
Saran Perbaikan : ...						
7.	Kejelasan warna huruf					✓
Saran Perbaikan : ...						
8.	Bahasa yang digunakan mudah di pahami					✓
Saran Perbaikan : ... <i>sangat mudah di pahami</i>						
9.	Urutan materi yang disajikan dalam bahan ajar					✓
Saran Perbaikan : ... <i>sudah baik karena disusun sudah berurutan, logis dan juga berkesinambungan</i>						

10.	Ilustrasi sampul menarik						✓
Saran Perbaikan : ... <i>Ilustrasi sampul menarik mungkin bisa ditambahkan gambar beberapa bahan baku sehingga lebih menarik minat pembaca yg belum tahu tentang nata selain nata de coco</i>							
11.	Gambar sesuai dengan materi						✓
Saran Perbaikan : ... 							
Aspek Penggunaan Bahan ajar							
12.	Memudahkan guru dalam pelaksanaan pembelajaran						✓
Saran Perbaikan : ... 							
13.	Guru dan siswa tidak merasa bosan menggunakan Ensiklopedia						✓
Saran Perbaikan : ... 							

B. Saran dan Komentar

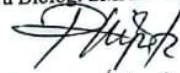
Ensiklopedia ini sudah baik dan sangat efektif sebagai media pembelajaran

terutama untuk peserta didik tingkat
SMA pada mata pelajaran Biologi
konsep Bioteknologi

APD ini telah disetujui oleh Pembimbing

Metro, 6 Maret 2026

Guru Biologi SMAN 1 Metro



Ria Puspita Sari, S.Pi
NIP. 198201132010012014

Lampiran 3. Hasil Respon Uji Coba Siswa

**LEMBAR PENILAIAN SISWA TERHADAP PENGEMBANGAN MEDIA
ENSIKLOPEDIA PROSES PEMBUATAN NATA DARI BERBAGAI BAHAN BAKU
SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN KELAS XII SMA**

Nama : Ayu Aditya
Kelas : XII.10
Hari/Tanggal : Febu 2026

Petunjuk pengisian lembar penilaian :

Bacalah dengan seksama, Kemudian berilah tanda *Checklist* ☒ dibawah kolom penilaian berikut sesuai dengan pendapat anda.

Keterangan :

- ☒ 1 = Sangat kurang
- ☒ 2 = Kurang
- ☒ 3 = Cukup
- ☒ 4 = Baik
- ☒ 5 = Sangat Baik

A. Kolom Penilaian

No.	Pertanyaan	Penilaian				
		1	2	3	4	5
1.	Tampilan Ensiklopedia ini menarik					✓
2.	Dengan menggunakan Ensiklopedia ini membuat suasana belajar menjadi tidak membosankan					✓
3.	Dengan adanya Ensiklopedia ini dapat membuat belajar jadi lebih mandiri					✓
4.	Sajian materi dan gambar sangat baik					✓
5.	Gambar membantu memahami materi tentang Fermentasi lebih mendalam					✓
6.	Nata dari berbagai bahan baku pada Ensiklopedia ini mudah dipahami					✓
7.	Informasi tentang mikroorganisme pada Ensiklopedia di sajikan secara jelas.					✓

8.	Bahasa yang digunakan mudah dipahami					✓
9.	Warna dan desian tidak mengganggu konsentrasi membaca					✓
10.	Glosarium membantu memahami istilah bioteknologi					✓

Terima Kasih atas Waktunya.

Lampiran 4. Dokumentasi Uji Coba Guru



Lampiran 5. Bukti Uji Coba Siswa



Lampiran 6. Validasi ahli materi

**ANGKET VALIDASI AHLI MATERI TERHADAP PENGEMBANGAN MEDIA
ENSIKLOPEDIA PROSES PEMBUATAN NATA DARI BERBAGAI BAHAN BAKU
SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN KELAS XII SMA**

Nama Ahli : Nasrul Hakim, M.Pd
NIP / NIDN : 198704182019031007
Bidang Keahlian : Biologi
Hari / Tanggal : 05 Maret 2026.

Petunjuk Pengisian Lembar penilaian :

Lembar penilaian ini bertujuan untuk mengetahui pendapat bapak/ ibu tentang " Pengembangan media ensiklopedia proses pembuatan nata dari berbagai bahan baku sebagai media pembelajaran kelas XII SMA". Pendapat, penilaian, saran, dan koreksi dari bapak/ ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas dari media pembelajaran ini. Untuk itu, kami mohon kepada bapak/ibu dapat memberikan tanda *checklist* "☑" pada kolom penilaian berikut sesuai dengan pendapat bapak/ibu.

Keterangan :

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

A. Kolom Penilaian

No.	Pertanyaan	Penilaian				
		1	2	3	4	5
Aspek Materi						
1.	Apakah materi yang disajikan sesuai dengan capaian pembelajaran Bioteknologi kelas XII SMA?				✓	

Saran Perbaikan : ...						
2.	Apakah konsep fermentasi dijelaskan secara ilmiah dan tidak menimbulkan miskonsepsi?				✓	
Saran Perbaikan : ...						
3.	Apakah penjelasan tentang mikroorganisme <i>Komagataeibacter/Acetobacter xylinus</i> sudah tepat dan akurat?				✓	
Saran Perbaikan : ...						
4.	Apakah proses pembuatan nata dijelaskan secara runtut dan sistematis?				✓	
Saran Perbaikan : ...						
5.	Apakah pembahasan 15 bahan baku nata sudah lengkap dan relevan dengan konsep sumber karbon dalam fermentasi?					✓
Saran Perbaikan : ...						
6.	Apakah faktor-faktor yang memengaruhi fermentasi (pH, suhu, oksigen, konsentrasi gula) dijelaskan secara benar?					✓
Saran Perbaikan : ...						
7.	Apakah data, tabel, dan grafik yang disajikan sesuai dengan prinsip ilmiah?				✓	
Saran Perbaikan : ...						
Aspek Bahasa						
8.	Ketetapan Struktur kalimat				✓	
Saran Perbaikan : ...						

9.	Keefektifan Kalimat				✓	
Saran Perbaikan : ...						
10.	Kebakuan Istilah				✓	
Saran Perbaikan : ...						
11.	Ketepatan tata bahasa					✓
Saran Perbaikan : ...						
12.	Konsistensi penggunaan istilah				✓	
Saran Perbaikan : ...						
Aspek Pembelajaran						
13.	Pesan / informasi mudah dipahami					✓
Saran Perbaikan : ...						
14.	Keefektifan Penyampaian pesan / informasi secara cetak (Ensiklopedia)					✓
Saran Perbaikan : ...						
15.	Mendorong/rasa ingin tahu				✓	
Saran Perbaikan : ...						
16.	Meningkatkan Kemampuan bertanya				✓	
Saran Perbaikan : ...						

17.	Meningkatkan Kemampuan menyampaikan materi					✓	
Saran Perbaikan : ...							
18.	Memberi pemahaman terhadap materi Bioteknologi					✓	
Saran Perbaikan : ...							

B. Saran dan Komentar

--

Kesimpulan

Media Pembelajaran ini dinyatakan*)

*) *checklist* ☒ salah satu

1.	Layak diujicobakan di lapangan tanpa ada revisi.	✓
2.	Layak diujicobakan di lapangan dengan revisi.	
3.	Tidak layak diujicobakan di lapangan.	

Metro, 2026

Ahli Materi



Nasrul Hakim, M.Pd
NIP. 198704182019031007

Lampiran 7. Hasil Validasi ahli media

**ANGKET VALIDASI AHLI MEDIA TERHADAP PENGEMBANGAN MEDIA
ENSIKLOPEDIA PROSES PEMBUATAN NATA DARI BERBAGAI BAHAN BAKU
SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN KELAS XII SMA**

Nama Ahli : Anisatu Z Wakhidah, M.Si.
NIP / NIDN : 2006069203
Bidang Keahlian : Media
Hari / Tanggal : Rabu, 4 Maret 2026

Petunjuk Pengisian Lembar penilaian :

Lembar penilaian ini bertujuan untuk mengetahui pendapat bapak/ ibu tentang "Pengembangan media ensiklopedia proses pembuatan nata dari berbagai bahan baku sebagai media pembelajaran kelas XII SMA". Pendapat, penilaian, saran, dan koreksi dari bapak/ ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas dari media pembelajaran ini. Untuk itu, kami mohon kepada bapak/ibu dapat memberikan tanda *checklist* "☑" pada kolom penilaian berikut sesuai dengan pendapat bapak/ibu.

Keterangan :

- ☑ 1 = Sangat kurang
- ☑ 2 = Kurang
- ☑ 3 = Cukup
- ☑ 4 = Baik
- ☑ 5 = Sangat Baik

Pada hal. 2 (pdf)

→ Judul tidak diakhiri dengan tanda titik!

→ Pada hal. 4 (pdf)

Daftar isi di awal
↓
dari isi
daftar isi!

terlalu mepet!!

BAB 1 - - -

BAB 2 - - -

BAB 3 - - - dst.

→ Sebaiknya dibuat per Bab bukan per paragraf pada daftar isi.

→ awali dengan definisi nata baru masuk ke proses pembuatannya!
Jangan diawali dengan definisi fermentasi!!

→ Penggunaan kata hubung, jangan di awal kalimat. (hal. 4 isi)

→ Jangan mencantumkan produk ber-merek pada produkmu! (hal. 4 isi)

→ (hal 6 isi)

Diagram Visual yang diberikan terlalu rapat.

mungkin dapat dipisah poster bakteri ~~separat~~ & fisiologi terpisah dengan tahapan fermentasi & proses pembuatan nata.

→ Lalu buat penjelasan terpisah mengenai perbandingan mikroorganisme fermentasi.

→ Jenis bahan pembuat nata, → bagian ini diawali dengan nama singkat terlebih dahulu. Jangan langsung penjelasan jenis nata.

→ Cek lagi penulisan nama latin ya! kaidahnya italic

→ Ketika menjelaskan proses pembuatan nata, buatlah ~~judul~~ sub judul besar, misalnya Tahapan pembuatan Nata dari sini langsung dibagi per paragraf 1. alat & bahan ; 2. persiapan bahan & sterilisasi ; 3. ~~3~~ tahapan pembuatan. (proses pembuatan).

→
lanjut

A. Kolom Penilaian

No.	Pertanyaan	Penilaian				
		1	2	3	4	5
Aspek Kemenarikan Fisik						
1.	Kualitas bahan media pembelajaran Ensiklopedia			✓		
Saran Perbaikan : ... mungkin menggunakan website yg bisa menampilkan media pembelajaran						
2.	Keamanan bahan media Pembelajaran Ensiklopedia			✓		
Saran Perbaikan : ...						
3.	Daya tarik media pembelajaran Ensiklopedia		✓			
Saran Perbaikan : ... kombinasi warna yg digunakan kurang menarik						
Aspek Tampilan						
4.	Bentuk media pembelajaran Ensiklopedia				✓	
Saran Perbaikan : ...						
5.	Ukuran media pembelajaran Ensiklopedia				✓	
Saran Perbaikan : ...						
6.	Jumlah halaman			✓		
Saran Perbaikan : ...						

7.	Komposisi dan tata letak tulisan pada sampul / cover		✓			
Saran Perbaikan : ... Peta banyak perbaikan pada bagian ini!!						
8.	Huruf pada judul menarik dan mudah dibaca		✓			
Saran Perbaikan : ... Pilih huruf dengan perbedaan yg jelas antara judul / sub judul / isi.						
9.	Ilustrasi sampul menarik			✓		
Saran Perbaikan : ... Cukup menarik						
10.	Jenis huruf yang di gunakan dalam media pembelajaran			✓		
Saran Perbaikan : ...						
11.	Ukuran huruf yang digunakan dalam media pembelajaran Ensiklopedia		✓	,		
Saran Perbaikan : ...						
12.	Warna tulisan yang digunakan dalam media pembelajaran ensiklopedia		✓			
Saran Perbaikan : ...						
13.	Kejelasan tulisan yang digunakan dalam media pembelajaran ensiklopedia			✓		
Saran Perbaikan : ...						
14.	Warna <i>background</i> yang digunakan dalam media pembelajaran ensiklopedia		✓			
Saran Perbaikan : ...						
15.	Letak penempatan tulisan dalam media pembelajaran ensiklopedia		✓			
Saran Perbaikan : ...						

16.	Bahasa yang digunakan jelas dan mudah dipahami			✓		
Saran Perbaikan : ...						
17.	Gambar yang di gunakan berkualitas			✓		
Saran Perbaikan : ...						
Aspek Pembelajaran						
18.	Media relavan dengan yang dipelajari siswa			✓		
Saran Perbaikan : ...						
19.	Kejelasan Petunjuk penggunaan media			✓	.	
Saran Perbaikan : ... Perlu di tambahkan petunjuk penguasaan media yg dikembangkan ini!						
20.	Daya dukung media untuk membantu belajar			✓		
Saran Perbaikan : ...						

B. Saran dan Komentar

Dari sisi ~~penyusunan~~ tampilan, media ini masih perlu banyak perbaikan agar lebih menarik & lebih mudah dipelajari
→ Susunan antar topik pun perlu perbedaan / pembatas antar topik hingga lebih sistematis! Komentar lengkap dapat dilihat pada lembar 1 & 2.

Kesimpulan

Media Pembelajaran ini dinyatakan*)

*) checklist ☒ salah satu

1.	Layak diujicobakan di lapangan tanpa ada revisi.	
2.	Layak diujicobakan di lapangan dengan revisi.	
3.	Tidak layak diujicobakan di lapangan.	✓

Metro, 4 Maret 2026

Ahli Media

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

- ~~Contoh~~ Contoh pada hal 12 perlu diberi keterangan.
- Tabel macam * jenis bahan baku rata ini (hal 7) seharusnya dituliskan dengan proses pembuatan rata dan bagian bahan baku, (hal 10)
- Secara umum, perlu diperbaiki penyusunan bab - per bab & per sub bab! Sehingga susunan buku ini lebih sistematis!!

Lampiran 8. Surat Izin Prasurvey

	KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI METRO 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.iain@metrouniv.ac.id
Nomor : 1702/In.28/J/TL.01/05/2025	Kepada Yth.,
Lampiran : -	Kepala Sekolah SMA NEGERI 1
Perihal : IZIN PRASURVEY	METRO
	di-
	Tempat
 <i>Assalamu'alaikum Wr. Wb.</i>	
Dalam rangka penyelesaian Tugas Akhir/Skripsi, mohon kiranya Bapak/Ibu Kepala Sekolah SMA NEGERI 1 METRO berkenan memberikan izin kepada mahasiswa kami, atas nama :	
Nama	: AHMAD SOVIUDIN
NPM	: 2101081002
Semester	: 8 (Delapan)
Jurusan	: Tadris Biologi
Judul	: PENGEMBANGAN MEDIA ENSIKLOPEDIA INFORMATIF PROSES PEMBUATAN NATA DARI BERBAGAI BAHAN BAKU
untuk melakukan prasurvey di SMA NEGERI 1 METRO, dalam rangka menyelesaikan Tugas Akhir/Skripsi.	
Kami mengharapkan fasilitas dan bantuan Bapak/Ibu Kepala Sekolah SMA NEGERI 1 METRO untuk terselenggaranya prasurvey tersebut, atas fasilitas dan bantuannya kami ucapkan terima kasih.	
<i>Wassalamu'alaikum Wr. Wb.</i>	
 Metro, 27 Mei 2025 Ketua Jurusan,	
	
Asih Fitriana Dewi M.Pd NIP 19930330 201903 2 012	

Lampiran 9. Surat balasan Prasurvy



PEMERINTAH PROVINSI LAMPUNG
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
SMA NEGERI 1 METRO

NSS : 30120904001 - NIS : 300010 - NPSN : 10807561 - AKREDITASI: A
Jl. Jenderal AH. Nasution No. 222 Yosodadi Kota Metro Lampung 34112 Telp. 072541629
Website: <http://smansa-metro.sch.id> email: info@smansa-metro.sch.id



SURAT KETERANGAN PENELITIAN
Nomor : 400.3/327/V.01/SMA1/2025

Yang bertandatangan dibawah ini Kepala SMA Negeri 1 Metro, Menindaklanjuti surat dari Institut Agama Islam Negeri Metro nomor: 1702/In.28/J/TL.01/05/2025 tertanggal 27 Mei 2025 perihal: Izin Survey, maka dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : Ahmad Soviudin
NPM : 2101081002
Jurusan : Tadris Biologi

Telah melaksanakan Penelitian di SMA Negeri 1 Metro pada tanggal 28 Mei 2025 s.d selesai dalam rangka menyelesaikan Tugas Akhir/Skripsi dengan judul "**PENGEMBANGAN MEDIA ENSIKLOPEDIA INFORMATIF PROSES PEMBUATAN NATA DARI BERBAGAI BAHAN BAKU**".

Demikian surat keterangan ini di buat untuk dapat di pergunakan sebagaimana mestinya

Metro, 28 Mei 2025
Kepala SMA Negeri 1 Metro


M. KHOLID / M.Pd
Pembina Tk. I/IV.b
NIP. 19780706 200312 1 004

Lampiran 10. Surat izin Research



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-0661/In.28/D.1/TL.00/02/2026
Lampiran : -
Perihal : **IZIN RESEARCH**

Kepada Yth.,
KEPALA SMA NEGERI 1 METRO
di-
Tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Sehubungan dengan Surat Tugas Nomor: B-0660/In.28/D.1/TL.01/02/2026, tanggal 13 Februari 2026 atas nama saudara:

Nama : **AHMAD SOVIUDIN**
NPM : 2101081002
Semester : 10 (Sepuluh)
Jurusan : Tadris Biologi

Maka dengan ini kami sampaikan kepada KEPALA SMA NEGERI 1 METRO bahwa Mahasiswa tersebut di atas akan mengadakan research/survey di SMA NEGERI 1 METRO, dalam rangka menyelesaikan Tugas Akhir/Skripsi mahasiswa yang bersangkutan dengan judul "PENGEMBANGAN MEDIA ENSIKLOPEDIA PROSES PEMBUATAN NATA DARI BERBAGAI BAHAN BAKU UNTUK PEMBELAJARAN SMA KELAS XII".

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

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Metro, 13 Februari 2026
Wakil Dekan Akademik dan
Kelembagaan,



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

Lampiran 11. Surat balasan izin Research

	PEMERINTAH PROVINSI LAMPUNG DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN SMA NEGERI 1 METRO NSS : 30120904001 - NIS : 300010 - NPSN: 10807561 - AKREDITASI: A Jl. Jenderal AH. Nasution No. 222 Yosodadi Kota Metro Lampung 34112 Telp. 072541629 Website: http://smansa-metro.sch.id email: info@smansa-metro.sch.id	
---	---	---

SURAT KETERANGAN PENELITIAN
Nomor : 400.3/117/V.01/SMA1/2026

Yang bertandatangan dibawah ini Kepala SMA Negeri 1 Metro, Menindaklanjuti surat dari Universitas Islam Negeri Jurai Siwo Lampung nomor: B-0661/In.28/D.1/TL.00/02/2026 tertanggal 13 Februari 2026 perihal: Izin Research, maka dengan ini menerangkan bahwa :

Nama	: Ahmad Soviudin
NPM	: 2101081002
Jurusan	: Tadris Biologi

Telah melaksanakan Research di SMA Negeri 1 Metro pada tanggal 04 Maret 2026 s.d selesai dalam rangka menyelesaikan Tugas Akhir/skripsi dengan judul "PENGEMBANGAN MEDIA ENSIKLOPEDIA PROSES PEMBUATAN NATA DARI BERBAGAI BAHAN BAKU UNTUK PEMBELAJARAN SMA KELAS XII"

Demikian surat keterangan ini di buat untuk dapat di pergunakan sebagaimana mestinya

Metro, 06 Maret 2026
Kepala SMA Negeri 1 Metro



M. KHOLID, M.Pd
Bendahara Tk. I/IV.b
NIP. 19780706 200312 1 004

RIWAYAT HIDUP

Ahmad Soviudin, lahir 11 Juni 2002 di Muji Rahayu, Seputih Agung, Lampung Tengah. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Bandar Sribhawono Lampung Timur pada tahun 2020. Penulis melanjutkan ke jenjang perguruan tinggi dan tercatat sebagai mahasiswa di Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Metro pada tahun 2021. Pada tahun 2025 (IAIN) Metro yang kini sudah berlain menjadi Universitas Islam Negeri Jurai Siwo Lampung (UIN JUSILA), melalui jalur masuk UM-PTKIN. Penulis menempuh pendidikan pada Program Studi Tadris Biologi di bawah naungan Fakultas Tarbiyah Dan Ilmu Keguruan dengan Nomor Pokok Mahasiswa (NPM) 2101081002.