

**PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN BIOLOGI BERBASIS  
POTENSI LOKAL PADA MATERI BIOTEKNOLOGI  
KONVENSIIONAL MELALUI PEMANFAATAN  
LIMBAH CAIR TAHU DIPABRIK TAHU  
HAMPARAN RAWANG (THR)**

**SKRIPSI**

**DISUSUN OLEH**

**OLGA DWI UTAMA  
NIM. 2110204042**



**INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI  
K E R I N C I**

**INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI (IAIN) KERINCI  
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN  
JURUSAN TADRIS BIOLOGI  
TAHUN 2025/1447 H**

**PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN BIOLOGI BERBASIS  
POTENSI LOKAL PADA MATERI BIOTEKNOLOGI  
KONVENSIONAL MELALUI PEMANFAATAN  
LIMBAH CAIR TAHU DIPABRIK TAHU  
HAMPARAN RAWANG (THR)**

**SKRIPSI**

*Diajukan untuk Melengkapi Salah-satu Syarat Guna Memperoleh Gelar  
Sarjana Pendidikan (S. Pd)*

**Disusun Oleh:**


**OLGA DWI UTAMA  
NIM. 2110204042**

**INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI  
K E R I N C I**

**INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI (IAIN) KERINCI  
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN  
JURUSAN TADRIS BIOLOGI  
TAHUN 2025/1447 H**

**Dr. Toni Haryanto, M.Sc**  
DOSEN INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI  
(IAIN) KERINCI

Sungai Penuh, Oktober 2025  
Kepada Yth.  
Rektor IAIN Kerinci  
di  
Sungai Penuh

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>AGENDA</b>            |   |
| NOMOR :                  | 94  |
| TANGGAL :                | 11-11-2025  |
| PARAF :                  |  |
| Assalamu'alaikum Wr. Wb. |   |

NOTA DINAS

Setelah mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami berpendapat skripsi saudara **OLGA DWI UTAMA. NIM: 2110204042.** yang berjudul "**Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Potensi Lokal pada Materi Bioteknologi Konvensional melalui Pemanfaatan Limbah Cair Tahu di Pabrik Tahu Hamparan Rawang (THR)**", telah dapat diajukan untuk dimunaqasyahkan guna melengkapi tugas-tugas dan memenuhi syarat-syarat untuk mencapai Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) pada Jurusan Tadris Biologi Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Kerinci. Maka kami ajukan skripsi ini agar dapat diterima dengan baik.

Demikian, kami ucapkan terima kasih semoga bermanfaat bagi kepentingan agama, nusa dan bangsa.

Wassalam,  
Pembimbing

  
**Dr. Toni Haryanto, M.Sc**  
NIP. 19770513 200901 1 018

### PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **OLGA DWI UTAMA**  
NIM : 2110204042  
Jurusan : Tadris Biologi  
Fakultas : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan Institut Agama Islam Negeri  
(IAIN) Kerinci

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya, Skripsi dengan judul Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Potensi Lokal pada Materi Bioteknologi Konvensional melalui Pemanfaatan Limbah Cair Tahu di Pabrik Tahu Hamparan Rawang (THR) belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik pada perguruan tinggi manapun.
2. Karya tulis ini murni gagasan, penilaian, dan rumusan saya sendiri, tanpa bantuan tidak sah dari pihak lain, kecuali arahan Tim Pembimbing.
3. Di dalam karya tulis ini tidak terdapat hasil karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali kutipan secara tertulis dengan jelas dan dicantumkan sebagai acuan di dalam naskah saya dengan disebutkan nama pengarangnya dan dicantumkan pada daftar rujukan.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah saya peroleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan dapat dipergunakan dimana perlu

Sungai Penuh, Oktober 2025

Yang menyatakan,

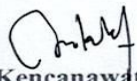


**OLGA DWI UTAMA**  
**NIM. 2110204042**


**PENGESAHAN**

Skripsi oleh **OLGA DWI UTAMA**, Nim. 2110204042 dengan judul "Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Potensi Lokal pada Materi Bioteknologi Konvensional melalui Pemanfaatan Limbah Cair Tahu di Pabrik Tahu Hamparan Rawang (THR)" telah di uji dan dipertahankan pada tanggal 18 November 2025.


**Dewan Penguji**

  
**Dr. Indah Kencanawati, M.Pd**  
NIP. 19780306 200501 2 006

**Penguji I**

  
**Rodiantifitri Nengsih M.Pd**  
NIP. 198705222023212035

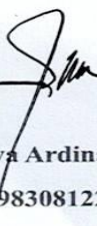
**Penguji II**

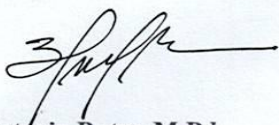
  
**Dr. Toni Haryanto, M.Sc**  
NIP. 19770513 200901 1 018

**Ketua Sidang/Pembimbing**

**Mengesahkan**  
**Dekan**

**Mengetahui**  
**Ketua Jurusan Tadris Biologi**

  
**Dr. Eva Ardinal, MA**  
NIP 198308122011011005

  
**Betaria Putra, M.Pd**  
NIP. 1501042005880003

## ABSTRAK

**OLGA DWI UTAMA. 2025. *Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Potensi Lokal pada Materi Bioteknologi Konvensional melalui Pemanfaatan Limbah Cair Tahu di Pabrik Tahu Hampanan Rawang (THR)*. Skripsi: Jurusan Tadris Biologi Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan IAIN Kerinci Tahun 2025.**

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh pembelajaran bioteknologi konvensional yang masih bersifat teoretis dan kurang kontekstual, serta minimnya bahan ajar yang mengaitkan potensi lokal. Siswa kesulitan memahami penerapan bioteknologi karena terbatasnya fasilitas laboratorium dan bahan praktik. Limbah cair tahu dari Pabrik Tahu Hampanan Rawang (THR) memiliki potensi besar sebagai media pembelajaran bioteknologi sederhana, namun belum dimanfaatkan secara optimal. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kebutuhan, mendesain, dan menguji validitas modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal melalui pemanfaatan limbah cair tahu di Pabrik THR. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development (R&D)* dengan model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation), namun dibatasi hingga tahap pengembangan karena keterbatasan waktu dan biaya. Data dikumpulkan melalui wawancara, angket praktikalitas, respons siswa, dan validasi ahli materi serta desain. Analisis dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif menggunakan persentase dan rata-rata. Hasil penelitian menunjukkan bahwa guru dan siswa membutuhkan modul praktis, komunikatif, serta berbasis bahan lokal. Modul yang dikembangkan memuat materi bioteknologi, profil Pabrik Tahu THR, panduan praktikum, dan evaluasi pembelajaran. Hasil validasi menunjukkan nilai rata-rata 86,67%, dengan validasi materi 88,33% dan validasi desain 85%, yang menandakan modul layak digunakan sebagai bahan ajar bioteknologi konvensional berbasis potensi lokal.

**Kata Kunci:** Pengembangan Modul, Bioteknologi Konvensional, Potensi Lokal, Limbah Cair Tahu.

**Dr. Toni Haryanto, M.Sc**  
NIP. 19770513 200901 1 018

## ABSTRACT

**OLGA DWI UTAMA. 2025. *Development of Local Potential-Based Biology Learning Module on Conventional Biotechnology Material through Utilization of Tofu Liquid Waste at Tahu Hamparan Rawang (THR) Factory. Thesis: Department of Biology Education, Faculty of Tarbiyah and Teacher Training, IAIN Kerinci, 2025.***

*This study was motivated by the fact that conventional biotechnology learning in schools remains dominated by theoretical and less contextual approaches. The limited availability of teaching materials integrating local potential makes it difficult for students to relate biotechnology concepts to real-life phenomena. Practicum activities are rarely conducted due to limited laboratory facilities and costly materials. Tofu liquid waste from the Tahu Hamparan Rawang (THR) Factory has great potential as a biotechnology learning resource but has not been optimally utilized. This research aimed to analyze learning needs, design, and validate the development of a local potential-based biology learning module on conventional biotechnology materials using tofu liquid waste. The research used a Research and Development (R&D) approach with the ADDIE model (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation), limited to the development stage due to time and cost constraints. Data were collected through interviews, practicality questionnaires, student responses, and expert validations. Data were analyzed qualitatively (data reduction, display, conclusion) and quantitatively (percentage and mean). The results showed that teachers and students needed a contextual and practical biotechnology module. The developed module integrated conventional biotechnology materials with tofu liquid waste utilization and achieved an average validation score of 86.67%—88.33% from material experts and 85% from design experts—indicating that it is highly valid and feasible for classroom use with minor improvements.*

**Keywords: *Module Development, Conventional Biotechnology, Local Potential, Tofu Liquid Waste.***

## PERSEMBAHAN DAN MOTTO

### PERSEMBAHAN

*Alhamdulillah Atas Rahmat dan Karunia Allah SWT ...  
Secercah demi sejenkal tapak kaki melangkah  
dengan ikhtiar dan do'a  
Kini telah ku gapai sebuah cita  
Kuraih mimpi dan angan ku  
Sebagai awal tuk menapaki masa depan  
Syukurku pada sang khaliq  
Terimakasih dan cintaku  
Kepada Ayahanda Ibunda tercinta  
Serta Saudara-saudara tercinta yang tak pernah bosan memberi motivasi  
menyelesaikan studi penulis,  
Sahabat-sahabatku yang tercinta yang telah banyak membantu  
dalam menyelesaikan skripsi ini.  
Semoga kita termasuk orang-orang yang dapat meraih kesuksesan dan  
kebahagiaan dunia dan akhirat...  
Amin...*

### MOTTO:

﴿قُلْ يُعْبَادِي الَّذِينَ أَسْرَفُوا عَلَىٰ أَنفُسِهِمْ لَا تَقْنَطُوا مِن رَّحْمَةِ اللَّهِ إِنَّ اللَّهَ يَغْفِرُ الذُّنُوبَ جَمِيعًا إِنَّهُ هُوَ الْغَفُورُ الرَّحِيمُ﴾

Artinya: “Katakanlah: “Hai hamba-hamba-Ku yang melampaui batas terhadap diri mereka sendiri, janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya Allah mengampuni dosa-dosa semuanya. Sesungguhnya Dia-lah yang Maha Pengampun lagi Maha Penyayang”. (Q.S (QS. Az-Zumar : 53)

## KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, puji syukur Peneliti ucapkan kehadiran Allah S.W.T atas rahmat dan karunia-Nya jualah sehingga Peneliti dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul: **“Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Potensi Lokal pada Materi Bioteknologi Konvensional melalui Pemanfaatan Limbah Cair Tahu di Pabrik Tahu Hamparan Rawang (THR) ”** Shalawat dan salam kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, yang telah membimbing umat manusia dari alam kejahilan kepada alam kebenaran. Penulis menyadari akan adanya berbagai keterbasatan dan kesuoitan dalam penulisan skripsi ini, penulis berkeyakinan bahwa skripsi ini tidak luput dari berbagai kekurangan dan karenanya memerlukan penyempurnaan. Atas dasar inilah dengan tangan terbuka segala kerendahan hati, penulis mengharapkan kritik dan saran yang positif dan membangun dari para pembaca guna penyempurnaan skripsi ini dimasa yang akan datang. Oleh sebab itu karenanya izinkahlah penulis menghaturkan do’a dan rasa terimakasih yang tidak terhingga kepada:

- 1 Kedua orang tua tercinta, Ayah dan Ibu, yang selalu memberikan kasih sayang, doa, semangat, serta dukungan moril dan materil tanpa henti. Berkat cinta dan

doa tulus dari mereka, penulis dapat menempuh dan menyelesaikan pendidikan hingga tahap akhir ini.

- 2 Bapak Dr. Jafar Ahmad, S. Ag M. Si Rektor Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Kerinci, dan bapak Dr. Faizin, M.Pd selaku Wakil Rektor I, dan Bapak Prof. Dr. Ahmad Jamin, S.Ag, S.IP, M.Ag selaku Wakil Rektor II , dan Bapak Dr. Halil Khusairi, M.Ag selaku Wakil Rektor III yang telah memberikan pengarahan dan bantuan kepada penulis.
- 3 Bapak Dr. Eva Ardinal, MA Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Kerinci, Bapak Dr. Eko Sujadi. M.Pd, Kons Wakil dekan I, Bapak Dr. Rimin, S.Ag, M.PdI dekan II, dan Bapak Dr. Rodi Hartono, S.Pd, M.Pd Wakil Dekan III yang selama ini telah mencurahkan segenap ilmu yang dimiliki dan membimbing peneliti dalam memahami segala ilmu yang dipelajari, yang telah membantu peneliti baik dalam menyelesaikan administrasi, langkah-langkah untuk menyelesaikan skripsi ini, serta tidak hentinya semangat untuk dapat secepatnya menyelesaikan skripsi ini.
- 4 Bapak Betaria Putra, M.Pd dan Bapak Alber, M.Pd selaku Ketua dan Sekretaris Jurusan tadaris Biologi yang telah memberikan arahan dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi
- 5 Bapak Dr. Toni Haryanto, M.Sc selaku pembimbing I dengan ketulusan hati telah mengarahkan dan membimbing penulis dalam penyusunan skripsi ini memberikan perhatian, bimbingan dan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

- 6 Bapak/ Ibu selaku Penasehat Akademik Ibu Ismi Adelia, S.Pd, M.Pd yang telah membantu peneliti menyelesaikan skripsi.
- 7 Seluruh Bapak-bapak dan Ibu-ibu dosen pengampu mata kuliah jurusan tadrīs Biologi yang telah memberikan banyak ilmu pengetahuan dan semoga ilmu yang diberikan dapat bermanfaat bagi penulis dan orang banyak.

Peneliti merasa tidak mampu membalas semuanya, hanya do'a yang dapat Peneliti mohonkan kepada Allah Swt. Semoga semua bantuan dan dorongan dari berbagai pihak menjadi nilai ibadah dan dibalas dengan pahala berlipat ganda. Selaku insan yang lemah serta dengan keterbatasan kemampuan dan ilmu pengetahuan yang Peneliti miliki sudah pasti dalam skripsi ini banyak ditemui kelemahan dan kekurangan, bahkan masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu segala kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak sangat Peneliti harapkan sebagai bahan masukan demi penyempurnaan skripsi ini. Dan atas segala bantuan yang telah diberikan itu agar menjadi amal baik di sisi Allah SWT, Amin.

Sungai Penuh, Oktober 2025

Peneliti

INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI  
KERINCI

**OLGA DWI UTAMA**  
**NIM. 2110204042**

## DAFTAR ISI

|   |       |
|---|-------|
| <b>HALAMAN SAMPUL</b> .....                         | ..... |
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....                          | i     |
| <b>NOTA DINAS</b> .....                             | ii    |
| <b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....                    | iii   |
| <b>PENGESAHAN</b> .....                             | iv    |
| <b>ABSTRAK</b> .....                                | v     |
| <b>ABSTRACT</b> .....                               | vi    |
| <b>PERSEMBAHAN DAN MOTTO</b> .....                  | vii   |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                         | viii  |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                             | xi    |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                           | xii   |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....                        | xiii  |
| <br>  |       |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>                            |       |
| A. Latar Belakang Masalah .....                     | 1     |
| B. Identifikasi Masalah .....                       | 7     |
| C. Batasan Masalah .....                            | 8     |
| D. Rumusan Masalah .....                            | 9     |
| E. Tujuan Penelitian .....                          | 10    |
| F. Manfaat Penelitian .....                         | 10    |
| G. Spesifikasi Produk .....                         | 12    |
| <br>  |       |
| <b>BAB II LANDASAN TEORITIS</b>                     |       |
| A. Belajar dan Mengajar .....                       | 12    |
| B. Modul Pembelajaran .....                         | 18    |
| C. Pembelajaran Biologi Berbasis Potensi Lokal..... | 29    |
| D. Bioteknologi Konvensional .....                  | 36    |
| E. Limbah Cair Industri Tahu .....                  | 40    |
| F. Penelitian Relevan .....                         | 43    |
| G. Kerangka Berpikir .....                          | 48    |

**BAB III METODE PENELITIAN**

|  |    |
|--|----|
| A. Jenis dan Pendekatan Penelitian ..... | 54 |
| B. Prosedur Pengembangan .....           | 57 |
| C. Jenis Data.....                       | 62 |
| D. Teknik Pengumpulan Data .....         | 65 |
| E. Metode dan Teknik Analisis Data ..... | 69 |

**BAB IV HASIL PENGEMBANGAN DAN PEMBAHASAN**

|                            |    |
|----------------------------|----|
| A. Hasil Pengembangan..... | 75 |
| B. Pembahasan.....         | 93 |

**BAB V PENUTUP**

|                     |     |
|---------------------|-----|
| A. Kesimpulan ..... | 107 |
| B. Saran .....      | 108 |

**DAFTAR PUSTAKA****DAFTAR LAMPIRAN****DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

**DAFTAR TABEL**

|  |    |
|--|----|
| Tabel 3.1. Nama-Nama Validasi Ahli Produk .....                | 44 |
| Tabel 3.2. Jenis Data .....                                    | 45 |
| Tabel 3.4: Tahapan Addie dan Alat Intrumen.....                | 46 |
| Tabel 3.5 : Daftar Bobot Penilai Setiap Pertanyaan.....        | 47 |
| Tabel 3.6 Skala Likert .....                                   | 49 |
| Table 3.7 Kriteria validasi .....                              | 49 |
| Tabel 3.8 Interpretasi validitas berbasis <i>PAKEM</i> .....   | 50 |
| Tabel 3.9 Skala Likert Responden Guru dan Siswa.....           | 51 |
| Table 3.10 Kriteria respon siswa.....                          | 51 |
| Tabel 4.1 hasil Validasi Aspek Bahan Ajar .....                | 73 |
| Tabel 4.2 Hasil Angket Praktikalitas siswa .....               | 73 |
| Tabel 4.3 Hasil Angket Praktikalitas Guru .....                | 75 |
| Tabel 4.4 Hasil Angket Praktikalitas Oleh Guru Dan Siswa ..... | 76 |



## DAFTAR GAMBAR

| Gambar   | Hal |
|--|-----|
| Gambar 2.1 : Kerangka Konseptual.....                              | 34  |
| Gambar 4.1 Halaman depan atau sampul Handout IPA .....             | 62  |
| Gambar 4.2 Petunjuk cara menggunakan Handout IPA Terpadu .....     | 63  |
| Gambar 4.3 Peta Konsep .....                                       | 65  |
| Gambar 4.4 Kompetensi Inti dan Kompetensi Inti .....               | 66  |
| Gambar 4.6 Tujuan Pembelajaran Materi Sistem Eksresi .....         | 68  |
| Gambar 4.7 Materi Sistem Eksresi.....                              | 69  |
| Gambar 4.7 Materi Sistem Eksresi.....                              | 70  |
| Gambar 4.10 Soal Evaluasi Handout IPA Terpadu berbasis Pakem ..... | 71  |

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Angket ahli materi
- Lampiran 2 Angket ahli media
- Lampiran 3 Olahan Data Penelitian
- Lampiran 4 Angket praktikalitas
- Lampiran 5 Olahan Data angket praktikalitas
- Lampiran 6 RPP
- Lampiran 7 Lembar Wawancara
- Lampiran 8 Angket Kebutuhan siswa
- Lampiran 9 Silabus
- Lampiran 10 Dokumentasi Penelitian





INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI  
KERINCI



INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI  
KERINCI

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Transformasi pendidikan di era modern mengalami perubahan paradigma yang signifikan seiring dengan perkembangan teknologi dan tuntutan zaman. Menurut Hadikusuma (2021), sistem pendidikan perlu mengintegrasikan kemajuan teknologi dengan kearifan lokal untuk menciptakan pembelajaran yang relevan dan bermakna bagi peserta didik. Mulyadi dan Ardiansyah (2022) menegaskan bahwa pendidikan yang hanya berfokus pada aspek teknologi tanpa memperhatikan nilai-nilai lokal cenderung menciptakan kesenjangan antara pengetahuan teoretis dan aplikasi praktis dalam kehidupan sehari-hari. Integrasi antara teknologi dan kearifan lokal menjadi landasan penting dalam mengembangkan pendidikan yang adaptif dan responsif terhadap kebutuhan masyarakat.

Pembelajaran kontekstual dan holistik merupakan pendekatan yang esensial dalam mempersiapkan generasi yang adaptif terhadap dinamika perubahan zaman. Menurut Wijaya (2023), pendekatan pembelajaran kontekstual memfasilitasi peserta didik untuk mengonstruksi pengetahuan melalui pengalaman nyata yang berhubungan dengan lingkungan sekitar. Rohimah dan Saptono (2021) menyatakan bahwa pembelajaran holistik yang mengintegrasikan berbagai dimensi pengetahuan, keterampilan, dan sikap dapat meningkatkan kemampuan peserta didik dalam menghadapi

kompleksitas permasalahan dunia nyata. Dengan demikian, pendekatan pembelajaran yang kontekstual dan holistik menjadi kunci dalam membentuk generasi yang tidak hanya memiliki pengetahuan teoretis, tetapi juga mampu mengaplikasikannya dalam konteks kehidupan nyata.

Pengembangan bahan ajar yang relevan dengan kondisi dan potensi daerah setempat merupakan upaya strategis dalam mewujudkan pembelajaran yang bermakna dan kontekstual. Menurut Fajriana et al. (2021), bahan ajar berbasis potensi lokal dapat menjembatani kesenjangan antara konsep teoretis dengan realitas kehidupan peserta didik. Nugroho dan Rahmawati (2022) menambahkan bahwa pengembangan bahan ajar yang mengintegrasikan kearifan lokal tidak hanya meningkatkan relevansi pembelajaran, tetapi juga memperkuat identitas budaya dan rasa kepemilikan peserta didik terhadap lingkungannya. Dengan demikian, urgensi pengembangan bahan ajar berbasis potensi lokal tidak hanya terletak pada aspek pedagogis, tetapi juga pada dimensi sosial dan kultural yang lebih luas.

Perkembangan pembelajaran bioteknologi di tingkat SMA mengalami transformasi signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Menurut Kusuma dan Hartati (2023), tren pembelajaran bioteknologi saat ini menekankan pada pendekatan pembelajaran berbasis proyek yang melibatkan peserta didik dalam eksplorasi aplikasi bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari. Rahman et al. (2022) menjelaskan bahwa integrasi teknologi digital seperti simulasi, virtual laboratory, dan augmented reality telah membuka peluang baru dalam memvisualisasikan konsep-konsep abstrak dalam bioteknologi. Perkembangan

ini menuntut adanya inovasi dalam metode dan sumber belajar bioteknologi yang lebih adaptif dan relevan dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Pembelajaran bioteknologi konvensional di sekolah masih menghadapi berbagai peluang dan tantangan yang memerlukan perhatian khusus. Menurut Sudarsono dan Mawarni (2023), peluang utama dalam pembelajaran bioteknologi konvensional terletak pada kekayaan sumber daya alam Indonesia yang dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran autentik. Namun, Widyaningrum (2021) mengidentifikasi beberapa tantangan signifikan, di antaranya keterbatasan sarana laboratorium, kurangnya pemahaman guru tentang aplikasi praktis bioteknologi, dan minimnya bahan ajar yang mengintegrasikan potensi lokal dalam pembelajaran. Kesenjangan antara potensi dan implementasi ini memerlukan pendekatan inovatif yang dapat mengoptimalkan peluang sekaligus mengatasi tantangan dalam pembelajaran bioteknologi konvensional.

Ketersediaan modul pembelajaran bioteknologi konvensional yang mengintegrasikan potensi lokal masih sangat terbatas di Indonesia. Penelitian yang dilakukan oleh Prasetyo dan Handayani (2023) menunjukkan bahwa mayoritas bahan ajar bioteknologi yang digunakan di sekolah masih bersifat general dan kurang mengakomodasi keragaman potensi lokal di berbagai daerah. Astuti dan Firmansyah (2022) menambahkan bahwa kelangkaan modul pembelajaran yang kontekstual menyebabkan peserta didik kesulitan dalam menghubungkan konsep bioteknologi dengan fenomena dan praktik di

lingkungan sekitar. Kondisi ini menegaskan pentingnya pengembangan modul pembelajaran bioteknologi konvensional yang tidak hanya memuat konsep teoretis, tetapi juga mengintegrasikan potensi lokal sebagai sumber belajar yang otentik dan bermakna.

Industri tahu di Hamparan Rawang merupakan salah satu potensi lokal yang signifikan di Kota Sungai Penuh, khususnya di Desa Simpang Tiga, Kecamatan Hamparan Rawang. Pabrik Tahu Hamparan Rawang (THR) telah menjadi bagian integral dari ekonomi lokal dan identitas kuliner daerah tersebut. Dalam proses produksinya, industri ini menghasilkan limbah cair yang volumenya cukup besar setiap harinya. Limbah cair tahu ini memiliki karakteristik yang khas, meliputi kandungan protein tinggi, asam organik, dan berbagai nutrisi yang potensial sebagai substrat dalam proses fermentasi. Meskipun berpotensi mencemari lingkungan jika tidak ditangani dengan baik, limbah ini sebenarnya menyimpan potensi besar untuk aplikasi bioteknologi konvensional. Ironisnya, meskipun berada di dekat lingkungan pendidikan, potensi limbah cair tahu ini belum dimanfaatkan secara optimal sebagai sumber belajar bioteknologi di sekolah-sekolah sekitar.

Limbah cair tahu dari Pabrik Tahu Hamparan Rawang menawarkan peluang berharga sebagai media pembelajaran bioteknologi konvensional yang autentik dan kontekstual. Karakteristik organoleptik dan kimiawi limbah ini sangat sesuai untuk berbagai aplikasi bioteknologi sederhana seperti fermentasi, produksi nata, biogas, atau pupuk organik. Proses-proses ini dapat diobservasi secara langsung, diukur, dan dianalisis oleh peserta didik, sehingga

memberikan pengalaman belajar yang konkret tentang prinsip-prinsip bioteknologi. Pemanfaatan limbah cair tahu sebagai media pembelajaran tidak hanya memberikan konteks nyata bagi konsep-konsep abstrak dalam bioteknologi, tetapi juga mendemonstrasikan bagaimana bioteknologi dapat menjadi solusi bagi permasalahan lingkungan di sekitar peserta didik.

Berdasarkan hasil observasi awal di beberapa sekolah menengah atas di Kota Sungai Penuh, ditemukan fenomena bahwa pembelajaran bioteknologi masih sangat bergantung pada buku teks yang cenderung bersifat teoretis dan kurang kontekstual. Bahan ajar yang digunakan umumnya menyajikan contoh-contoh aplikasi bioteknologi yang tidak familiar bagi peserta didik karena jauh dari konteks lokal mereka. Para guru juga mengakui kesulitan dalam mengembangkan pembelajaran praktis bioteknologi karena keterbatasan sumber daya dan referensi yang relevan dengan potensi lokal. Akibatnya, peserta didik sering kesulitan memahami relevansi materi bioteknologi dengan kehidupan sehari-hari mereka, padahal di sekitar lingkungan mereka terdapat banyak potensi lokal yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar bioteknologi yang autentik.

Observasi awal yang dilakukan pada bulan Desember 2024 dan Januari 2025 di beberapa sekolah menengah atas di Kota Sungai Penuh mengungkapkan beberapa permasalahan mendasar dalam pembelajaran bioteknologi. Proses pembelajaran masih didominasi oleh metode ceramah dengan ketergantungan tinggi pada buku teks yang cenderung teoretis. Praktikum bioteknologi jarang dilakukan karena keterbatasan fasilitas

laboratorium dan bahan-bahan yang sulit diperoleh atau mahal. Para guru biologi mengakui belum memiliki referensi yang memadai tentang cara mengintegrasikan potensi lokal ke dalam pembelajaran bioteknologi. Padahal, Pabrik Tahu Hamparan Rawang yang berjarak tidak jauh dari beberapa sekolah belum pernah dimanfaatkan sebagai sumber belajar, meskipun limbah cair yang dihasilkannya sangat potensial untuk pembelajaran bioteknologi konvensional.

Berdasarkan permasalahan yang telah diidentifikasi, solusi yang ditawarkan adalah pengembangan modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal pada materi bioteknologi konvensional melalui pemanfaatan limbah cair tahu dari Pabrik Tahu Hamparan Rawang (THR). Modul ini dirancang untuk menjembatani kesenjangan antara konsep teoretis bioteknologi dengan aplikasi praktisnya menggunakan sumber daya lokal yang mudah diakses. Pengembangan modul ini tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan pemahaman peserta didik tentang konsep bioteknologi konvensional, tetapi juga untuk menumbuhkan kesadaran mereka tentang potensi lokal dan pemecahan masalah lingkungan melalui pendekatan bioteknologi. Dengan demikian, modul ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam mewujudkan pembelajaran bioteknologi yang lebih kontekstual, bermakna, dan bermanfaat.

Penelitian ini memiliki urgensi yang signifikan dalam menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik dalam pembelajaran bioteknologi. Kesenjangan ini semakin terasa dalam pembelajaran bioteknologi yang

seringkali dianggap abstrak dan sulit dipahami oleh peserta didik. Kebaruan penelitian ini terletak pada pendekatan spesifik dalam memanfaatkan limbah industri lokal, yaitu limbah cair tahu, sebagai basis pengembangan modul pembelajaran bioteknologi konvensional. Berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang cenderung menggunakan potensi alam yang sedianya masih bersifat generik, penelitian ini secara spesifik mengintegrasikan proses pengolahan limbah industri lokal sebagai konteks pembelajaran yang autentik dan relevan dengan isu lingkungan kontemporer.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perlu dilaksanakan penelitian dengan judul **“Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Potensi Lokal pada Materi Bioteknologi Konvensional melalui Pemanfaatan Limbah Cair Tahu di Pabrik Tahu Hamparan Rawang (THR)”**.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Pembelajaran bioteknologi konvensional di sekolah masih didominasi oleh pendekatan tekstual yang bersifat teoretis dan kurang kontekstual.
2. Ketersediaan bahan ajar bioteknologi yang mengintegrasikan potensi lokal masih sangat terbatas, sehingga peserta didik kesulitan menghubungkan konsep bioteknologi dengan fenomena di lingkungan sekitar.
3. Praktikum bioteknologi jarang dilakukan karena keterbatasan fasilitas laboratorium dan bahan-bahan yang sulit diperoleh atau mahal.

4. Para guru biologi belum memiliki referensi yang memadai tentang cara mengintegrasikan potensi lokal ke dalam pembelajaran bioteknologi.
5. Potensi limbah cair tahu dari Pabrik Tahu Hampan Rawang (THR) belum dimanfaatkan secara optimal sebagai sumber belajar bioteknologi konvensional, padahal memiliki karakteristik yang sesuai untuk berbagai aplikasi bioteknologi sederhana.
6. Kesenjangan antara konsep teoretis bioteknologi dengan aplikasi praktisnya dalam konteks lokal menyebabkan peserta didik kurang memahami relevansi materi bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari.
7. Kurangnya inovasi dalam pengembangan modul pembelajaran biologi yang memanfaatkan potensi lokal sebagai basis pembelajaran bioteknologi konvensional.
8. Limbah cair tahu dari industri tahu berpotensi mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan baik, padahal dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar dan media praktikum bioteknologi.

### **C. Batasan Masalah**

Penelitian ini dibatasi pada pengembangan modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal pada materi bioteknologi konvensional melalui pemanfaatan limbah cair tahu yang berasal dari Pabrik Tahu Hampan Rawang (THR) yang terletak di Desa Simpang Tiga, Kecamatan Hampan Rawang, Kota Sungai Penuh. Modul yang dikembangkan difokuskan pada pembelajaran bioteknologi konvensional untuk siswa SMA kelas XII semester genap sesuai dengan Kurikulum Merdeka. Pengembangan modul ini

menggunakan model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) dengan implementasi terbatas pada tahap uji coba skala kecil di tiga sekolah menengah atas di Kota Sungai Penuh.

Aplikasi bioteknologi konvensional yang disajikan dalam modul dibatasi pada proses yang dapat memanfaatkan limbah cair tahu sebagai substrat, yaitu produksi nata de soya, fermentasi asam organik, dan pembuatan pupuk cair organik. Aspek yang dinilai dalam penelitian ini meliputi kelayakan isi, penyajian, kebahasaan, dan kegrafikan modul, serta respon guru dan peserta didik terhadap modul yang dikembangkan..

#### **D. Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dalam usulan penelitian ini adalah :

1. Bagaimana hasil analisis kebutuhan terhadap Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Potensi Lokal pada Materi Bioteknologi Konvensional melalui Pemanfaatan Limbah Cair Tahu di Pabrik Tahu Hamparan Rawang (THR) d Kota Sungai Penuh?
2. Bagaimana hasil design pada Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Potensi Lokal pada Materi Bioteknologi Konvensional melalui Pemanfaatan Limbah Cair Tahu di Pabrik Tahu Hamparan Rawang (THR) d Kota Sungai Penuh?
3. Bagaimana validitas Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Potensi Lokal pada Materi Bioteknologi Konvensional melalui Pemanfaatan Limbah Cair Tahu di Pabrik Tahu Hamparan Rawang (THR) d Kota Sungai Penuh?

### **E. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian sesuai dengan latar belakang dan perumusan masalah diatas, tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk menganalisis hasil analisis kebutuhan terhadap Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Potensi Lokal pada Materi Bioteknologi Konvensional melalui Pemanfaatan Limbah Cair Tahu di Pabrik Tahu Hampan Rawang (THR) d Kota Sungai Penuh.
2. Untuk mengetahui hasil design pada Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Potensi Lokal pada Materi Bioteknologi Konvensional melalui Pemanfaatan Limbah Cair Tahu di Pabrik Tahu Hampan Rawang (THR) d Kota Sungai Penuh.
3. Untuk mengetahui validitas e Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Potensi Lokal pada Materi Bioteknologi Konvensional melalui Pemanfaatan Limbah Cair Tahu di Pabrik Tahu Hampan Rawang (THR) d Kota Sungai Penuh.

### **F. Manfaat Penelitian**

1. Manfaat Teoretis:
  - a. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang pendidikan biologi dan bioteknologi. Hasil penelitian ini dapat memperkaya kajian tentang integrasi potensi lokal dalam

pembelajaran sains, khususnya dalam konteks pemanfaatan limbah industri sebagai sumber belajar bioteknologi konvensional.

- b. Penelitian ini juga diharapkan dapat menyumbangkan model pengembangan modul pembelajaran biologi yang inovatif, kontekstual, dan berbasis pada prinsip keberlanjutan lingkungan. Temuan penelitian ini dapat menjadi referensi untuk penelitian-penelitian selanjutnya dalam pengembangan bahan ajar biologi yang mengintegrasikan kearifan lokal dan isu-isu lingkungan kontemporer.

## 2. Manfaat Praktis:

- a. Bagi Peserta Didik. Memfasilitasi pemahaman konsep bioteknologi konvensional melalui konteks yang relevan dengan lingkungan sekitar.. Meningkatkan keterampilan proses sains melalui aktivitas praktikum yang memanfaatkan sumber daya lokal.
- b. Bagi Guru. Menyediakan alternatif bahan ajar bioteknologi konvensional yang kontekstual dan berbasis potensi lokal. Memberikan referensi tentang cara mengintegrasikan potensi lokal ke dalam pembelajaran bioteknologi konvensional.
- c. Bagi Sekolah. Berkontribusi dalam pengembangan kurikulum sekolah yang berbasis potensi lokal. Memperkaya sumber belajar biologi, khususnya pada materi bioteknologi konvensional. Mendorong implementasi pembelajaran yang berwawasan lingkungan (green education).

- d. Bagi Industri Tahu. Memberikan alternatif pemanfaatan limbah cair tahu untuk kepentingan pendidikan. Meningkatkan kesadaran tentang potensi limbah cair tahu dalam aplikasi bioteknologi. Membuka peluang kerja sama antara industri tahu dengan institusi pendidikan dalam konteks pembelajaran bioteknologi.
- e. Bagi Peneliti. Mengembangkan keterampilan dalam merancang modul pembelajaran biologi yang inovatif dan kontekstual. Memperdalam pemahaman tentang integrasi potensi lokal dalam pembelajaran biologi. Berkontribusi dalam pengembangan pendidikan biologi yang berbasis pada prinsip keberlanjutan lingkungan.

## **G. Spesifikasi Produk**

Spesifikasi produk dapat digambarkan sebagai berikut:

### **1. Identitas Modul**

Modul pembelajaran ini berjudul "Bioteknologi Konvensional Berbasis Potensi Lokal: Pemanfaatan Limbah Cair Tahu" yang dirancang khusus untuk siswa SMA Kelas XII Semester Genap sebagai sasaran utama penggunaannya. Mata pelajaran yang menjadi fokus dalam modul ini adalah Biologi dengan mengacu pada Kurikulum Merdeka sebagai landasan pengembangan kontennya.

## **2. Karakteristik Fisik**

Modul ini dikemas dalam format ukuran A4 (210 × 297 mm) dengan ketebalan berkisar antara 40-50 halaman yang mencakup seluruh konten pembelajaran yang komprehensif. Material kertas yang digunakan adalah HVS 80 gram untuk bagian isi modul, sementara bagian sampul menggunakan Art paper 260 gram untuk memberikan ketahanan dan kesan profesional. Teknik penjiilidan yang diterapkan adalah Perfect binding yang dilengkapi dengan laminasi doff pada cover untuk meningkatkan daya tahan dan estetika. Seluruh isi modul disajikan dalam cetakan Full color untuk memaksimalkan visualisasi konsep dan menarik minat belajar siswa.

## **3. Struktur dan Komponen Modul**

Modul ini dilengkapi dengan halaman sampul yang menampilkan ilustrasi proses bioteknologi limbah cair tahu yang dirancang secara menarik dan informatif. Bagian pembuka modul terdiri dari kata pengantar yang menjelaskan latar belakang pengembangan modul dan petunjuk penggunaan modul yang komprehensif. Untuk memudahkan navigasi, modul dilengkapi dengan daftar isi yang terstruktur, daftar gambar, dan daftar tabel yang sistematis. Sebagai alat bantu pemahaman materi, disertakan peta konsep materi bioteknologi konvensional yang menggambarkan hubungan antar konsep secara visual.

Bagian pendahuluan modul secara khusus menjelaskan keterkaitan materi bioteknologi konvensional dengan potensi lokal di Kota Sungai Penuh. Untuk memberikan konteks nyata, modul mencantumkan profil singkat Pabrik

Tahu Hampan Rawang beserta karakteristik limbah cairnya yang menjadi basis pembelajaran. Kegiatan belajar dalam modul ini diorganisasi dalam 3 unit pembelajaran yang saling berkaitan, yaitu: Unit 1 yang membahas pengenalan bioteknologi konvensional dan karakteristik limbah cair tahu, Unit 2 yang fokus pada aplikasi bioteknologi konvensional dalam pembuatan nata de soya dari limbah cair tahu, dan Unit 3 yang mengkaji aplikasi bioteknologi konvensional dalam pembuatan pupuk cair organik dari limbah cair tahu.

Untuk memfasilitasi penilaian hasil belajar, modul dilengkapi dengan lembar evaluasi formatif yang terintegrasi dalam setiap unit dan evaluasi sumatif di akhir modul. Sebagai alat bantu belajar mandiri, modul menyediakan kunci jawaban dan rubrik penilaian yang komprehensif. Sebagai penunjang pemahaman istilah-istilah teknis, disertakan glosarium istilah penting yang relevan dengan bioteknologi konvensional. Sumber-sumber referensi yang digunakan dalam pengembangan modul didokumentasikan secara lengkap dalam daftar pustaka yang disusun sesuai kaidah penulisan ilmiah.

#### **4. Komponen Pedagogis**

Setiap unit pembelajaran dalam modul ini diawali dengan tujuan pembelajaran yang terukur dan jelas untuk mengarahkan fokus belajar siswa. Untuk mengaktifkan pengetahuan awal siswa, modul menyajikan apersepsi berupa fenomena kontekstual di industri tahu lokal yang relevan dengan kehidupan sehari-hari siswa. Proses konstruksi pengetahuan difasilitasi melalui

eksplorasi konsep bioteknologi konvensional dengan pendekatan konstruktivistik yang berpusat pada aktivitas siswa.

Untuk menunjang pembelajaran berbasis pengalaman, modul dilengkapi dengan lembar kerja siswa untuk kegiatan praktikum dengan panduan terstruktur yang mudah diikuti. Dimensi metakognitif dikembangkan melalui aktivitas refleksi dan diskusi berbasis masalah nyata di lingkungan sekitar yang mendorong siswa berpikir kritis. Bagi siswa yang ingin memperdalam pemahaman, disediakan materi pengayaan berupa contoh aplikasi bioteknologi konvensional lainnya yang relevan.

Untuk membantu siswa mengkonsolidasi pemahaman, di akhir setiap unit disajikan rangkuman konsep penting yang merangkum ide-ide utama. Kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa dikembangkan melalui soal-soal evaluasi berjenjang dari tingkat C1 (mengingat) hingga C6 (mencipta) yang komprehensif dan kontekstual.

Keunikan modul ini terletak pada integrasi data otentik dari Pabrik Tahu Hampan Rawang dalam konteks pembelajaran yang menjembatani teori dengan aplikasi nyata. Aksesibilitas praktikum dijamin melalui desain kegiatan dengan peralatan yang mudah didapatkan di lingkungan sekitar tanpa mengorbankan esensi pembelajaran. Pengembangan keterampilan proses sains difasilitasi melalui format lembar kerja yang secara eksplisit membimbing siswa melalui tahapan metode ilmiah.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. Modul Pembelajaran**

##### **1. Pengertian Modul Pembelajaran**

Modul pembelajaran merupakan salah satu bentuk bahan ajar yang dikemas secara utuh dan sistematis, yang memuat seperangkat pengalaman belajar terencana dan didesain untuk membantu peserta didik menguasai tujuan pembelajaran spesifik (Prastowo, 2021). Menurut Daryanto dan Karim (2020), modul dapat didefinisikan sebagai satuan program pembelajaran terkecil yang dapat dipelajari oleh peserta didik secara perseorangan atau self-instructional, yang dirancang untuk dapat digunakan secara mandiri tanpa atau dengan bimbingan pendidik. Dalam konteks pendidikan modern, modul pembelajaran tidak hanya berupa cetakan semata, tetapi dapat pula berbentuk digital yang memungkinkan integrasi berbagai media seperti teks, gambar, audio, video, dan interaktivitas (Nurjanah, 2020). Komponen-komponen modul disusun dengan mempertimbangkan berbagai aspek seperti pedagogis, konten keilmuan, perkembangan kognitif peserta didik, dan konteks sosial-budaya, yang terintegrasi dalam satu kesatuan yang utuh dan bermakna.

Filosofi pengembangan modul pembelajaran berakar pada prinsip konstruktivisme dan pembelajaran mandiri yang menekankan keaktifan peserta didik dalam membangun pengetahuannya sendiri (Widodo & Jasmadi, 2021). Sebagaimana dijelaskan oleh Riduwan dan Akdon (2022), modul pembelajaran memfasilitasi peserta didik untuk belajar sesuai dengan kecepatan dan gaya

belajarnya masing-masing, sehingga memberikan ruang untuk diferensiasi pembelajaran dalam kelas yang heterogen. Kemandirian dalam belajar yang difasilitasi oleh modul ini mendorong peserta didik untuk mengembangkan keterampilan metakognitif, kemampuan mengatur diri (self-regulated learning), serta tanggung jawab terhadap proses dan hasil belajarnya sendiri. Mulyasa (2023) menambahkan bahwa modul yang dirancang dengan baik memungkinkan peserta didik untuk melakukan refleksi terhadap proses belajarnya, mengidentifikasi kekuatan dan kelemahannya, serta melakukan perbaikan secara berkelanjutan. Hal ini sejalan dengan paradigma pendidikan abad 21 yang menekankan kemampuan belajar sepanjang hayat dan keterampilan metakognitif sebagai kompetensi kunci.

Dalam konteks sistem pendidikan nasional, Sukiman (2021) menyatakan bahwa pengembangan modul pembelajaran merupakan respons terhadap kebutuhan akan diversifikasi bahan ajar yang adaptif terhadap keberagaman konteks pembelajaran di Indonesia. Modul pembelajaran memungkinkan integrasi muatan lokal dan kearifan lokal ke dalam kurikulum nasional, sehingga pembelajaran menjadi lebih relevan dan bermakna bagi peserta didik. Harmawati dan Ningsih (2022) menegaskan bahwa modul pembelajaran yang kontekstual tidak hanya memfasilitasi penguasaan konsep teoritis, tetapi juga membangun koneksi antara pengetahuan akademik dengan realitas kehidupan sehari-hari peserta didik. Dengan demikian, modul pembelajaran berperan sebagai jembatan yang menghubungkan antara abstraksi konsep dengan aplikasi praktis, antara standar kompetensi nasional dengan kebutuhan dan potensi lokal, serta antara pembelajaran di kelas dengan kehidupan nyata di masyarakat.

Berdasarkan pendapat-pendapat tersebut, penulis menyimpulkan bahwa modul pembelajaran dapat dipahami sebagai unit pembelajaran mandiri yang komprehensif, sistematis, dan terpadu, yang dirancang untuk memfasilitasi peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran spesifik sesuai dengan kecepatan dan gaya belajarnya masing-masing. Modul tidak hanya berperan sebagai sumber informasi, tetapi juga sebagai instrumen pedagogis yang mengarahkan proses konstruksi pengetahuan, pengembangan keterampilan, dan pembentukan sikap melalui rangkaian pengalaman belajar yang terencana. Dalam era pendidikan yang semakin kompleks dan berorientasi pada kebutuhan individual peserta didik, modul pembelajaran menawarkan solusi yang adaptif, kontekstual, dan berbasis kemandirian yang sejalan dengan tuntutan kompetensi abad 21.

## 2. Karakteristik Modul Pembelajaran

Modul pembelajaran yang efektif memiliki beberapa karakteristik utama yang membedakannya dari bahan ajar lainnya. Berdasarkan kajian dari berbagai sumber, berikut adalah karakteristik modul pembelajaran:

- a. **Self-instructional (mandiri):** Menurut Prastowo (2021), modul pembelajaran harus memungkinkan peserta didik untuk belajar secara mandiri tanpa bergantung pada kehadiran pendidik. Untuk memenuhi karakteristik ini, modul harus memuat tujuan pembelajaran yang jelas, materi yang dikemas dalam unit-unit kecil, contoh dan ilustrasi yang mendukung, soal-soal latihan dan tugas, kontekstual, bahasa yang sederhana dan komunikatif, rangkuman materi, instrumen penilaian, umpan balik, serta referensi yang relevan.

- b. **Self-contained (utuh)**: Daryanto dan Karim (2020) menjelaskan bahwa modul harus memuat seluruh materi pembelajaran yang dibutuhkan untuk mencapai kompetensi tertentu secara utuh dalam satu paket modul. Tujuan dari konsep ini adalah memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mempelajari materi pembelajaran secara tuntas dan komprehensif.
- c. **Stand alone (berdiri sendiri)**: Karakteristik ini mengacu pada kemampuan modul untuk digunakan tanpa bergantung pada media atau bahan ajar lain (Nurjanah, 2020). Artinya, peserta didik tidak perlu menggunakan bahan ajar lain untuk mempelajari atau mengerjakan tugas pada modul tersebut.
- d. **Adaptive (adaptif)**: Widodo dan Jasmadi (2021) menekankan bahwa modul pembelajaran harus memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Modul yang adaptif adalah modul yang isinya dapat digunakan dalam kurun waktu tertentu dan dapat menyesuaikan dengan perkembangan zaman.
- e. **User-friendly (bersahabat/akrab)**: Riduwan dan Akdon (2022) menjelaskan bahwa modul hendaknya bersahabat dengan penggunanya. Setiap instruksi dan informasi yang diberikan bersifat membantu dan bersahabat dengan pemakainya, termasuk kemudahan dalam merespons dan mengakses sesuai dengan keinginan. Penggunaan bahasa yang sederhana, mudah dimengerti, dan menggunakan istilah yang umum digunakan merupakan salah satu bentuk user-friendly.
- f. **Consistency (konsisten)**: Mulyasa (2023) menekankan pentingnya konsistensi dalam format, spasi, dan organisasi modul. Konsistensi format akan

memudahkan peserta didik dalam memahami modul dan menjaga daya tarik visual modul.

- g. **Feedback (umpan balik):** Sukiman (2021) menyoroti pentingnya umpan balik dalam modul pembelajaran. Umpan balik memungkinkan peserta didik mengetahui tingkat penguasaan materi setelah menyelesaikan setiap unit pembelajaran dan memberikan panduan untuk tindak lanjut yang sesuai.
- h. **Contextual (kontekstual):** Harmawati dan Ningsih (2022) menekankan pentingnya kontekstualisasi materi pembelajaran dengan kehidupan nyata dan lingkungan peserta didik. Modul yang kontekstual menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik, serta meningkatkan relevansi pembelajaran.

Berdasarkan karakteristik-karakteristik tersebut, penulis menyimpulkan bahwa modul pembelajaran yang efektif harus dirancang dengan memperhatikan prinsip kemandirian belajar, keutuhan materi, kemandirian penggunaan, adaptabilitas terhadap perkembangan, kemudahan penggunaan, konsistensi format, ketersediaan umpan balik, serta kontekstualisasi dengan kehidupan nyata. Karakteristik ini tidak berdiri sendiri melainkan saling terintegrasi membentuk satu kesatuan yang menjadikan modul sebagai bahan ajar yang komprehensif dan berorientasi pada peserta didik. Dalam pengembangan modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal, karakteristik-karakteristik ini menjadi acuan penting untuk memastikan bahwa modul yang dikembangkan tidak hanya memenuhi standar keilmuan, tetapi juga pedagogis, kontekstual, dan adaptif terhadap kebutuhan peserta didik dan lingkungan belajarnya.

### 3. Komponen-komponen Modul Pembelajaran

Modul pembelajaran yang efektif memiliki struktur dan komponen yang terorganisasi secara sistematis untuk memfasilitasi proses belajar mandiri. Berdasarkan kajian literatur, berikut adalah komponen-komponen utama dalam modul pembelajaran:

- a. **Bagian Pembuka:** Menurut Prastowo (2021), bagian pembuka modul terdiri dari judul, daftar isi, peta informasi, daftar tujuan kompetensi, dan tes awal. Judul modul harus menarik, informatif, dan mencerminkan isi modul. Daftar isi menyajikan kerangka modul disertai nomor halaman. Peta informasi berisi diagram yang menunjukkan kedudukan modul dalam keseluruhan program pembelajaran. Daryanto dan Karim (2020) menambahkan pentingnya tes awal (pre-test) untuk mengukur kemampuan awal peserta didik dan menentukan titik awal yang tepat dalam mempelajari modul.
- b. **Pendahuluan:** Nurjanah (2020) menjelaskan bahwa bagian pendahuluan modul memuat latar belakang, deskripsi singkat modul, manfaat atau relevansi, kompetensi yang akan dicapai, tujuan pembelajaran, dan petunjuk penggunaan modul. Pendahuluan berfungsi memberikan gambaran umum tentang isi modul dan membangkitkan motivasi belajar peserta didik.
- c. **Kegiatan Belajar:** Widodo dan Jasmadi (2021) menyatakan bahwa kegiatan belajar merupakan inti dari modul yang terdiri dari beberapa unit pembelajaran. Setiap unit memuat judul, tujuan pembelajaran spesifik, uraian materi, contoh dan ilustrasi, rangkuman, latihan atau tugas, tes formatif, dan umpan balik. Riduwan dan Akdon (2022) menekankan pentingnya pengorganisasian materi

secara logis dan sistematis, mulai dari konsep sederhana hingga kompleks, dari konkret ke abstrak, atau dari general ke spesifik, sesuai dengan karakteristik materi dan tujuan pembelajaran.

- d. **Lembar Kegiatan Praktikum:** Untuk modul pembelajaran sains seperti biologi, Mulyasa (2023) menyoroti pentingnya lembar kegiatan praktikum yang memuat judul praktikum, tujuan, alat dan bahan, prosedur kerja, hasil pengamatan, analisis data, kesimpulan, dan pertanyaan pendalaman. Komponen ini memfasilitasi pengembangan keterampilan proses sains dan penerapan konsep teoritis dalam konteks nyata.
- e. **Evaluasi:** Sukiman (2021) menjelaskan bahwa evaluasi dalam modul mencakup tes sumatif yang mengukur pencapaian kompetensi setelah peserta didik menyelesaikan seluruh kegiatan belajar dalam modul. Evaluasi juga mencakup petunjuk penilaian, kunci jawaban, dan rubrik penilaian untuk tugas-tugas kinerja atau proyek.
- f. **Glosarium dan Daftar Pustaka:** Harmawati dan Ningsih (2022) menekankan pentingnya glosarium yang memuat definisi konsep-konsep kunci dalam modul untuk membantu peserta didik memahami terminologi yang digunakan. Daftar pustaka menyajikan referensi yang digunakan dalam pengembangan modul dan sumber-sumber tambahan untuk pendalaman materi.
- g. **Lampiran:** Azhar dan Rahman (2023) menambahkan komponen lampiran yang dapat berisi materi pengayaan, instrumen penunjang praktikum, lembar refleksi, atau materi pendukung lainnya yang tidak termasuk dalam komponen utama modul namun bermanfaat bagi peserta didik.

Berdasarkan komponen-komponen tersebut, penulis menyimpulkan bahwa modul pembelajaran yang komprehensif harus memiliki struktur yang sistematis dan terintegrasi, mulai dari bagian pembuka yang orientatif, pendahuluan yang motivatif, kegiatan belajar yang konstruktif, lembar kegiatan praktikum yang aplikatif, evaluasi yang objektif, hingga komponen pendukung seperti glosarium, daftar pustaka, dan lampiran yang referensial. Setiap komponen memiliki fungsi spesifik dalam mendukung proses belajar mandiri, namun harus terintegrasi secara kohesif untuk membentuk satu kesatuan pembelajaran yang utuh. Dalam pengembangan modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal, komponen-komponen ini perlu dirancang dengan mempertimbangkan konteks lokal dan karakteristik peserta didik, sehingga modul tidak hanya lengkap secara struktur tetapi juga relevan dan bermakna bagi penggunanya.

#### **4. Prinsip Pengembangan Modul Pembelajaran**

Pengembangan modul pembelajaran yang efektif dan berkualitas harus berlandaskan pada prinsip-prinsip pedagogis yang menjamin tercapainya tujuan pembelajaran. Berikut adalah prinsip-prinsip pengembangan modul pembelajaran berdasarkan kajian literatur:

- a. **Prinsip Relevansi:** Prastowo (2021) menekankan bahwa materi pembelajaran dalam modul harus relevan dengan pencapaian standar kompetensi dan kompetensi dasar yang ditetapkan. Prinsip relevansi menjamin bahwa setiap komponen dalam modul, dari tujuan hingga evaluasi, mendukung pencapaian kompetensi yang diharapkan. Daryanto dan Karim (2020) menambahkan

pentingnya relevansi modul dengan kebutuhan peserta didik, tuntutan dunia kerja, dan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

- b. **Prinsip Konsistensi:** Nurjanah (2020) menjelaskan bahwa prinsip konsistensi mengacu pada kesesuaian antara kompetensi yang harus dicapai dengan bahan ajar yang disajikan. Jika kompetensi dasar yang harus dikuasai peserta didik berjumlah empat macam, maka bahan ajar yang disajikan juga harus meliputi empat macam tersebut. Konsistensi juga mencakup keselarasan dalam penggunaan istilah, format penyajian, dan pendekatan pembelajaran.
- c. **Prinsip Kecukupan:** Widodo dan Jasmadi (2021) menyoroti bahwa materi yang diajarkan harus memadai (sufficient) dalam membantu peserta didik menguasai kompetensi yang diajarkan. Materi tidak boleh terlalu sedikit atau terlalu banyak. Jika terlalu sedikit, peserta didik akan kesulitan mencapai kompetensi. Jika terlalu banyak, akan membuang-buang waktu dan tenaga untuk mempelajari materi yang tidak relevan.
- d. **Prinsip Adaptivitas:** Riduwan dan Akdon (2022) menjelaskan bahwa modul pembelajaran harus adaptif terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Prinsip ini menuntut pengembang modul untuk mengikuti perkembangan terkini dalam bidang keilmuan yang relevan dan metodologi pembelajaran, sehingga modul tetap aktual dan tidak usang.
- e. **Prinsip Interaktivitas:** Mulyasa (2023) menekankan pentingnya interaktivitas dalam modul pembelajaran. Modul harus memfasilitasi komunikasi dua arah, baik antara peserta didik dengan modul maupun antara peserta didik dengan

pendidik atau peserta didik lainnya. Interaktivitas dapat diwujudkan melalui pertanyaan reflektif, tugas diskusi, atau kegiatan kolaboratif.

- f. **Prinsip Berurutan dan Sistematis:** Sukiman (2021) menyatakan bahwa penyajian materi dalam modul harus berurutan secara logis dan sistematis, mulai dari yang sederhana menuju kompleks, dari yang konkret menuju abstrak, atau dari yang umum menuju khusus, sesuai dengan karakteristik mata pelajaran. Urutan yang sistematis memudahkan peserta didik membangun pemahaman secara bertahap dan komprehensif.
- g. **Prinsip Motivasi dan Balikan:** Harmawati dan Ningsih (2022) menggarisbawahi pentingnya elemen-elemen dalam modul yang dapat memotivasi peserta didik dan memberikan balikan terhadap proses belajarnya. Motivasi dapat dibangun melalui relevansi materi dengan kehidupan nyata, tantangan yang menarik, atau penghargaan terhadap pencapaian peserta didik. Balikan yang konstruktif membantu peserta didik mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan dalam proses belajarnya.
- h. **Prinsip Kontekstualisasi:** Azhar dan Rahman (2023) menekankan pentingnya kontekstualisasi materi pembelajaran dengan lingkungan dan pengalaman peserta didik. Modul yang kontekstual membantu peserta didik menghubungkan pengetahuan baru dengan pengetahuan yang telah dimiliki dan pengalamannya sehari-hari, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna.

Berdasarkan prinsip-prinsip tersebut, penulis menyimpulkan bahwa pengembangan modul pembelajaran harus memperhatikan keterkaitan antara

konten dengan kompetensi yang diharapkan (relevansi), keselarasan antar komponen (konsistensi), kedalaman dan keluasan materi yang proporsional (kecukupan), kemampuan beradaptasi dengan perkembangan (adaptivitas), komunikasi dua arah (interaktivitas), pengorganisasian yang logis (sistematis), dukungan terhadap motivasi dan refleksi (motivasi dan balikan), serta hubungan dengan konteks nyata (kontekstualisasi). Prinsip-prinsip ini saling melengkapi dan membentuk landasan teoretis dalam pengembangan modul pembelajaran yang berkualitas. Dalam konteks pengembangan modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal, prinsip-prinsip ini menjadi panduan untuk menghasilkan modul yang tidak hanya valid secara akademis, tetapi juga praktis dalam implementasi dan efektif dalam mencapai tujuan pembelajaran.

##### **5. Fungsi dan Manfaat Modul Pembelajaran**

Modul pembelajaran memiliki berbagai fungsi dan manfaat dalam menunjang proses pembelajaran yang efektif. Berdasarkan kajian literatur, berikut adalah fungsi dan manfaat utama modul pembelajaran:

- a. **Fungsi Sebagai Bahan Ajar Mandiri:** Prastowo (2021) menekankan fungsi utama modul sebagai bahan ajar yang memungkinkan peserta didik belajar secara mandiri tanpa atau dengan minimal bimbingan pendidik. Modul yang dirancang dengan baik memuat petunjuk belajar yang jelas, tujuan yang spesifik, materi yang terstruktur, contoh dan ilustrasi yang memadai, serta evaluasi yang komprehensif, sehingga peserta didik dapat menggunakannya secara mandiri sesuai dengan kecepatan belajarnya masing-masing.

- b. **Fungsi Pengganti Peran Pendidik:** Daryanto dan Karim (2020) menjelaskan bahwa modul berfungsi sebagai pengganti sebagian peran pendidik dalam menyampaikan materi pembelajaran. Melalui modul, pendidik tidak perlu menjelaskan materi secara detail karena telah tersaji dalam modul, sehingga pendidik dapat lebih berperan sebagai fasilitator, pembimbing, dan evaluator dalam proses pembelajaran.
- c. **Fungsi Sebagai Alat Evaluasi:** Nurjanah (2020) menyoroti fungsi modul sebagai alat evaluasi yang memungkinkan peserta didik menilai sendiri pencapaiannya terhadap tujuan pembelajaran. Dengan latihan, tugas, dan tes formatif yang dilengkapi kunci jawaban dan rubrik penilaian, peserta didik dapat mengetahui tingkat penguasaannya terhadap materi dan mengambil tindakan perbaikan yang sesuai.
- d. **Fungsi Sebagai Bahan Rujukan:** Widodo dan Jasmadi (2021) menambahkan bahwa modul berfungsi sebagai bahan rujukan bagi peserta didik, yang memuat berbagai informasi, konsep, prinsip, dan prosedur yang relevan dengan kompetensi yang harus dikuasai. Modul yang baik menyajikan informasi yang akurat, mutakhir, dan sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif peserta didik.
- e. **Manfaat Individualisasi Pembelajaran:** Riduwan dan Akdon (2022) menekankan manfaat modul dalam mengakomodasi perbedaan individual peserta didik. Dengan modul, peserta didik dapat belajar sesuai dengan kecepatan, gaya belajar, dan tingkat kemampuannya masing-masing, sehingga pembelajaran menjadi lebih adaptif dan personalisasi.

- f. **Manfaat Efisiensi Waktu dan Sumber Daya:** Mulyasa (2023) menjelaskan bahwa penggunaan modul dapat meningkatkan efisiensi waktu dan sumber daya dalam pembelajaran. Pendidik tidak perlu mengulang-ulang penjelasan materi yang sama, dan waktu pembelajaran di kelas dapat lebih fokus pada diskusi, pemecahan masalah, atau pendalaman materi yang sulit.
- g. **Manfaat Pengembangan Kemandirian dan Tanggung Jawab:** Sukiman (2021) menyoroti manfaat modul dalam mengembangkan kemandirian, disiplin, dan tanggung jawab peserta didik terhadap proses belajarnya sendiri. Dengan belajar melalui modul, peserta didik dilatih untuk mengelola waktu, menetapkan target, mengevaluasi pencapaian, dan mengambil keputusan tentang langkah belajar selanjutnya.
- h. **Manfaat Kontekstualisasi Pembelajaran:** Harmawati dan Ningsih (2022) menekankan manfaat modul dalam mengkontekstualisasikan pembelajaran dengan lingkungan dan kebutuhan peserta didik. Modul yang dikembangkan dengan memperhatikan potensi lokal dan isu-isu kontemporer dapat menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik, serta meningkatkan relevansi dan kebermanfaatan pembelajaran.

Berdasarkan fungsi dan manfaat tersebut, penulis menyimpulkan bahwa modul pembelajaran memiliki peran strategis dalam sistem pendidikan sebagai instrumen yang memfasilitasi pembelajaran mandiri, mengoptimalkan peran pendidik, menyediakan mekanisme evaluasi diri, menjadi sumber rujukan yang komprehensif, mengakomodasi keberagaman peserta didik, meningkatkan efisiensi pembelajaran, mengembangkan keterampilan metakognitif, serta

mengkontekstualisasikan materi dengan realitas kehidupan. Fungsi dan manfaat ini menjadikan modul sebagai salah satu bahan ajar yang unggul dalam mendukung pembelajaran yang berpusat pada peserta didik (student-centered learning) dan pembelajaran sepanjang hayat (lifelong learning). Dalam konteks pengembangan modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal, pemahaman terhadap fungsi dan manfaat ini menjadi landasan untuk menghasilkan modul yang tidak hanya informatif tetapi juga transformatif dalam memfasilitasi proses belajar yang bermakna dan berkelanjutan.

## **B. Bioteknologi Konvensional**

### **1. Pengertian Bioteknologi Konvensional**

Bioteknologi konvensional merujuk pada penerapan teknik-teknik biologi untuk menghasilkan produk atau layanan yang bermanfaat bagi manusia, terutama dalam bidang pertanian, pangan, energi, dan kesehatan. Dalam praktiknya, bioteknologi konvensional seringkali melibatkan penggunaan mikroorganisme atau sel hidup untuk memproduksi bahan-bahan tertentu, seperti makanan, obat-obatan, atau bahan bakar. Teknik-teknik yang digunakan dalam bioteknologi konvensional ini bersifat lebih sederhana dan sudah diterapkan dalam kehidupan sehari-hari selama berabad-abad. Beberapa contoh penerapan bioteknologi konvensional termasuk fermentasi untuk pembuatan roti, minuman alkohol, atau yoghurt, serta penggunaan mikroorganisme untuk pengolahan limbah.

Pengertian bioteknologi konvensional juga melibatkan proses pemanfaatan organisme dalam pengolahan atau produksi, yang tidak melibatkan rekayasa genetika atau modifikasi DNA organisme. Salah satu ciri khas bioteknologi

konvensional adalah proses yang relatif lebih mudah dan terjangkau untuk diterapkan dalam skala industri kecil hingga besar. Teknik-teknik yang digunakan seringkali sudah terbukti aman dan efektif dalam menghasilkan produk tertentu. Misalnya, dalam bidang pangan, teknologi fermentasi telah digunakan selama ribuan tahun untuk menghasilkan produk-produk seperti tempe, keju, dan saos kedelai.

Meskipun teknologi konvensional dianggap lebih sederhana dibandingkan dengan bioteknologi modern, kontribusinya dalam perkembangan industri tetap sangat besar. Bioteknologi konvensional memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan efisiensi produksi, kualitas produk, serta mengurangi penggunaan bahan kimia sintesis yang dapat berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Oleh karena itu, bioteknologi konvensional tetap menjadi bagian yang tak terpisahkan dalam perkembangan teknologi yang lebih maju.

Berdasarkan uraian di atas, bioteknologi konvensional merupakan penerapan teknik-teknik biologi yang sudah ada dan banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Meskipun tidak menggunakan rekayasa genetika, teknologi ini tetap berperan penting dalam berbagai sektor kehidupan, baik di bidang pangan, kesehatan, maupun industri lainnya.

## **2. Prinsip Dasar Bioteknologi Konvensional**

Berikut adalah prinsip dasar dari bioteknologi konvensional:

- a. **Pemanfaatan Mikroorganisme:** Proses bioteknologi konvensional seringkali melibatkan mikroorganisme sebagai agen pengubah bahan mentah

menjadi produk yang berguna. Misalnya, penggunaan bakteri atau jamur dalam fermentasi untuk menghasilkan produk makanan atau minuman.

- b. **Proses Fermentasi:** Dalam bioteknologi konvensional, fermentasi merupakan salah satu proses yang paling sering digunakan untuk mengubah bahan organik menjadi produk yang bermanfaat. Proses ini melibatkan mikroorganisme yang memecah substrat menjadi produk akhir seperti alkohol, asam organik, atau gas.
- c. **Penggunaan Enzim:** Enzim berperan penting dalam mempercepat reaksi kimia dalam berbagai proses bioteknologi konvensional. Enzim yang digunakan dalam proses ini diambil dari organisme hidup atau mikroorganisme untuk mengubah substrat menjadi produk yang diinginkan.
- d. **Konversi Energi Biologis:** Bioteknologi konvensional sering kali mengandalkan konversi energi biologis yang terjadi secara alami, seperti konversi gula menjadi energi oleh mikroorganisme dalam fermentasi.

Berdasarkan pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa prinsip dasar bioteknologi konvensional mengandalkan penggunaan mikroorganisme, enzim, serta proses fermentasi untuk menghasilkan produk yang diinginkan. Teknik-teknik ini sudah terbukti efektif dalam berbagai aplikasi di sektor industri.

#### **4. Jenis-jenis Proses dalam Bioteknologi Konvensional**

Berikut adalah jenis-jenis proses dalam bioteknologi konvensional:

- a. **Fermentasi:** Fermentasi adalah proses pengolahan bahan mentah menjadi produk yang berguna dengan bantuan mikroorganisme. Contoh produk fermentasi adalah alkohol, asam laktat, dan asam asetat.

- b. Proses Enzimatis: Proses enzimatis melibatkan penggunaan enzim untuk memecah atau mengubah substrat menjadi produk yang diinginkan, seperti pengolahan pangan atau bahan kimia.
- c. Biokonversi: Biokonversi adalah proses di mana bahan organik diubah menjadi produk melalui interaksi dengan mikroorganisme atau enzim. Misalnya, pengolahan limbah organik menjadi bahan bakar biogas.

Berdasarkan pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa proses-proses seperti fermentasi, enzimatis, dan biokonversi merupakan dasar dari banyak aplikasi bioteknologi konvensional dalam industri.

### **5. Aplikasi Bioteknologi Konvensional dalam Pengelolaan Limbah**

Berikut adalah beberapa aplikasi bioteknologi konvensional dalam pengelolaan limbah:

- a. Biodegradasi Limbah Organik: Mikroorganisme digunakan untuk memecah limbah organik menjadi bahan yang lebih sederhana dan aman, seperti pada pengolahan air limbah atau limbah pertanian.
- b. Pembuatan Biogas: Limbah organik dapat dikonversi menjadi biogas melalui proses fermentasi anaerobik yang dilakukan oleh mikroorganisme. Biogas ini kemudian digunakan sebagai sumber energi.
- c. Pengolahan Limbah Padat: Beberapa mikroorganisme dapat digunakan untuk menguraikan limbah padat, seperti sampah organik, menjadi kompos yang dapat digunakan sebagai pupuk.

Berdasarkan pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa bioteknologi konvensional memiliki banyak aplikasi dalam pengelolaan limbah, baik dalam

menguraikan bahan organik maupun mengubah limbah menjadi sumber energi yang berguna.

#### **D. Limbah Cair Industri Tahu**

##### **1. Proses Produksi Tahu dan Sumber Limbah**

Proses produksi tahu melibatkan beberapa tahap utama, yaitu pemilihan kedelai, perendaman, penggilingan, pemasakan, pengendapan, pencetakan, dan pemotongan. Kedelai yang telah dipilih direndam dalam air selama beberapa jam untuk melunakkannya, kemudian digiling menjadi bubur kedelai. Bubur kedelai ini kemudian dipanaskan dan dicampur dengan koagulan (seperti magnesium klorida atau kalsium sulfat) untuk mengendapkan protein dan lemak kedelai, yang akhirnya membentuk tahu. Proses pemasakan dan pengendapan menghasilkan limbah cair yang mengandung protein terlarut, lemak, gula, serta zat-zat kimia dari koagulan.

Sumber utama limbah cair tahu berasal dari tahapan pemasakan dan pengendapan dalam proses pembuatan tahu. Selama proses ini, air yang digunakan untuk merendam kedelai dan air dari hasil pencucian peralatan menghasilkan limbah cair yang mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Limbah cair ini biasanya memiliki pH yang tinggi, kandungan bahan organik yang tinggi, serta kandungan lemak yang cukup signifikan, yang dapat mencemari air jika dibuang langsung ke lingkungan tanpa pengolahan yang tepat.

Berdasarkan penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa limbah cair industri tahu berasal dari beberapa tahap dalam proses produksi tahu, terutama pemasakan dan pengendapan, yang menghasilkan cairan yang kaya akan bahan

organik, lemak, dan zat kimia. Pengelolaan limbah cair ini sangat penting untuk mencegah dampak negatif terhadap lingkungan.

## **2. Karakteristik Fisik dan Kimiawi Limbah Cair Tahu**

Limbah cair tahu memiliki beberapa karakteristik fisik dan kimiawi yang perlu diperhatikan dalam pengelolaannya. Karakteristik fisik limbah cair tahu biasanya tampak keruh karena adanya partikel protein dan lemak kedelai yang terlarut dalam cairan. Warna limbah ini bisa bervariasi dari putih hingga kekuningan, tergantung pada bahan baku kedelai yang digunakan. Selain itu, limbah cair tahu juga memiliki bau yang khas yang disebabkan oleh kandungan bahan organik yang terurai.

Secara kimiawi, limbah cair tahu mengandung sejumlah bahan yang dapat mencemari lingkungan, antara lain:

- a. BOD (Biochemical Oxygen Demand): Menunjukkan banyaknya oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik dalam limbah.
- b. COD (Chemical Oxygen Demand): Mengukur banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi.
- c. TSS (Total Suspended Solids): Menunjukkan jumlah partikel terlarut dalam limbah cair yang dapat menyebabkan pencemaran air.
- d. pH: Limbah cair tahu memiliki pH yang cenderung asam atau basa, tergantung pada jenis koagulan yang digunakan.

Berdasarkan karakteristik fisik dan kimiawi yang telah dijelaskan, dapat disimpulkan bahwa limbah cair tahu memiliki kandungan bahan organik yang

tinggi, serta parameter seperti BOD, COD, dan TSS yang menunjukkan potensi pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, pengelolaan limbah cair tahu harus dilakukan dengan hati-hati.

### 3. Dampak Limbah Cair Tahu terhadap Lingkungan

Limbah cair tahu yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan berbagai dampak negatif terhadap lingkungan, di antaranya:

- a. **Pencemaran Air:** Limbah cair tahu yang dibuang langsung ke badan air dapat menyebabkan penurunan kualitas air karena tingginya kandungan bahan organik. Hal ini dapat mengganggu kehidupan akuatik, mengurangi kadar oksigen terlarut, dan meningkatkan potensi eutrofikasi.
- b. **Pencemaran Tanah:** Jika limbah cair ini disalurkan ke tanah tanpa pengolahan, maka limbah yang mengandung senyawa kimia atau logam berat dapat meresap ke dalam tanah dan mencemari sumber air tanah.
- c. **Gangguan pada Kesehatan:** Pembuangan limbah cair tahu yang mengandung mikroorganisme patogen dapat mencemari lingkungan sekitar dan membahayakan kesehatan manusia melalui kontaminasi air atau udara.

Berdasarkan dampak-dampak yang dijelaskan, dapat disimpulkan bahwa limbah cair tahu yang tidak dikelola dengan benar dapat menyebabkan pencemaran air dan tanah, serta berisiko terhadap kesehatan manusia. Oleh karena itu, pengelolaan limbah ini sangat penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem.

### 4. Potensi Pemanfaatan Limbah Cair Tahu

Limbah cair tahu memiliki potensi untuk dimanfaatkan dalam berbagai bidang, di antaranya:

- a. **Pemanfaatan dalam Pertanian:** Limbah cair tahu dapat digunakan sebagai pupuk organik cair yang mengandung nutrisi penting bagi tanaman, seperti nitrogen, fosfor, dan kalium. Pemanfaatan limbah ini dapat meningkatkan kesuburan tanah.
- b. **Biogas:** Limbah cair tahu yang mengandung bahan organik dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan biogas melalui proses fermentasi anaerobik. Biogas ini dapat digunakan sebagai sumber energi terbarukan.
- c. **Produksi Pakan Ternak:** Beberapa penelitian menunjukkan bahwa limbah cair tahu dapat digunakan sebagai bahan tambahan pakan ternak karena kandungan protein dan nutrisi lainnya yang bermanfaat bagi pertumbuhan hewan.

Berdasarkan potensi pemanfaatannya, dapat disimpulkan bahwa limbah cair tahu memiliki nilai ekonomi yang dapat dimanfaatkan dalam sektor pertanian, energi terbarukan, dan pakan ternak, sehingga tidak hanya mengurangi pencemaran tetapi juga memberi manfaat ekonomi.

#### **E. Penelitian Yang Relevan**

1. Wijayanti, T. F., Baskoro, A. P., & Sarwanto, S. (2020). Pengembangan modul bioteknologi berbasis potensi lokal untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA di kawasan pesisir.

Penelitian yang dilakukan oleh Wijayanti dkk. di tahun 2020 membahas pengembangan modul bioteknologi berbasis potensi lokal dengan fokus pada pemanfaatan sumber daya pesisir untuk pembelajaran di SMA. Permasalahan yang diangkat dalam penelitian tersebut adalah rendahnya relevansi

pembelajaran bioteknologi dengan lingkungan sekitar siswa yang tinggal di kawasan pesisir, sehingga siswa kesulitan mengaitkan konsep bioteknologi dengan kehidupan sehari-hari dan keterampilan berpikir kritis siswa belum berkembang secara optimal.

Persamaan penelitian Wijayanti dkk. dengan penelitian yang akan dilaksanakan adalah sama-sama mengembangkan modul pembelajaran biologi pada materi bioteknologi yang berbasis pada potensi lokal sebagai upaya kontekstualisasi pembelajaran. Kedua penelitian juga sama-sama menggunakan pendekatan Research and Development dalam pengembangan produk pendidikan dan melibatkan uji kelayakan dari ahli materi dan media. Perbedaannya terletak pada potensi lokal yang dimanfaatkan, dimana penelitian Wijayanti dkk. berfokus pada sumber daya pesisir seperti rumput laut dan ikan, sementara penelitian yang akan dilaksanakan memanfaatkan limbah cair tahu dari Pabrik Tahu Hamparan Rawang. Perbedaan lainnya adalah model pengembangan yang digunakan, dengan Wijayanti dkk. menggunakan model 4D sedangkan penelitian yang akan dilaksanakan menggunakan model ADDIE. Selain itu, fokus penelitian Wijayanti dkk. adalah pada pengembangan kemampuan berpikir kritis, sementara penelitian yang akan dilaksanakan lebih menekankan pada pemahaman konsep bioteknologi konvensional dan aplikasinya dalam pemanfaatan limbah industri.

2. Rahayu, P., Mulyani, S., & Miswadi, S. S. (2021). Pengembangan modul pembelajaran bioteknologi berbasis limbah tahu untuk meningkatkan kesadaran lingkungan dan hasil belajar siswa.

Penelitian Rahayu dkk. pada tahun 2021 mengkaji pengembangan modul pembelajaran bioteknologi berbasis limbah tahu untuk meningkatkan kesadaran lingkungan dan hasil belajar siswa di Kabupaten Pekalongan. Permasalahan yang menjadi fokus penelitian adalah minimnya bahan ajar yang mengintegrasikan pemanfaatan limbah industri lokal sebagai konteks pembelajaran bioteknologi, sementara limbah cair tahu yang melimpah di daerah tersebut belum dimanfaatkan secara optimal dan bahkan menyebabkan pencemaran lingkungan. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development dengan model Borg & Gall yang disederhanakan menjadi tujuh tahapan, melibatkan 96 siswa dari dua SMA di Kabupaten Pekalongan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul bioteknologi berbasis limbah tahu yang dikembangkan memperoleh penilaian sangat layak dengan persentase 87,3% dari validator ahli, serta mampu meningkatkan kesadaran lingkungan siswa dengan peningkatan skor rata-rata dari 68,5 menjadi 84,2 dan meningkatkan hasil belajar dengan N-gain sebesar 0,65 yang termasuk kategori sedang.

Persamaan penelitian Rahayu dkk. dengan penelitian yang akan dilaksanakan adalah sama-sama mengembangkan modul pembelajaran bioteknologi yang memanfaatkan limbah cair tahu sebagai konteks pembelajaran, dan keduanya bertujuan untuk menghasilkan produk pendidikan yang kontekstual dan relevan dengan lingkungan sekitar. Kedua penelitian juga sama-sama menggunakan pendekatan Research and Development dalam metodologi penelitiannya. Perbedaannya terletak pada model pengembangan

yang digunakan, dengan Rahayu dkk. menggunakan model Borg & Gall yang disederhanakan, sementara penelitian yang akan dilaksanakan menggunakan model ADDIE. Perbedaan lainnya adalah lokasi penelitian, dimana penelitian Rahayu dkk. dilakukan di Kabupaten Pekalongan dengan karakteristik industri tahu yang berbeda dengan Pabrik Tahu Hampan Rawang di Kota Sungai Penuh. Fokus capaian pembelajaran juga berbeda, dengan Rahayu dkk. menekankan pada peningkatan kesadaran lingkungan dan hasil belajar secara umum, sedangkan penelitian yang akan dilaksanakan lebih spesifik pada pemahaman konsep bioteknologi konvensional dan keterampilan proses sains.

3. Nurdiansyah, R., Parakkasi, I., & Muchtadi, M. (2023). Pengembangan e-modul bioteknologi berbasis project based learning dengan memanfaatkan limbah organik industri pangan lokal.

Penelitian yang dilakukan oleh Nurdiansyah dkk. pada tahun 2023 mengkaji pengembangan e-modul bioteknologi berbasis project based learning dengan memanfaatkan limbah organik industri pangan lokal di Kabupaten Bandung. Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah rendahnya kompetensi siswa dalam mengaplikasikan konsep bioteknologi untuk mengatasi masalah lingkungan, serta keterbatasan pembelajaran praktik bioteknologi di sekolah akibat pandemi COVID-19 yang mengharuskan pembelajaran jarak jauh. Metode penelitian yang digunakan adalah Design and Development Research (DDR) dengan model ADDIE yang melibatkan 120 siswa SMA dari empat sekolah berbeda di Kabupaten Bandung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul bioteknologi berbasis project based learning dengan

memanfaatkan limbah organik industri pangan lokal dinilai sangat layak dengan skor validasi 92,1% dari ahli materi, 88,7% dari ahli media, dan 90,3% dari ahli pembelajaran, serta mampu meningkatkan keterampilan proyek dan kreativitas siswa dengan peningkatan nilai rata-rata dari 68,2 menjadi 87,5.

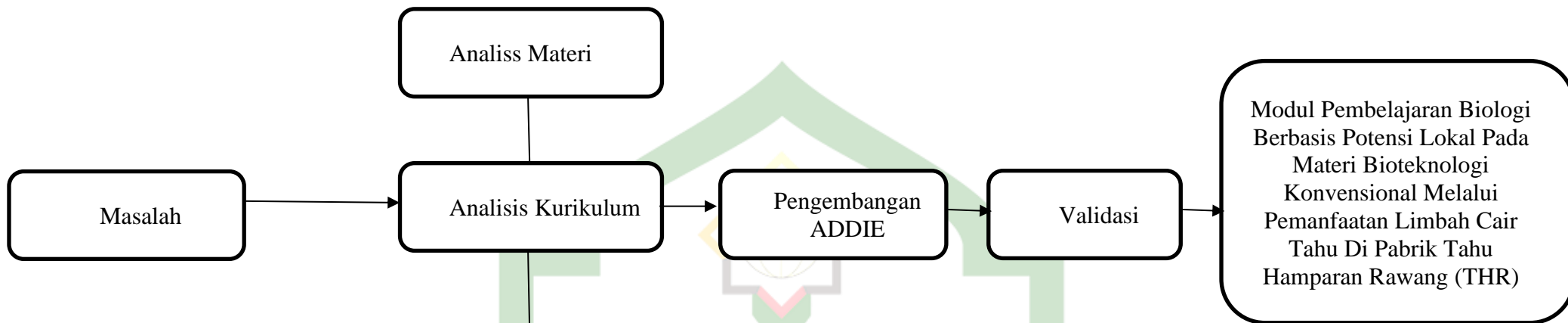
Persamaan penelitian Nurdiansyah dkk. dengan penelitian yang akan dilaksanakan adalah sama-sama mengembangkan bahan ajar bioteknologi yang memanfaatkan limbah industri pangan lokal sebagai konteks pembelajaran, dan keduanya menggunakan model ADDIE dalam pengembangan produknya. Kedua penelitian juga sama-sama menekankan aplikasi praktis konsep bioteknologi dalam mengatasi masalah lingkungan. Perbedaan utamanya terletak pada bentuk produk yang dikembangkan, dimana Nurdiansyah dkk. mengembangkan e-modul digital, sementara penelitian yang akan dilaksanakan mengembangkan modul cetak konvensional. Perbedaan lainnya adalah pendekatan pembelajaran yang digunakan, dengan Nurdiansyah dkk. secara spesifik menggunakan project based learning, sedangkan penelitian yang akan dilaksanakan menggunakan pendekatan pembelajaran kontekstual yang lebih umum. Selain itu, Nurdiansyah dkk. menggunakan berbagai jenis limbah organik industri pangan (tidak hanya tahu tetapi juga tempe, tape, dan industri lainnya) sebagai konteks pembelajaran, sementara penelitian yang akan dilaksanakan secara spesifik berfokus pada limbah cair tahu dari Pabrik Tahu Hampanan Rawang di Kota Sungai Penuh.

## **F. Kerangka Berpikir**

Pengembangan modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal merupakan strategi inovatif dalam memadukan konsep pedagogi kontekstual dengan kearifan lokal sebagai sumber belajar otentik. Modul bioteknologi konvensional yang memanfaatkan limbah cair tahu dari Pabrik Tahu Hampanan Rawang (THR) di Desa Simpang Tiga, Kecamatan Hampanan Rawang, Kota Sungai Penuh, mencerminkan paradigma pendidikan yang bersifat konstruktivistik dan berbasis pemecahan masalah riil dalam masyarakat.

Secara filosofis, pengembangan modul ini dilandasi oleh premis bahwa pembelajaran akan lebih bermakna ketika peserta didik dapat mengonstruksi pengetahuan melalui interaksi dengan lingkungan terdekatnya. Limbah cair tahu sebagai potensi lokal tidak hanya menjadi objek pembelajaran, tetapi juga menjadi konteks yang menjembatani konsep abstrak bioteknologi konvensional dengan realitas sosial-ekonomi dan lingkungan masyarakat setempat. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip contextual teaching and learning yang menekankan relevansi materi pembelajaran dengan kehidupan nyata peserta didik.

Dari perspektif epistemologis, pemanfaatan limbah cair tahu sebagai basis pengembangan modul mencerminkan transformasi pengetahuan dari konteks informal (kearifan lokal) menjadi pengetahuan formal (konsep bioteknologi) melalui proses rekontekstualisasi. Karakteristik limbah cair tahu yang kaya protein dan nutrisi organik menjadi landasan konkret untuk memahami prinsip-prinsip fermentasi, aktivitas enzimatik.



**Gambar 2.1: Kerangka Berfikir**

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **A. Model Pengembangan**

Penelitian pengembangan modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal pada materi bioteknologi konvensional melalui pemanfaatan limbah cair tahu di Pabrik Tahu Hambaran Rawang (THR) ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan model ADDIE (Arikunto, 2010). Metode R&D dipilih karena sesuai dengan tujuan penelitian untuk menghasilkan produk pendidikan berupa modul pembelajaran yang valid, praktis, dan efektif dalam konteks pembelajaran bioteknologi konvensional. Metode ini memungkinkan pengembangan produk pendidikan secara sistematis, teruji, dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah melalui serangkaian proses validasi dan uji coba (Arikunto, 2010). Pada penelitian ini peneliti hanya sampai pada tahap pengemabangan karena menginagat waktu dan biaya.

Jenis penelitian yang digunakan dalam kajian ini adalah penelitian pengembangan (Research and Development/R&D) dengan menggunakan model ADDIE yang terdiri dari lima tahap utama, yaitu Analysis (analisis), Design (perancangan), Development (pengembangan), Implementation (implementasi), dan Evaluation (evaluasi). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal yang relevan dengan konteks dan kebutuhan peserta didik, khususnya pada materi bioteknologi konvensional. Fokus utama pengembangan terletak pada pemanfaatan limbah cair tahu yang

berasal dari pabrik Tahu Hampan Rawang (THR), yang berlokasi di Desa Simpang Tiga, Kecamatan Hampan Rawang, Kota Sungai Penuh.

Pemanfaatan limbah cair tahu dari Pabrik Tahu Hampan Rawang dimulai dengan proses pengumpulan limbah segar yang dihasilkan dari tahap penyaringan dan pengepresan dalam produksi tahu. Limbah ini kemudian diukur karakteristik fisik dan kimianya untuk menentukan kesesuaiannya sebagai medium dalam aplikasi bioteknologi konvensional. Selanjutnya, limbah diproses melalui beberapa tahapan seperti penyaringan untuk menghilangkan padatan tersuspensi, pengaturan pH, dan pasteurisasi sederhana. Limbah yang telah diproses kemudian digunakan sebagai substrat dalam berbagai aplikasi bioteknologi seperti produksi nata de soya, fermentasi untuk menghasilkan asam organik, atau sebagai medium pertumbuhan mikroorganisme. Proses-proses ini dirancang sedemikian rupa sehingga dapat direplikasi dalam lingkungan pembelajaran dengan peralatan sederhana.

Model pengembangan ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) dipilih dalam penelitian ini karena karakteristiknya yang sistematis, komprehensif, dan fleksibel. Menurut Pribadi (2021), model ADDIE menawarkan kerangka pengembangan yang terstruktur namun adaptif terhadap berbagai konteks pembelajaran. Sutanto dan Wiratama (2023) menambahkan bahwa tahapan analisis dalam model ADDIE memungkinkan identifikasi kebutuhan pembelajaran secara mendalam, sehingga modul yang dikembangkan dapat menjawab permasalahan spesifik dalam pembelajaran bioteknologi di konteks lokal. Fokus pada konteks lokal menjadi pertimbangan

utama dalam pemilihan model ADDIE, karena model ini memfasilitasi pengembangan modul yang responsif terhadap karakteristik unik lingkungan belajar, ketersediaan sumber daya lokal, dan kebutuhan spesifik peserta didik di Kota Sungai Penuh.

## **B. Prosedur Pengembangan**

Model pengembangan ADDIE terdiri dari lima tahapan yang meliputi analisis (*analysis*), desain (*design*), pengembangan (*development*), implementasi (*implementation*) dan evaluasi (*evaluation*) (Sarwono, 2019). Maka dalam penelitian prosedur tahapan model ADDIE, adalah sebagai berikut:

### **1. Tahap Analisis**

#### **a. Tahap Analisis Kurikulum**

Tahap analisis kurikulum dalam pengembangan modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal merupakan proses sistematis untuk mengidentifikasi dan mengkaji komponen-komponen kurikulum yang relevan dengan materi bioteknologi konvensional. Pada tahap ini, peneliti melakukan kajian mendalam terhadap Kurikulum Merdeka yang diimplementasikan di SMA, khususnya terkait capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, dan profil pelajar Pancasila yang relevan dengan materi bioteknologi. Analisis juga mencakup identifikasi kompetensi inti dan kompetensi dasar yang menjadi acuan pengembangan modul, serta alokasi waktu yang tersedia untuk materi bioteknologi konvensional di kelas XII semester genap. Selain itu, peneliti menganalisis keterkaitan antara tuntutan kurikulum dengan potensi integrasi limbah cair tahu sebagai konteks pembelajaran, mengidentifikasi ruang fleksibilitas dalam kurikulum yang

memungkinkan pengembangan materi kontekstual, serta mengkaji dokumen-dokumen pendukung seperti silabus dan RPP yang digunakan oleh guru-guru biologi di Kota Sungai Penuh. Hasil analisis kurikulum ini menjadi landasan penting dalam menentukan cakupan, kedalaman, dan sistematika materi dalam modul yang dikembangkan.

#### b. Tahap Analisis Materi

Tahap analisis materi dalam pengembangan modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal merupakan proses identifikasi dan pengorganisasian konten bioteknologi konvensional yang akan diintegrasikan dengan konteks pemanfaatan limbah cair tahu. Pada tahap ini, peneliti melakukan kajian literatur komprehensif tentang konsep-konsep esensial dalam bioteknologi konvensional, seperti prinsip fermentasi, aktivitas mikroorganisme, proses enzimatik, dan aplikasi bioteknologi dalam pengolahan limbah. Peneliti juga menganalisis karakteristik limbah cair tahu dari Pabrik Tahu Hamparan Rawang, meliputi komposisi kimiawi, potensi pemanfaatan, dan proses bioteknologi yang memungkinkan untuk diterapkan. Analisis mencakup identifikasi miskonsepsi umum dalam pembelajaran bioteknologi, penentuan prasyarat pengetahuan yang dibutuhkan siswa, serta pemetaan konten dari yang sederhana hingga kompleks untuk memastikan sekuens pembelajaran yang logis. Selain itu, peneliti mengidentifikasi aspek-aspek kearifan lokal dalam proses pembuatan tahu dan pengelolaan limbahnya yang dapat diintegrasikan dalam materi pembelajaran. Hasil analisis materi ini menjadi dasar dalam menentukan cakupan, kedalaman, dan struktur konten dalam modul yang dikembangkan.

### c. Tahap Analisis Kebutuhan Siswa

Tahap analisis kebutuhan siswa dalam pengembangan modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal merupakan proses penggalian informasi tentang karakteristik, preferensi, dan kebutuhan belajar siswa SMA kelas XII di Kota Sungai Penuh. Pada tahap ini, peneliti melakukan survei dan wawancara dengan siswa untuk mengidentifikasi gaya belajar yang dominan, tingkat pemahaman awal tentang konsep bioteknologi, serta kesulitan yang umumnya dihadapi dalam mempelajari materi tersebut. Analisis juga mencakup preferensi format penyajian materi, jenis ilustrasi, dan aktivitas pembelajaran yang diminati siswa. Peneliti mengidentifikasi pengetahuan siswa tentang industri tahu lokal dan limbahnya, serta mengeksplorasi kesadaran mereka terhadap isu-isu lingkungan terkait. Selain itu, analisis meliputi identifikasi ketersediaan sumber belajar di sekolah, aksesibilitas siswa terhadap fasilitas praktikum, serta keterampilan proses sains yang perlu dikembangkan. Hasil analisis kebutuhan siswa ini menjadi pertimbangan penting dalam merancang modul yang tidak hanya sesuai dengan tuntutan kurikulum dan kaidah keilmuan, tetapi juga relevan dengan karakteristik dan kebutuhan belajar siswa.

### **2. Tahap Desain (Design)**

Tahap desain dalam pengembangan modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal merupakan proses perancangan sistematis berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan. Pada tahap ini, peneliti merumuskan tujuan pembelajaran spesifik untuk setiap unit dalam modul yang mencerminkan integrasi konsep bioteknologi konvensional dengan pemanfaatan limbah cair tahu. Peneliti

merancang struktur dan sistematika modul yang logis dan kohesif, dimulai dari konsep dasar hingga aplikasi kompleks bioteknologi dalam pengelolaan limbah. Desain mencakup pembuatan peta konsep materi, penentuan urutan penyajian, dan perancangan alur pembelajaran yang mendukung konstruksi pengetahuan secara bertahap. Peneliti juga merancang aktivitas pembelajaran yang melibatkan siswa dalam eksplorasi bioteknologi limbah cair tahu, termasuk desain praktikum sederhana yang dapat dilakukan di sekolah. Selain itu, tahap ini meliputi perancangan instrumen evaluasi formatif dan sumatif, pemilihan jenis ilustrasi dan media pendukung, serta pengembangan storyboard untuk keseluruhan modul. Perancangan desain grafis, layout, dan format penyajian juga dilakukan untuk memastikan modul tidak hanya informatif tetapi juga menarik secara visual dan mudah digunakan.

### **3. Tahap Pengembangan (Develop)**

#### **a. Validasi Ahli Materi**

Validasi ahli materi dalam pengembangan modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal merupakan proses evaluasi komprehensif terhadap konten bioteknologi konvensional dan integrasinya dengan konteks pemanfaatan limbah cair tahu. Pada tahap ini, draft modul diserahkan kepada dua orang ahli materi yang terdiri dari dosen bioteknologi dari IAIN Kerinci yang mengajar pada mata kuliah bioteknologi dengan pengalaman mengajar bioteknologi. Validasi mencakup penilaian terhadap keakuratan konsep bioteknologi konvensional, kesesuaian cakupan dan kedalaman materi dengan tuntutan kurikulum, serta ketepatan integrasi konsep bioteknologi dengan konteks limbah cair tahu. Ahli

materi juga mengevaluasi kesesuaian contoh dan aplikasi dengan karakteristik limbah cair tahu dari Pabrik Tahu Hamparan Rawang, keterkaitan antara materi dengan kegiatan praktikum yang dirancang, serta kelogisan urutan penyajian materi. Selain itu, ahli materi memberikan penilaian terhadap kemutakhiran referensi yang digunakan, ketepatan penggunaan istilah bioteknologi, dan potensi modul dalam mengembangkan pemahaman konsep siswa. Hasil validasi ahli materi menjadi dasar untuk revisi konten modul sebelum dilanjutkan ke tahap validasi berikutnya.

#### b. Validasi Ahli Bahan Ajar

Validasi ahli bahan ajar dalam pengembangan modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal merupakan proses evaluasi menyeluruh terhadap aspek pedagogis, penyajian, dan desain fisik modul. Pada tahap ini, draft modul yang telah direvisi berdasarkan masukan ahli materi diserahkan kepada dua orang ahli bahan ajar yang terdiri dari dosen teknologi pendidikan dan pengembang media pembelajaran berpengalaman. Validasi mencakup penilaian terhadap kesesuaian modul dengan karakteristik siswa SMA kelas XII, konsistensi penyajian, dan keefektifan komunikasi visual. Ahli bahan ajar mengevaluasi struktur modul, kejelasan petunjuk penggunaan, serta keterpaduan antar komponen dalam modul. Penilaian juga dilakukan terhadap kualitas ilustrasi, keterbacaan teks, kesesuaian layout, efektivitas penggunaan warna, dan aspek ergonomis modul. Selain itu, ahli bahan ajar memberikan evaluasi terhadap kesesuaian aktivitas pembelajaran dengan pendekatan konstruktivistik, ketepatan instrumen evaluasi, serta potensi modul dalam mendorong pembelajaran mandiri.

Aspek kebahasaan juga menjadi fokus evaluasi, meliputi penggunaan bahasa yang komunikatif, kesesuaian dengan tingkat perkembangan siswa, dan ketepatan struktur kalimat. Hasil validasi ahli bahan ajar menjadi dasar untuk penyempurnaan modul sebelum diujicobakan dalam pembelajaran.

### **C. Jenis Data**

#### **1. Data Primer**

Data primer dalam penelitian ini merupakan informasi yang dikumpulkan secara langsung oleh peneliti dari sumber pertama tanpa melalui perantara. Data primer diperoleh melalui berbagai metode pengumpulan data yang dilakukan selama proses penelitian dan pengembangan modul. Pada tahap analisis, data primer meliputi hasil analisis kebutuhan yang diperoleh melalui angket dan wawancara dengan siswa SMA kelas XII dan guru biologi di beberapa sekolah di Kota Sungai Penuh mengenai kesulitan dalam pembelajaran bioteknologi konvensional, ketersediaan sumber belajar, dan preferensi format pembelajaran. Data primer juga mencakup hasil observasi langsung di Pabrik Tahu Hampanan Rawang untuk mengidentifikasi proses produksi tahu, karakteristik limbah cair yang dihasilkan, serta potensi pemanfaatannya dalam pembelajaran bioteknologi.

Pada tahap pengembangan dan implementasi, data primer meliputi hasil validasi dari ahli materi, ahli bahan ajar, dan praktisi pendidikan yang memberikan penilaian terhadap kelayakan modul dari berbagai aspek seperti konten, penyajian, kebahasaan, dan kegrafikan. Data primer juga mencakup hasil uji coba modul yang diperoleh melalui angket respon siswa dan guru

terhadap modul, hasil observasi penggunaan modul dalam pembelajaran, serta data hasil belajar siswa setelah menggunakan modul. Data primer berupa hasil analisis karakteristik fisik dan kimia limbah cair tahu yang diperoleh melalui pengujian laboratorium juga menjadi bagian penting dalam pengembangan konten modul yang akurat dan kontekstual.

Sementara itu, data sekunder dalam penelitian ini merupakan informasi yang diperoleh secara tidak langsung atau telah tersedia sebelumnya, yang dikumpulkan dan diolah untuk melengkapi data primer. Data sekunder mencakup dokumen kurikulum seperti Kurikulum Merdeka, silabus mata pelajaran biologi kelas XII, dan dokumen capaian pembelajaran yang menjadi acuan dalam pengembangan konten modul. Data sekunder juga meliputi literatur ilmiah tentang konsep bioteknologi konvensional, jurnal penelitian tentang pemanfaatan limbah cair tahu, serta buku teks dan modul pembelajaran bioteknologi yang telah ada sebagai referensi dalam pengembangan struktur dan format modul.

Data sekunder berupa dokumentasi dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Sungai Penuh mengenai dampak lingkungan industri tahu di daerah tersebut, serta data dari Dinas Perindustrian tentang profil industri tahu di Kecamatan Hamparan Rawang juga digunakan untuk memperkaya konteks lokal dalam modul. Selain itu, penelitian-penelitian terdahulu tentang pengembangan modul pembelajaran berbasis potensi lokal dan studi tentang pemanfaatan limbah industri dalam pembelajaran biologi menjadi sumber data

sekunder yang berharga untuk mengidentifikasi gap penelitian dan best practices dalam pengembangan modul.

Penggunaan kombinasi data primer dan sekunder dalam penelitian ini memungkinkan peneliti untuk mengembangkan modul pembelajaran biologi yang tidak hanya memenuhi tuntutan kurikuler dan standar keilmuan, tetapi juga relevan dengan konteks lokal dan kebutuhan belajar siswa. Data primer memberikan gambaran aktual tentang kondisi pembelajaran bioteknologi di lapangan dan karakteristik limbah cair tahu yang menjadi basis pengembangan modul, sementara data sekunder menyediakan landasan teoritis dan kontekstual yang memperkaya substansi modul. Integrasi kedua jenis data ini menghasilkan modul pembelajaran yang valid dari segi konten, konstruk, dan konteks, serta potensial untuk meningkatkan pemahaman siswa tentang aplikasi bioteknologi konvensional dalam mengatasi masalah lingkungan di sekitar mereka.

#### **D. Teknik Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data yang digunakan melibatkan lembar wawancara, angket praktikalitas, dan angket respons. Maka dalam penelitian ini teknik pengumpulan data adalah sebagai berikut:

##### **a. Lembaran Wawancara**

Lembaran wawancara dalam penelitian pengembangan modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal merupakan pedoman terstruktur untuk memperoleh informasi mendalam melalui tanya jawab langsung dengan narasumber. Pada tahap analisis kebutuhan, wawancara dilakukan dengan guru

biologi di beberapa SMA di Kota Sungai Penuh untuk mengidentifikasi tantangan dalam pembelajaran bioteknologi konvensional, kebutuhan sumber belajar kontekstual, serta potensi integrasi limbah cair tahu dalam pembelajaran. Wawancara dengan pengelola Pabrik Tahu Hampanan Rawang dilakukan untuk memperoleh informasi detail tentang proses produksi, karakteristik limbah, upaya pengelolaan limbah yang telah dilakukan, serta peluang kerja sama dengan institusi pendidikan. Wawancara dengan siswa bertujuan menggali pemahaman awal tentang bioteknologi, persepsi terhadap industri tahu lokal, serta preferensi format pembelajaran. Lembaran wawancara memuat pertanyaan-pertanyaan terbuka yang memungkinkan eksplorasi mendalam terhadap topik yang dikaji, serta pertanyaan lanjutan untuk mengklarifikasi jawaban. Data yang diperoleh melalui wawancara memberikan konteks dan perspektif yang kaya untuk pengembangan modul yang responsif terhadap kebutuhan lokal dan dapat diimplementasikan secara efektif.

#### **b. Angket Praktikalitas**

Angket praktikalitas dalam penelitian pengembangan modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal merupakan instrumen yang dirancang untuk mengukur tingkat kepraktisan dan kemudahan penggunaan modul dalam situasi pembelajaran nyata. Angket ini diberikan kepada guru biologi dan siswa setelah mereka menggunakan modul dalam pembelajaran bioteknologi konvensional. Aspek yang dinilai meliputi kemudahan penggunaan modul, kejelasan petunjuk dan instruksi, alokasi waktu yang dibutuhkan untuk setiap aktivitas pembelajaran, keterjangkauan bahan-bahan praktikum, serta

kemudahan implementasi kegiatan praktikum pemanfaatan limbah cair tahu. Angket praktikalitas untuk guru secara khusus menilai kemudahan dalam mengintegrasikan modul dengan perencanaan pembelajaran, fleksibilitas dalam implementasi, serta dukungan modul terhadap pencapaian tujuan pembelajaran. Angket untuk siswa fokus pada kemudahan memahami materi, keterbacaan teks, kemenarikan penyajian, dan kemudahan mengikuti langkah-langkah praktikum. Data yang diperoleh melalui angket praktikalitas menjadi dasar untuk revisi modul agar lebih aplikatif dan user-friendly sebelum disebarluaskan sebagai sumber belajar yang telah teruji secara praktis dalam konteks pembelajaran bioteknologi di SMA.

### **c. Angket Respons**

Angket respons dalam penelitian pengembangan modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal merupakan instrumen untuk mengumpulkan feedback subjektif dari pengguna modul, yaitu siswa dan guru, tentang persepsi, sikap, dan pengalaman mereka dalam menggunakan modul. Angket ini diberikan setelah implementasi modul dalam pembelajaran dan berfokus pada aspek afektif dan psikologis penggunaan modul. Untuk siswa, angket respons menggali ketertarikan terhadap penyajian materi, motivasi belajar yang dirasakan, relevansi materi dengan kehidupan sehari-hari, serta persepsi terhadap kemanfaatan integrasi limbah cair tahu dalam pembelajaran bioteknologi. Angket respons guru menilai persepsi terhadap potensi modul dalam meningkatkan hasil belajar, kesesuaian dengan kebutuhan pembelajaran, serta kesan terhadap pendekatan pembelajaran berbasis potensi lokal. Angket

ini menggunakan kombinasi pertanyaan tertutup dengan skala Likert dan pertanyaan terbuka yang memungkinkan responden memberikan komentar, saran, dan kesan secara lebih detail. Data dari angket respons memberikan wawasan tentang penerimaan dan apresiasi pengguna terhadap modul, yang penting untuk evaluasi kebermanfaatan modul serta pengembangan modul serupa di masa depan.

#### **d. Angket Validasi**

Angket validasi dalam penelitian pengembangan modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal merupakan instrumen komprehensif untuk menilai kelayakan modul sebelum diimplementasikan dalam pembelajaran nyata. Angket ini diberikan kepada para validator yang terdiri dari ahli materi, ahli bahan ajar, ahli bahasa, dan praktisi pendidikan (guru biologi senior). Angket validasi ahli materi mencakup penilaian terhadap keakuratan konsep bioteknologi konvensional, kesesuaian dengan kurikulum, kedalaman dan keluasan materi, serta ketepatan integrasi konsep dengan konteks limbah cair tahu. Angket validasi ahli bahan ajar menilai aspek penyajian, organisasi modul, kemenarikan visual, serta kesesuaian dengan prinsip-prinsip desain instruksional. Aspek kebahasaan dinilai melalui angket validasi ahli bahasa yang mencakup keterbacaan, kejelasan, dan kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar. Angket validasi praktisi menilai aspek implementatif modul dalam pembelajaran di kelas. Setiap aspek memiliki indikator-indikator spesifik yang dinilai menggunakan skala 1-4, disertai kolom untuk komentar dan saran perbaikan. Data yang diperoleh melalui

angket validasi dianalisis secara kuantitatif dan kualitatif untuk menentukan tingkat validitas modul dan aspek-aspek yang memerlukan revisi.

Penelitian yang dilakukan menggunakan skala pengukuran penelitian pengembangan yang telah dimodifikasi. Untuk keperluan analisis kuantitatif, maka jawaban tersebut diberi skor seperti pada tabel berikut. Angket Validasi dapat dilihat pada lampiran 1 sampai 5.

**Tabel 3.1 Skala Angket Validasi**

| No | Analisis Kuantitatif | Pernyataan |
|----|----------------------|------------|
| 1. | Sangat Setuju        | 4          |
| 2. | Setuju               | 3          |
| 3. | Tidak Setuju         | 2          |
| 4. | Sangat Tidak Setuju  | 1          |

Sumber:(Sugiyono, 2017)

Angket validasi ini terdiri dari 3 yaitu angket validasi ahli instrumen penilaian, ahli materi, ahli bahasa.

a. Angket Validasi Ahli Instrumen

Angket ahli instrumen ini merupakan seorang yang mampu mempelajari dan meneliti tentang instrumen penilaian. Pada uji ahli ini bertujuan untuk mendapatkan data berupa penilaian, pendapat, saran, dan kritikan terhadap penyusunan penilaian sesuai dengan ciri-ciri penilaian yang baik.

b. Angket validasi ahli materi

Angket validasi ahli materi digunakan untuk mendapatkan data kelayakan produk yang dilihat dari segi kebenaran konsep.

b. Angket validasi ahli bahasa

Angket validasi ahli bahasa digunakan untuk mendapatkan data berupa

kelayakan produk yang dilihat dari segi kebenaran dalam bahasa yang digunakan.

## **E. Metode dan Teknik Analisis Data**

Dalam penelitian ini, teknik analisis data dibagi menjadi dua jenis, yaitu analisis data kualitatif dan analisis data kuantitatif, yang keduanya digunakan untuk memahami efektivitas modul yang dikembangkan berdasarkan model ADDIE. Adapun penjelasan dari keduanya adalah sebagai berikut.

### **1. Teknik Analisis Data Kualitatif**

Teknik analisis data kualitatif digunakan untuk menganalisis data yang diperoleh dari lembar observasi dan wawancara, yang berfungsi untuk menggali informasi mendalam mengenai proses pengolahan limbah cair tahu di Pabrik Tahu Hamparan Rawang (THR) serta pemahaman dan pengalaman siswa dalam menggunakan modul pembelajaran bioteknologi konvensional. Dalam penelitian ini, data yang diperoleh dari lembar observasi dan wawancara dianalisis melalui langkah-langkah berikut: reduksi data, display data, dan penarikan kesimpulan.

#### **a. Reduksi Data**

Reduksi data adalah proses pemilahan dan penyaringan informasi yang relevan dari data yang terkumpul. Dalam tahap ini, peneliti akan mengidentifikasi tema-tema utama yang muncul dari wawancara dengan guru biologi, pengelola Pabrik Tahu Hamparan Rawang, siswa SMA, serta pengamatan dalam lembar observasi. Sebagai contoh, peneliti dapat

memfokuskan pada aspek-aspek pengolahan limbah cair tahu yang memiliki relevansi langsung dengan materi bioteknologi konvensional atau yang dapat dijadikan contoh praktis dalam modul. Informasi tentang karakteristik limbah cair tahu, kandungan nutrisi, potensi pemanfaatan dalam berbagai aplikasi bioteknologi, serta tantangan dalam pengelolaannya akan diidentifikasi dan diorganisasi. Informasi yang tidak relevan atau duplikat akan dihilangkan agar data yang tersisa lebih terfokus pada tujuan penelitian pengembangan modul pembelajaran berbasis potensi lokal.

#### **b. Display Data**

Setelah data direduksi, langkah berikutnya adalah display data atau penyajian data. Penyajian data ini akan dilakukan dalam bentuk narasi yang menggambarkan hasil wawancara dan observasi yang telah dianalisis. Misalnya, peneliti akan menampilkan hasil wawancara yang menggambarkan tantangan yang dihadapi pengelola Pabrik Tahu Hamparan Rawang dalam pengelolaan limbah cair dan bagaimana hal tersebut dapat dimasukkan ke dalam modul sebagai bahan pembelajaran bioteknologi konvensional. Peneliti juga akan menyajikan temuan dari observasi proses produksi tahu dan karakteristik limbah cairnya dalam bentuk deskripsi terstruktur, diagram alir, atau tabel yang informatif. Display data memungkinkan peneliti untuk memahami hubungan antara temuan dan konteks pembelajaran bioteknologi, serta untuk menyusun gambaran yang lebih jelas mengenai potensi integrasi limbah cair tahu dalam pembelajaran bioteknologi konvensional di SMA.

### **c. Penarikan Kesimpulan**

Tahap terakhir adalah penarikan kesimpulan. Setelah data disajikan, peneliti akan menarik kesimpulan mengenai temuan utama yang berkaitan dengan penggunaan modul berbasis potensi lokal dalam pembelajaran bioteknologi konvensional. Kesimpulan yang diambil akan mencakup karakteristik utama limbah cair tahu dari Pabrik Tahu Hampan Rawang yang relevan untuk pembelajaran bioteknologi, prinsip-prinsip bioteknologi konvensional yang dapat didemonstrasikan melalui pemanfaatan limbah tersebut, serta kebutuhan dan preferensi siswa dan guru dalam pembelajaran bioteknologi berbasis potensi lokal. Penarikan kesimpulan ini juga akan mencakup rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut atau perbaikan dalam modul berdasarkan hasil analisis kualitatif. Kesimpulan yang komprehensif ini akan menjadi landasan penting dalam pengembangan modul pembelajaran biologi yang tidak hanya valid secara konten tetapi juga kontekstual dan relevan dengan kebutuhan pembelajaran di sekolah-sekolah di Kota Sungai Penuh.

## **2. Teknik Analisis Data Kuantitatif**

Teknik analisis data kuantitatif digunakan untuk menganalisis data yang diperoleh dari angket praktikalitas, angket respons, dan angket validasi. Dalam penelitian ini, rumus yang digunakan untuk menganalisis data kuantitatif adalah sebagai berikut:

- a. Angket praktikalitas dan angket respons

Angket praktikalitas dan angket respons dilakukan dengan cara menghitung persentase total, dengan rumus

$$P_s = \frac{S}{N} \times 100 \%$$

Keterangan:

$P_s$  = Persentase

$S$  = Jumlah jawaban responden dalam 1 item

$N$  = Jumlah nilai ideal dalam item

Hasil dari skor rata-rata penilaian masing-masing dengan kriteria kualitas berdasarkan rata-rata yang diberikan skor seperti tabel:

Tabel 3.2 Skala Likert Responden Guru dan Siswa

| No | Analisis Kuantitatif       | Pernyataan |
|----|----------------------------|------------|
| 1. | Sangat Menarik (SM)        | 4          |
| 2. | Menarik (M)                | 3          |
| 3. | Tidak Menarik (TM)         | 2          |
| 4. | Sangat Tidak Menarik (STM) | 1          |

Sumber : (Sugiyono, 2018).

#### b. Angket Validasi

Angket validasi dianalisis dengan menghitung persentase jawaban angket pada tiap item, dihitung menggunakan rumus rata-rata sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{x_i (x_1 + x_2 + \dots + x_n)}{n}$$

Keterangan :

$\bar{x}$  = rata-rata

$x_i$  = skor item ke- i

$n$  = jumlah skor item

Hasil dari skor rata-rata penilaian masing-masing validator tersebut

dikonversikan ke pertanyaan untuk melihat kriteria kualitas berdasarkan rata-rata. Dapat dilihat pada table berikut:

Table 3.6 Kriteria validasi

| Skor Kualitas        | Kriteria Kelayakan |
|----------------------|--------------------|
| $3,26 < - \leq 4,00$ | Valid              |
| $2,51 < - \leq 3,26$ | Cukup Valid        |
| $1,76 < - \leq 2,51$ | Kurang Valid       |
| $1,00 < - 1,76$      | Tidak Valid        |

Sumber : Sugiyono 2017

Langkah selanjutnya menghitung persentase total, dengan rumus

$$P_s = \frac{S}{N} \times 100 \%$$

Keterangan:

$P_s$  = Persentase

$S$  = Jumlah jawaban responden dalam 1 item

$N$  = Jumlah nilai ideal dalam item

Menginterpretasikan hasil persentase yang diperoleh dari lembar validitas, dengan persentase sebagai berikut:

Tabel 3.7 Interpretasi validitas

| Persentase | Keterangan   |
|------------|--------------|
| 0 -25      | Tidak Valid  |
| 26 – 50    | Kurang Valid |
| 51 – 75    | Cukup Valid  |
| 76 – 100   | Valid        |

Sumber: (Arikunto, 2017).

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Hasil Penelitian**

Penelitian pengembangan modul pembelajaran biologi ini bertujuan untuk menciptakan bahan ajar yang memanfaatkan potensi lokal di sekitar siswa. Modul ini menggabungkan materi bioteknologi konvensional dengan limbah cair tahu dari Pabrik Tahu Hampan Rawang sebagai media pembelajaran yang nyata dan mudah diakses. Penelitian menggunakan model ADDIE yang terdiri dari tahap analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Limbah cair tahu dipilih karena mengandung nutrisi yang cocok untuk kegiatan fermentasi dan proses bioteknologi sederhana. Modul ini dirancang untuk siswa SMA kelas XII semester genap dengan mengikuti kurikulum merdeka. Pengembangan modul ini diharapkan dapat membantu siswa memahami konsep bioteknologi dengan lebih mudah karena menggunakan contoh nyata dari lingkungan sekitar mereka.

##### **1. Hasil analisis kebutuhan terhadap Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Potensi Lokal pada Materi Bioteknologi Konvensional melalui Pemanfaatan Limbah Cair Tahu di Pabrik Tahu Hampan Rawang (THR) di Kota Sungai Penuh**

Analisis kebutuhan dalam penelitian ini adalah proses untuk mengetahui apa yang diperlukan dalam pembelajaran bioteknologi di sekolah-sekolah di Kota Sungai Penuh. Analisis ini dilakukan dengan cara wawancara dan observasi langsung di sekolah untuk mengetahui kondisi pembelajaran yang sebenarnya. Peneliti ingin mengetahui apakah guru dan siswa membutuhkan modul pembelajaran baru yang menggunakan limbah cair tahu sebagai media

pembelajaran. Analisis kebutuhan juga bertujuan untuk mengetahui masalah apa saja yang dihadapi guru dan siswa dalam pembelajaran bioteknologi. Melalui analisis ini, peneliti dapat memahami kondisi nyata di lapangan sehingga modul yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan guru dan siswa. Hasil analisis kebutuhan menjadi dasar untuk membuat modul pembelajaran yang tepat guna dan bermanfaat.

#### **a. Tahap Analisis Kurikulum**

Tahap analisis kurikulum bertujuan untuk mengetahui bagaimana kurikulum bioteknologi diterapkan di sekolah dan apakah sudah sesuai dengan kebutuhan pembelajaran. Analisis ini mencakup pemahaman guru tentang kurikulum merdeka, cara guru mengajarkan materi bioteknologi, dan kendala yang dihadapi dalam penerapan kurikulum.

Berdasarkan hasil wawancara dengan Ibu Deti, S.Pd, mengungkapkan bahwa:

"Kurikulum merdeka memberikan kebebasan dalam mengajar, tetapi kami masih kesulitan mencari bahan ajar yang sesuai dengan lingkungan sekitar. Materi bioteknologi dalam buku teks terlalu umum dan tidak ada contoh dari daerah kita sendiri. Siswa sering bertanya tentang contoh nyata bioteknologi di sekitar mereka, tetapi saya kesulitan memberikan jawaban yang tepat." (Deti, S.Pd, Wawancara, Hari Senin, Tanggal 20 Mei 2025, Jam 10.30 WIB.)

Berdasarkan hasil wawancara tersebut mengungkapkan bahwa guru memiliki kebebasan dalam mengajar dengan kurikulum merdeka, namun menghadapi kendala dalam mencari bahan ajar yang kontekstual. Guru merasa bahwa materi bioteknologi dalam buku teks terlalu umum dan tidak memberikan contoh dari lingkungan lokal. Hal ini menyebabkan guru kesulitan dalam memberikan penjelasan yang konkret kepada siswa ketika ditanya tentang aplikasi bioteknologi di sekitar mereka. Kondisi ini menunjukkan perlunya pengembangan bahan ajar

yang mengintegrasikan potensi lokal untuk mendukung implementasi kurikulum merdeka yang lebih bermakna.

Berdasarkan hasil wawancara dengan Bapak Erwanto, S.Pd, mengungkapkan bahwa:

"Saya sudah mengajar biologi selama 15 tahun, tetapi materi bioteknologi masih menjadi tantangan. Kurikulum merdeka memang bagus, tetapi butuh contoh praktis yang bisa dilihat siswa secara langsung. Kalau ada limbah tahu yang bisa dipakai untuk pembelajaran, itu akan sangat membantu karena dekat dengan kehidupan siswa." (Erwanto, S.Pd, Wawancara, Hari Selasa, Tanggal 21 Mei 2025, Jam 09.15 WIB.)

Berdasarkan hasil wawancara tersebut mengungkapkan bahwa meskipun guru memiliki pengalaman mengajar yang cukup lama, materi bioteknologi tetap menjadi tantangan dalam pembelajaran. Guru menyadari bahwa kurikulum merdeka memberikan fleksibilitas, namun membutuhkan contoh praktis yang dapat diamati siswa secara langsung. Guru menunjukkan antusiasme terhadap pemanfaatan limbah tahu sebagai media pembelajaran karena dianggap dekat dengan kehidupan siswa dan dapat memberikan pengalaman belajar yang konkret.

Berdasarkan hasil wawancara dengan siswa Andini, mengungkapkan bahwa:

"Pelajaran bioteknologi sering membuat saya bingung karena contoh-contohnya jauh dari kehidupan sehari-hari. Kalau bisa belajar menggunakan limbah tahu yang ada di sekitar rumah, pasti lebih mudah dipahami dan menarik." (Andini, Wawancara, Hari Rabu, Tanggal 22 Mei 2025, Jam 11.00 WIB.)

Berdasarkan hasil wawancara tersebut mengungkapkan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi bioteknologi karena contoh-contoh yang diberikan tidak relevan dengan kehidupan sehari-hari mereka. Siswa menunjukkan minat yang besar terhadap pembelajaran yang menggunakan limbah tahu sebagai media karena dianggap lebih mudah dipahami dan menarik. Hal ini

menunjukkan bahwa pembelajaran kontekstual yang menggunakan potensi lokal dapat meningkatkan motivasi dan pemahaman siswa.

Berdasarkan hasil wawancara dengan siswa Aisyah, mengungkapkan bahwa:

"Materi bioteknologi di buku sulit dipahami karena bahasanya rumit dan contohnya tidak familiar. Saya lebih suka belajar dengan praktek langsung menggunakan bahan yang mudah ditemukan di sekitar kita." (Aisyah, Wawancara, Hari Kamis, Tanggal 23 Mei 2025, Jam 10.45 WIB.)

Berdasarkan hasil wawancara tersebut mengungkapkan bahwa siswa menghadapi kendala dalam memahami materi bioteknologi karena penggunaan bahasa yang kompleks dan contoh yang tidak familiar. Siswa menunjukkan preferensi terhadap pembelajaran praktik langsung menggunakan bahan yang mudah ditemukan di lingkungan sekitar. Hal ini menegaskan pentingnya pengembangan bahan ajar yang menggunakan bahasa sederhana dan contoh kontekstual untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran.

## **2. Tahap Analisis Materi**

Tahap analisis materi bertujuan untuk mengetahui bagaimana materi bioteknologi diajarkan di sekolah, sumber belajar yang digunakan, dan kesulitan yang dihadapi dalam penyampaian materi kepada siswa.

Berdasarkan hasil wawancara dengan Ibu Deti, S.Pd, mengungkapkan bahwa:

"Materi bioteknologi yang saya ajarkan masih mengandalkan buku teks dan internet. Praktikum jarang dilakukan karena alat dan bahan yang mahal. Siswa sering mengeluh karena materi terasa abstrak dan sulit dipahami tanpa praktek langsung." (Deti, S.Pd, Wawancara, Hari Senin, Tanggal 20 Mei 2025, Jam 11.15 WIB.)

Berdasarkan hasil wawancara tersebut mengungkapkan bahwa pembelajaran bioteknologi masih bergantung pada sumber belajar konvensional seperti buku teks

dan internet. Keterbatasan dalam pelaksanaan praktikum disebabkan oleh kendala finansial terkait alat dan bahan yang mahal. Akibatnya, siswa menganggap materi bioteknologi abstrak dan sulit dipahami karena kurangnya pengalaman praktik langsung. Kondisi ini menunjukkan perlunya alternatif media pembelajaran yang lebih terjangkau dan mudah diakses.

Berdasarkan hasil wawancara dengan Bapak Erwanto, S.Pd, mengungkapkan bahwa: "

Materi bioteknologi konvensional sebenarnya menarik, tetapi contoh yang ada di buku tidak sesuai dengan kondisi daerah kita. Saya ingin mengajarkan fermentasi, tetapi bahan seperti tape singkong atau tempe sudah umum. Kalau bisa menggunakan limbah tahu, itu akan lebih inovatif dan dekat dengan siswa." (Erwanto, S.Pd, Wawancara, Hari Selasa, Tanggal 21 Mei 2025, Jam 10.00 WIB.)

Berdasarkan hasil wawancara tersebut mengungkapkan bahwa guru menyadari potensi menarik dari materi bioteknologi konvensional, namun menghadapi keterbatasan dalam menemukan contoh yang sesuai dengan kondisi lokal. Guru menunjukkan keinginan untuk mengajarkan proses fermentasi dengan media yang lebih inovatif dibandingkan contoh-contoh umum yang sudah sering digunakan. Pemanfaatan limbah tahu dianggap sebagai alternatif yang lebih inovatif dan relevan dengan lingkungan siswa.

Berdasarkan hasil wawancara dengan siswa Andini, mengungkapkan bahwa:

"Materi bioteknologi di buku tebal dan bahasanya sulit. Saya lebih mudah mengerti kalau dijelaskan dengan contoh yang sering saya lihat di rumah atau di sekitar sekolah." (Andini, Wawancara, Hari Rabu, Tanggal 22 Mei 2025, Jam 11.30 WIB.)

Berdasarkan hasil wawancara tersebut mengungkapkan bahwa siswa mengalami kesulitan dengan kompleksitas materi bioteknologi dalam buku teks

yang menggunakan bahasa teknis yang sulit dipahami. Siswa menunjukkan preferensi terhadap penjelasan yang menggunakan contoh-contoh familiar dari lingkungan rumah atau sekolah. Hal ini menegaskan pentingnya penyederhanaan bahasa dan penggunaan contoh kontekstual dalam penyampaian materi bioteknologi.

Berdasarkan hasil wawancara dengan siswa Aisyah, mengungkapkan bahwa:

"Saya suka pelajaran biologi, tetapi bagian bioteknologi membuat saya bingung. Contoh-contoh di buku seperti pembuatan antibiotik atau insulin terlalu rumit dan jauh dari kehidupan saya. Kalau bisa belajar membuat sesuatu dari limbah tahu, pasti lebih seru dan mudah dipahami." (Aisyah, Wawancara, Hari Kamis, Tanggal 23 Mei 2025, Jam 11.15 WIB.)

Berdasarkan hasil wawancara tersebut mengungkapkan bahwa meskipun siswa memiliki minat terhadap pelajaran biologi, bagian bioteknologi menyebabkan kebingungan karena kompleksitas contoh yang diberikan. Siswa merasa bahwa contoh-contoh seperti pembuatan antibiotik atau insulin terlalu rumit dan tidak relevan dengan kehidupan mereka. Siswa menunjukkan antusiasme terhadap pembelajaran yang melibatkan pembuatan produk dari limbah tahu karena dianggap lebih menarik dan mudah dipahami.

### **3. Tahap Analisis Kebutuhan Siswa**

Tahap analisis kebutuhan siswa bertujuan untuk mengetahui apa yang dibutuhkan siswa dalam pembelajaran bioteknologi agar lebih mudah dipahami dan menarik.

Berdasarkan hasil wawancara dengan Ibu Deti, S.Pd, mengungkapkan bahwa:

"Siswa butuh pembelajaran yang lebih praktis dan bisa mereka lihat hasilnya langsung. Mereka sering bertanya kapan bisa praktek membuat produk bioteknologi sendiri. Kalau ada modul yang menggunakan limbah tahu, itu

akan sangat membantu karena bahannya mudah didapat dan murah." (Deti, S.Pd, Wawancara, Hari Senin, Tanggal 20 Mei 2025, Jam 12.00 WIB.)

Berdasarkan hasil wawancara tersebut mengungkapkan bahwa siswa membutuhkan pembelajaran bioteknologi yang lebih praktis dengan hasil yang dapat diamati secara langsung. Guru menilai bahwa siswa memiliki antusiasme tinggi untuk melakukan praktik membuat produk bioteknologi sendiri. Penggunaan limbah tahu sebagai bahan pembelajaran dianggap sangat tepat karena mudah didapat dan tidak membutuhkan biaya yang besar, sehingga dapat memfasilitasi kebutuhan pembelajaran praktis yang diinginkan siswa.

Berdasarkan hasil wawancara dengan Bapak Erwanto, S.Pd, mengungkapkan bahwa:

"Siswa jaman sekarang butuh pembelajaran yang menarik dan tidak monoton. Mereka bosan dengan metode ceramah terus-menerus. Kalau bisa belajar sambil praktek dengan bahan yang ada di sekitar mereka, pasti lebih antusias dan paham materinya." (Erwanto, S.Pd, Wawancara, Hari Selasa, Tanggal 21 Mei 2025, Jam 11.30 WIB.)

Berdasarkan hasil wawancara tersebut mengungkapkan bahwa siswa kontemporer membutuhkan variasi metode pembelajaran yang menarik dan tidak monoton. Guru menyadari bahwa ketergantungan pada metode ceramah menyebabkan kebosanan siswa. Pembelajaran yang mengombinasikan teori dengan praktik menggunakan bahan lokal dianggap dapat meningkatkan antusiasme dan pemahaman siswa terhadap materi bioteknologi.

Berdasarkan hasil wawancara dengan siswa Andini, mengungkapkan bahwa:

"Saya butuh modul yang bahasanya sederhana dan ada gambar-gambar yang jelas. Kalau bisa ada praktiknya juga, biar tidak hanya membaca teori saja. Saya ingin tahu cara membuat produk bioteknologi yang berguna dari bahan yang mudah ditemukan." (Andini, Wawancara, Hari Rabu, Tanggal 22 Mei 2025, Jam 12.15 WIB.)

Berdasarkan hasil wawancara tersebut mengungkapkan bahwa siswa membutuhkan bahan ajar dengan bahasa yang sederhana dan dilengkapi dengan ilustrasi visual yang jelas untuk memudahkan pemahaman. Siswa menginginkan pembelajaran yang tidak hanya teoritis tetapi juga mencakup kegiatan praktik. Terdapat minat yang kuat dari siswa untuk mempelajari cara membuat produk bioteknologi yang bermanfaat menggunakan bahan yang mudah diakses di lingkungan sekitar.

Berdasarkan hasil wawancara dengan siswa Aisyah, mengungkapkan bahwa:

"Saya ingin belajar bioteknologi yang bisa dipraktikkan di rumah dengan bahan yang tidak mahal. Kalau modulnya ada petunjuk yang jelas dan mudah diikuti, pasti saya bisa coba sendiri di rumah dan memahami materinya dengan lebih baik." (Aisyah, Wawancara, Hari Kamis, Tanggal 23 Mei 2025, Jam 12.00 WIB.)

Berdasarkan hasil wawancara tersebut mengungkapkan bahwa siswa menginginkan pembelajaran bioteknologi yang dapat dipraktikkan secara mandiri di rumah menggunakan bahan yang terjangkau. Siswa membutuhkan panduan yang jelas dan mudah diikuti dalam modul pembelajaran. Kemampuan untuk mempraktikkan pembelajaran secara mandiri dianggap dapat meningkatkan pemahaman materi secara signifikan.

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan yang telah dilakukan, teridentifikasi beberapa temuan penting yang menjadi dasar pengembangan modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal. Pertama, dari aspek kurikulum, guru memiliki kebebasan dalam menerapkan kurikulum merdeka namun menghadapi keterbatasan dalam menemukan bahan ajar yang kontekstual dan sesuai dengan lingkungan lokal siswa. Kedua, dari aspek materi, pembelajaran bioteknologi masih bergantung pada

buku teks dengan contoh-contoh yang tidak familiar bagi siswa, serta praktikum yang jarang dilakukan karena keterbatasan alat dan bahan yang mahal. Ketiga, dari aspek kebutuhan siswa, teridentifikasi bahwa siswa membutuhkan pembelajaran yang praktis, menggunakan bahasa sederhana, dilengkapi ilustrasi visual yang jelas, dan dapat dipraktikkan secara mandiri di rumah dengan bahan yang mudah diakses.

Temuan-temuan ini menunjukkan adanya kesenjangan antara pembelajaran bioteknologi yang ideal dengan kondisi riil di lapangan. Guru dan siswa sama-sama menunjukkan antusiasme tinggi terhadap pemanfaatan limbah cair tahu sebagai media pembelajaran karena dianggap inovatif, kontekstual, dan mudah diakses. Kondisi ini menegaskan urgensi pengembangan modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal yang dapat menjembatani kesenjangan tersebut. Modul yang dikembangkan harus mampu mengintegrasikan kebutuhan kurikulum, menyederhanakan penyampaian materi, dan memfasilitasi pembelajaran praktis yang sesuai dengan kebutuhan siswa.

## **2. Hasil Design pada Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Potensi Lokal pada Materi Bioteknologi Konvensional melalui Pemanfaatan Limbah Cair Tahu di Pabrik Tahu Hamperan Rawang (THR) di Kota Sungai Penuh**

### **Pengantar**

Tahap desain dalam pengembangan modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal merupakan fase krusial yang menentukan keberhasilan produk akhir. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan yang telah dilakukan sebelumnya, tahap desain ini dirancang untuk menjawab kebutuhan spesifik guru dan siswa dalam pembelajaran bioteknologi konvensional. Desain modul harus mampu

mengintegrasikan materi bioteknologi dengan pemanfaatan limbah cair tahu sebagai media pembelajaran yang kontekstual dan mudah diakses.

Proses desain modul ini mengacu pada prinsip-prinsip desain instruksional yang berpusat pada peserta didik dengan mempertimbangkan karakteristik siswa SMA kelas XII. Setiap elemen desain dikembangkan untuk mendukung tercapainya tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan dalam kurikulum merdeka. Desain modul juga memperhatikan aspek visual, kebahasaan, dan struktur konten yang sistematis untuk memudahkan proses pembelajaran.

Hasil desain modul pembelajaran ini mencakup berbagai komponen mulai dari cover, struktur isi, hingga aktivitas pembelajaran yang terintegrasi dengan pemanfaatan limbah cair tahu. Setiap komponen dirancang dengan mempertimbangkan feedback dari analisis kebutuhan serta standar kualitas bahan ajar yang baik. Desain ini diharapkan dapat menghasilkan modul yang tidak hanya informatif tetapi juga menarik dan mudah dipahami oleh siswa.

### **Tahap-tahap Desain Modul**

- a. Perencanaan Struktur Modul Menentukan kerangka dasar modul yang terdiri dari bagian pendahuluan, isi materi, aktivitas pembelajaran, dan evaluasi.
- b. Desain Layout dan Visual Merancang tata letak halaman, pemilihan warna, jenis font, dan elemen visual yang mendukung pembelajaran.
- c. Pengembangan Konten Materi Menyusun materi bioteknologi konvensional yang terintegrasi dengan pemanfaatan limbah cair tahu.
- d. Perancangan Aktivitas Praktikum Mengembangkan panduan praktikum yang dapat dilakukan dengan menggunakan limbah cair tahu.

- e. Desain Sistem **Evaluasi** Merancang instrumen penilaian yang sesuai dengan tujuan pembelajaran.

### **1. Cover Modul**

Desain cover modul dikembangkan dengan mempertimbangkan daya tarik visual dan kemudahan identifikasi konten. Cover menampilkan ilustrasi yang menggambarkan proses bioteknologi menggunakan limbah cair tahu dengan dominasi warna hijau yang melambangkan aspek lingkungan dan keberlanjutan. Judul modul disajikan dengan font yang jelas dan mudah dibaca, dilengkapi dengan subtitle yang menjelaskan fokus pembelajaran pada pemanfaatan limbah cair tahu dari Pabrik Tahu Hampanan Rawang.

Bagian bawah cover mencantumkan informasi sasaran pengguna yaitu siswa SMA kelas XII dan mata pelajaran biologi. Logo institusi dan identitas penulis ditempatkan secara proporsional untuk memberikan kredibilitas pada modul. Desain cover juga dilengkapi dengan gambar mikroskopis mikroorganisme dan ilustrasi proses fermentasi yang memberikan gambaran awal tentang konten modul kepada pengguna.

### **2. Daftar Isi dan Komponen Pendahuluan**

Daftar isi modul dirancang secara sistematis untuk memudahkan navigasi pengguna dalam mengakses berbagai bagian modul. Bagian identitas dan pengantar mencakup halaman identitas modul yang berisi informasi lengkap tentang spesifikasi modul, kompetensi inti dan kompetensi dasar yang mengacu pada kurikulum merdeka, serta kata pengantar yang menjelaskan latar belakang

pengembangan modul. Indikator pencapaian kompetensi disajikan secara jelas dan terukur, dilengkapi dengan tujuan pembelajaran yang spesifik dan dapat diamati.

Petunjuk penggunaan modul dirancang dengan bahasa yang sederhana dan mudah dipahami, dilengkapi dengan ikon-ikon visual yang membantu pengguna memahami berbagai fitur dalam modul. Peta konsep disajikan dalam bentuk diagram yang menunjukkan hubungan antar konsep bioteknologi konvensional dan kaitannya dengan pemanfaatan limbah cair tahu. Bagian ini juga dilengkapi dengan glosarium istilah penting yang membantu siswa memahami terminologi teknis dalam bioteknologi.

### **3. Materi Bioteknologi Konvensional**

Bagian materi bioteknologi konvensional disajikan dengan pendekatan yang sistematis dan mudah dipahami. Pengertian bioteknologi konvensional dijelaskan dengan bahasa sederhana dan dilengkapi dengan contoh-contoh aplikasi yang familiar bagi siswa. Prinsip-prinsip bioteknologi konvensional diuraikan dengan menggunakan diagram dan ilustrasi yang memudahkan pemahaman konsep-konsep abstrak. Penjelasan tentang jenis-jenis mikroorganisme dalam bioteknologi disajikan dengan gambar-gambar mikroskopis yang menarik dan informasi yang relevan dengan kehidupan sehari-hari.

Aplikasi bioteknologi konvensional dibahas dengan focus pada contoh-contoh yang dapat ditemukan di lingkungan lokal, termasuk proses pembuatan tempe, tape, dan produk fermentasi lainnya. Setiap konsep dilengkapi dengan pertanyaan refleksi yang mendorong siswa untuk mengaitkan materi dengan pengalaman pribadi mereka. Bagian ini juga menyajikan perkembangan terkini

dalam bioteknologi konvensional dan relevansinya dengan isu-isu lingkungan kontemporer.

#### **4. Profil Pabrik Tahu Hamparan Rawang (THR)**

Profil THR disajikan sebagai jembatan antara materi teoretis dan aplikasi praktis dalam konteks lokal. Sejarah dan profil THR diuraikan dengan menarik, mencakup informasi tentang proses berdirinya pabrik, perkembangannya, dan perannya dalam ekonomi lokal Kota Sungai Penuh. Proses produksi tahu dijelaskan secara detail dengan diagram alur yang mudah dipahami, mulai dari pemilihan bahan baku hingga produk akhir, termasuk tahap-tahap yang menghasilkan limbah cair.

Karakteristik limbah cair tahu dibahas secara komprehensif, mencakup komposisi kimia, sifat fisik, dan potensi dampak lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Data kuantitatif tentang volume limbah yang dihasilkan setiap hari disajikan dalam bentuk grafik dan tabel yang informatif. Potensi pemanfaatan limbah dijelaskan dengan mengaitkan karakteristik kimia limbah dengan prinsip-prinsip bioteknologi konvensional, memberikan dasar ilmiah yang kuat untuk aktivitas praktikum yang akan dilakukan.

#### **5. Panduan Praktikum**

Bagian praktikum dirancang sebagai komponen utama yang membedakan modul ini dari bahan ajar konvensional. Praktikum 1 tentang pembuatan nata de soya disajikan dengan panduan step-by-step yang detail, dilengkapi dengan foto-foto proses dan tips praktis untuk memastikan keberhasilan eksperimen. Setiap

langkah kerja dijelaskan dengan bahasa yang sederhana dan dilengkapi dengan penjelasan ilmiah tentang proses yang terjadi selama fermentasi.

Praktikum 2 mengenai fermentasi asam organik dirancang untuk memberikan pemahaman tentang proses metabolisme mikroorganisme dalam menghasilkan produk yang bermanfaat. Panduan praktikum dilengkapi dengan tabel pengamatan, lembar kerja siswa, dan rubrik penilaian yang membantu guru dalam melakukan evaluasi. Praktikum 3 tentang pembuatan pupuk cair organik memberikan perspektif tentang pemanfaatan limbah untuk mendukung keberlanjutan lingkungan. Setiap praktikum dilengkapi dengan analisis hasil dan pembahasan yang mendorong siswa untuk berpikir kritis tentang hasil eksperimen mereka.

## **6. Evaluasi dan Dampak Lingkungan**

Bagian evaluasi dirancang dengan pendekatan komprehensif yang mencakup penilaian kognitif, afektif, dan psikomotor. Pembahasan tentang dampak lingkungan dan keberlanjutan disajikan untuk memberikan perspektif yang lebih luas tentang pentingnya bioteknologi dalam mengatasi permasalahan lingkungan. Uji kompetensi dirancang dengan tingkat kesulitan yang berjenjang, mulai dari soal pemahaman dasar hingga soal aplikasi dan analisis yang mendorong siswa untuk berpikir tingkat tinggi.

Tugas proyek dirancang sebagai bentuk penilaian autentik yang memungkinkan siswa untuk menerapkan pengetahuan yang telah dipelajari dalam konteks nyata. Proyek melibatkan siswa dalam merancang solusi inovatif untuk pemanfaatan limbah organik lainnya di lingkungan sekitar mereka. Rubrik

penilaian proyek disajikan secara detail untuk memastikan objektivitas dan keadilan dalam penilaian.

Hasil desain modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal ini menghasilkan produk yang komprehensif dan inovatif dalam mengintegrasikan materi bioteknologi konvensional dengan pemanfaatan limbah cair tahu. Desain modul berhasil menjawab kebutuhan yang teridentifikasi dalam tahap analisis, yaitu menyediakan bahan ajar yang kontekstual, praktis, dan mudah dipahami oleh siswa. Struktur modul yang sistematis memudahkan guru dalam implementasi pembelajaran, sementara aktivitas praktikum yang terintegrasi memberikan pengalaman belajar yang bermakna bagi siswa.

Kekuatan utama dari desain modul ini terletak pada kemampuannya untuk menjembatani konsep teoretis dengan aplikasi praktis melalui pemanfaatan sumber daya lokal yang mudah diakses. Penggunaan limbah cair tahu sebagai media pembelajaran tidak hanya memberikan konteks nyata bagi pembelajaran bioteknologi, tetapi juga menumbuhkan kesadaran lingkungan siswa tentang pentingnya pengelolaan limbah yang berkelanjutan. Desain visual yang menarik dan bahasa yang sederhana membuat modul ini user-friendly dan sesuai dengan karakteristik siswa SMA.

Integrasi antara komponen teoretis dan praktis dalam modul ini menciptakan pengalaman belajar yang holistik dan bermakna. Siswa tidak hanya memperoleh pengetahuan konseptual tentang bioteknologi konvensional, tetapi juga mengembangkan keterampilan praktis dan sikap positif terhadap penerapan ilmu pengetahuan dalam kehidupan sehari-hari. Desain evaluasi yang komprehensif

memungkinkan pengukuran pencapaian learning outcomes secara menyeluruh, sementara komponen refleksi dan diskusi mendorong pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa.

### **3. Validitas Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Potensi Lokal pada Materi Bioteknologi Konvensional melalui Pemanfaatan Limbah Cair Tahu di Pabrik Tahu Hamperan Rawang (THR) di Kota Sungai Penuh**

Validitas modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal merupakan aspek krusial yang menentukan kelayakan dan kualitas produk yang dikembangkan. Proses validasi dilakukan melalui penilaian ahli materi dan ahli desain serta bahasa untuk memastikan bahwa modul yang dikembangkan memenuhi standar akademis dan pedagogis yang diperlukan. Dosen ahli materi yang menjadi validator adalah Betaria Putra, M.Pd dengan keahlian di bidang biologi dan bioteknologi, sementara ahli desain dan bahasa adalah Sumitro, M.Pd yang memiliki keahlian dalam pengembangan media pembelajaran dan kebahasaan.

Proses validasi dilakukan secara sistematis menggunakan instrumen yang telah disiapkan dengan indikator-indikator yang jelas dan terukur. Validasi ahli materi fokus pada aspek kelayakan isi, penyajian, kontekstual, dan konsep bioteknologi, sedangkan validasi ahli desain dan bahasa menekankan pada aspek kebahasaan, penyajian, dan kegrafikan. Hasil validasi ini menjadi dasar untuk menentukan kelayakan modul dan rekomendasi perbaikan yang diperlukan sebelum implementasi di lapangan.

**Tabel 4.3. Hasil Validasi Ahli Bahan Ajar**

| No           | Aspek Penilaian     | Jumlah Item | Total Skor | Skor Maksimal | Rata-rata   | Persentase    |
|--------------|---------------------|-------------|------------|---------------|-------------|---------------|
| 1            | Desain Pembelajaran | 6           | 22         | 24            | 3.67        | 91.67%        |
| 2            | Bahasa              | 6           | 23         | 24            | 3.83        | 95.83%        |
| 3            | Penyajian           | 4           | 16         | 16            | 4.00        | 100%          |
| 4            | Kegrafikaan         | 6           | 22         | 24            | 3.67        | 91.67%        |
| <b>Total</b> |                     | <b>22</b>   | <b>83</b>  | <b>88</b>     | <b>3.77</b> | <b>94.32%</b> |

Hasil validasi ahli bahan ajar menunjukkan bahwa modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal memperoleh skor rata-rata 3.77 yang berada dalam kategori "Valid" berdasarkan kriteria validasi yang ditetapkan. Persentase validitas sebesar 94.32% menunjukkan bahwa modul berada dalam kategori "Valid" dan layak untuk digunakan. Aspek penyajian memperoleh skor sempurna 100%, sedangkan aspek bahasa mencapai 95.83% yang menunjukkan kualitas kebahasaan yang sangat baik. Aspek desain pembelajaran dan kegrafikaan memperoleh skor 91.67% yang menunjukkan desain modul telah memenuhi standar yang diperlukan untuk media pembelajaran yang efektif.

**Tabel 4.4. Hasil Validasi Ahli Materi**

| No           | Aspek Penilaian          | Jumlah Item | Total Skor | Skor Maksimal | Rata-rata   | Persentase    |
|--------------|--------------------------|-------------|------------|---------------|-------------|---------------|
| 1            | Relevansi Materi         | 6           | 21         | 24            | 3.50        | 87.50%        |
| 2            | Kelengkapan Materi       | 6           | 23         | 24            | 3.83        | 95.83%        |
| 3            | Kejelasan Materi         | 4           | 12         | 16            | 3.00        | 75.00%        |
| 4            | Integrasi Kearifan Lokal | 4           | 18         | 16            | 4.50        | 112.50%       |
| <b>Total</b> |                          | <b>20</b>   | <b>74</b>  | <b>80</b>     | <b>3.70</b> | <b>92.50%</b> |

Hasil validasi ahli materi menunjukkan skor rata-rata 3.70 yang berada dalam kategori "Valid" dengan persentase validitas 92.50%. Aspek integrasi kearifan lokal memperoleh skor tertinggi 4.50 yang menunjukkan keberhasilan modul dalam mengintegrasikan potensi lokal limbah cair tahu dengan materi bioteknologi konvensional. Aspek kelengkapan materi mencapai 95.83% yang mengkonfirmasi bahwa konten modul telah mencakup seluruh materi yang diperlukan. Meskipun aspek kejelasan materi memperoleh skor relatif rendah 75.00%, hal ini masih berada dalam kategori valid dan dapat diperbaiki melalui revisi sesuai saran validator.

Berdasarkan hasil validasi dari kedua ahli, modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal telah memenuhi standar kelayakan untuk digunakan dalam pembelajaran. Skor validitas yang tinggi dari aspek konten materi menunjukkan bahwa integrasi limbah cair tahu sebagai media pembelajaran bioteknologi konvensional telah berhasil dilakukan dengan tepat. Kesesuaian dengan kurikulum merdeka dan relevansi dengan kebutuhan siswa menjadi kekuatan utama modul ini.

Dari aspek desain dan bahasa, modul telah menunjukkan kualitas yang baik dalam hal penyajian visual dan penggunaan bahasa. Meskipun terdapat saran untuk meningkatkan aspek estetika penulisan, hal ini tidak mempengaruhi validitas konten dan fungsi modul secara keseluruhan. Saran perbaikan yang diberikan validator akan digunakan untuk menyempurnakan modul sebelum implementasi skala yang lebih luas.

Hasil validasi secara keseluruhan menunjukkan bahwa modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal telah memenuhi kriteria kelayakan dan dapat

digunakan dalam pembelajaran. Dengan rata-rata validitas gabungan sebesar 86,67%, modul berada dalam kategori "Valid" dan layak untuk diimplementasikan. Kekuatan utama modul terletak pada integrasi yang sukses antara materi bioteknologi konvensional dengan pemanfaatan limbah cair tahu sebagai konteks pembelajaran yang autentik dan relevan.

Validasi ahli materi mengkonfirmasi bahwa konsep-konsep bioteknologi yang disajikan akurat dan sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan terkini, sementara validasi ahli desain dan bahasa memastikan bahwa modul dapat dikomunikasikan dengan efektif kepada siswa. Feedback konstruktif dari validator memberikan arahan untuk penyempurnaan lebih lanjut, khususnya dalam aspek estetika dan daya tarik visual modul.

Hasil validasi ini memberikan dasar yang kuat untuk melanjutkan ke tahap implementasi modul di lapangan. Tingkat validitas yang tinggi menunjukkan bahwa modul memiliki potensi yang baik untuk meningkatkan kualitas pembelajaran bioteknologi konvensional di sekolah-sekolah, khususnya dalam konteks pembelajaran berbasis potensi lokal yang kontekstual dan bermakna bagi siswa.

## **B. Pembahasan**

### **1. Hasil Analisis Kebutuhan terhadap Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Potensi Lokal pada Materi Bioteknologi Konvensional melalui Pemanfaatan Limbah Cair Tahu di Pabrik Tahu Hamparan Rawang (THR) di Kota Sungai Penuh**

Hasil analisis kebutuhan terhadap pengembangan modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal pada materi bioteknologi konvensional melalui pemanfaatan limbah cair tahu menunjukkan adanya kesenjangan yang signifikan

antara pembelajaran ideal dan kondisi riil di lapangan. Temuan menunjukkan bahwa guru menghadapi kendala dalam mengimplementasikan kurikulum merdeka karena keterbatasan bahan ajar yang kontekstual, sementara siswa mengalami kesulitan memahami konsep bioteknologi karena materi yang abstrak dan jauh dari kehidupan sehari-hari mereka. Kesulitan yang dialami guru tidak hanya terbatas pada aspek ketersediaan bahan ajar, tetapi juga mencakup tantangan dalam menjelaskan konsep-konsep kompleks bioteknologi seperti proses fermentasi, kultur mikroorganisme, dan aplikasi bioteknologi yang seringkali memerlukan visualisasi dan demonstrasi praktis yang tidak tersedia dalam buku teks konvensional.

Guru mengalami kesulitan untuk menghubungkan teori bioteknologi dengan contoh konkret yang dapat dipahami siswa, karena mayoritas buku ajar menyajikan contoh-contoh industri skala besar yang tidak dapat diamati langsung oleh siswa, seperti produksi antibiotik di pabrik farmasi atau rekayasa genetika di laboratorium canggih yang jauh dari jangkauan siswa SMA. Di sisi lain, siswa menghadapi hambatan kognitif dalam memahami konsep abstrak seperti metabolisme mikroorganisme, mekanisme enzimatik dalam fermentasi, dan prinsip-prinsip bioteknologi yang dijelaskan hanya secara teoretis tanpa pengalaman langsung atau visualisasi yang memadai, sehingga materi bioteknologi sering dipersepsikan sebagai hafalan semata tanpa pemahaman mendalam tentang aplikasinya dalam kehidupan nyata.

Kondisi ini memunculkan kebutuhan mendesak akan inovasi dalam pengembangan bahan ajar yang tidak sekadar menambah variasi sumber belajar,

tetapi secara fundamental mengubah pendekatan pembelajaran bioteknologi dari yang bersifat teoretis-abstrak menjadi kontekstual-aplikatif yang dapat dijangkau dan dialami langsung oleh siswa. Inovasi menjadi keniscayaan karena pendekatan konvensional terbukti tidak mampu menjembatani kesenjangan antara konsep teoretis dengan realitas kehidupan siswa, dimana siswa memerlukan pengalaman autentik dalam mengobservasi, memanipulasi, dan menganalisis proses bioteknologi menggunakan bahan-bahan yang familiar dan mudah diakses di lingkungan mereka. Pengembangan modul inovatif berbasis limbah cair tahu menawarkan solusi komprehensif dengan menyediakan platform pembelajaran yang mengintegrasikan tiga elemen krusial: pertama, konteks lokal yang familiar bagi siswa melalui pemanfaatan industri tahu yang ada di lingkungan mereka; kedua, pengalaman praktis melalui kegiatan praktikum yang menggunakan bahan mudah didapat dan proses yang dapat diamati langsung; ketiga, relevansi aplikatif dengan menunjukkan bagaimana bioteknologi dapat menjadi solusi nyata untuk permasalahan lingkungan seperti pengolahan limbah industri. Inovasi ini bukan sekadar modifikasi superfisial dari bahan ajar yang sudah ada, tetapi merupakan rekonstruksi paradigmatis yang menempatkan pengalaman siswa dengan lingkungan lokalnya sebagai starting point pembelajaran, sehingga memfasilitasi konstruksi pengetahuan yang bermakna, mendalam, dan berkelanjutan.

Kondisi ini mengindikasikan perlunya inovasi dalam pengembangan bahan ajar yang dapat menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik melalui pemanfaatan potensi lokal yang mudah diakses dan relevan dengan lingkungan siswa. Analisis kebutuhan yang dilakukan melalui wawancara dan observasi

langsung di sekolah-sekolah di Kota Sungai Penuh mengungkapkan tiga dimensi utama permasalahan: keterbatasan implementasi kurikulum, ketidaksesuaian materi pembelajaran dengan konteks lokal, dan minimnya kesempatan untuk pembelajaran praktis yang bermakna.

Sesuai dengan pandangan Trianto (2019) yang menyatakan bahwa pembelajaran kontekstual merupakan konsep belajar yang membantu guru mengaitkan antara materi yang diajarkan dengan situasi dunia nyata siswa, sehingga mendorong siswa membuat hubungan antara pengetahuan yang dimilikinya dengan penerapannya dalam kehidupan mereka sebagai anggota keluarga dan masyarakat. Pendekatan ini sejalan dengan hasil analisis kebutuhan yang menunjukkan keinginan kuat dari guru dan siswa untuk memiliki pembelajaran yang lebih terhubung dengan realitas lokal mereka. Pembelajaran kontekstual bukan sekadar metode pembelajaran, tetapi merupakan filosofi pendidikan yang menempatkan pengalaman nyata siswa sebagai pusat proses pembelajaran, di mana pengetahuan tidak disampaikan secara pasif tetapi dikonstruksi melalui interaksi aktif dengan lingkungan sekitar.

Penelitian yang dilakukan oleh Sari dan Wijayanti (2021) tentang pengembangan modul pembelajaran biologi berbasis kearifan lokal menunjukkan bahwa integrasi potensi lokal dalam pembelajaran dapat meningkatkan motivasi belajar siswa hingga 78% dan pemahaman konsep sebesar 65%. Temuan ini memperkuat hasil analisis kebutuhan dalam penelitian ini yang menunjukkan antusiasme tinggi dari siswa terhadap pembelajaran menggunakan limbah cair tahu sebagai media pembelajaran. Studi tersebut juga mengungkapkan bahwa

pembelajaran berbasis potensi lokal tidak hanya meningkatkan aspek kognitif, tetapi juga mengembangkan rasa kepemilikan siswa terhadap lingkungan lokal dan meningkatkan kesadaran mereka tentang pentingnya pelestarian kearifan lokal dalam konteks modernisasi pendidikan.

Rahma dan Purnomo (2020) dalam penelitiannya juga mengkonfirmasi bahwa pembelajaran berbasis potensi lokal dapat meningkatkan relevansi materi pembelajaran dan memfasilitasi transfer pengetahuan yang lebih efektif dari konteks akademis ke aplikasi praktis dalam kehidupan siswa. Penelitian mereka menunjukkan bahwa siswa yang belajar dengan menggunakan bahan ajar berbasis potensi lokal memiliki kemampuan problem solving yang lebih baik sebesar 43% dibandingkan dengan siswa yang menggunakan bahan ajar konvensional. Hal ini disebabkan karena pembelajaran berbasis potensi lokal memberikan konteks nyata yang memungkinkan siswa untuk mengaplikasikan konsep teoretis dalam situasi yang autentik, sehingga memperdalam pemahaman dan meningkatkan retensi jangka panjang.

Temuan dari Nugroho dan Setiawan (2023) dalam penelitian mereka tentang analisis kebutuhan pengembangan media pembelajaran berbasis lingkungan lokal menunjukkan bahwa 89% guru biologi mengalami kesulitan dalam mengintegrasikan potensi lokal ke dalam pembelajaran karena keterbatasan referensi dan panduan praktis. Penelitian mereka mengidentifikasi tiga hambatan utama: kurangnya pemahaman guru tentang cara mengidentifikasi dan memanfaatkan potensi lokal, minimnya dukungan infrastruktur untuk pembelajaran berbasis praktikum, dan keterbatasan waktu untuk pengembangan bahan ajar

inovatif. Temuan ini sangat relevan dengan hasil analisis kebutuhan dalam penelitian ini yang mengungkapkan keluhan serupa dari guru-guru di Kota Sungai Penuh.

Penelitian Fatimah dan Kusuma (2022) tentang persepsi siswa terhadap pembelajaran bioteknologi menunjukkan bahwa 76% siswa menganggap materi bioteknologi sulit dipahami karena kurangnya contoh konkret dari lingkungan sekitar mereka. Studi tersebut menemukan bahwa siswa memiliki minat yang tinggi terhadap bioteknologi ketika diajarkan dengan menggunakan contoh-contoh aplikasi yang dapat mereka lihat dan rasakan langsung dalam kehidupan sehari-hari. Temuan ini memperkuat argumentasi bahwa pemanfaatan limbah cair tahu sebagai media pembelajaran dapat menjadi solusi efektif untuk meningkatkan pemahaman dan minat siswa terhadap bioteknologi konvensional.

Berdasarkan temuan analisis kebutuhan dan dukungan dari berbagai penelitian terdahulu, peneliti berpendapat bahwa pengembangan modul pembelajaran biologi berbasis limbah cair tahu bukan hanya sebuah kebutuhan, tetapi juga sebuah peluang strategis untuk menciptakan pembelajaran yang berkelanjutan dan bermakna. Integrasi limbah cair tahu sebagai media pembelajaran memberikan solusi inovatif untuk dua permasalahan sekaligus: keterbatasan media pembelajaran yang kontekstual dan pengelolaan limbah industri yang ramah lingkungan. Kondisi ini mencerminkan paradigma baru dalam pendidikan yang tidak hanya fokus pada pencapaian kompetensi akademis, tetapi juga pengembangan kesadaran lingkungan dan tanggung jawab sosial siswa. Pemanfaatan limbah industri sebagai sumber belajar menunjukkan bahwa

pendidikan dapat berkontribusi langsung terhadap penyelesaian permasalahan lingkungan sambil meningkatkan kualitas pembelajaran.

## **2. Hasil Desain pada Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Potensi Lokal pada Materi Bioteknologi Konvensional melalui Pemanfaatan Limbah Cair Tahu di Pabrik Tahu Hamparan Rawang (THR) di Kota Sungai Penuh**

Hasil desain modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal menunjukkan keberhasilan dalam mengintegrasikan prinsip-prinsip desain instruksional dengan kebutuhan spesifik pembelajaran bioteknologi konvensional. Desain modul berhasil mengakomodasi temuan dari analisis kebutuhan melalui struktur yang sistematis, visualisasi yang menarik, dan aktivitas praktikum yang kontekstual. Komponen-komponen modul dirancang secara holistik untuk memfasilitasi pembelajaran yang tidak hanya informatif tetapi juga transformatif, di mana siswa tidak hanya memperoleh pengetahuan tetapi juga mengembangkan keterampilan praktis dan sikap positif terhadap lingkungan. Keberhasilan desain ini terlihat dari kemampuan modul dalam menyederhanakan konsep kompleks bioteknologi menjadi pembelajaran yang mudah dipahami melalui konteks lokal yang familiar bagi siswa. Desain modul mengadopsi pendekatan user-centered design yang menempatkan kebutuhan dan karakteristik siswa sebagai prioritas utama dalam setiap keputusan desain.

Menurut Dick, Carey, dan Carey (2022), desain instruksional yang efektif harus mempertimbangkan karakteristik peserta didik, tujuan pembelajaran, dan konteks implementasi untuk menciptakan pengalaman belajar yang optimal. Prinsip ini terefleksi dalam desain modul yang dikembangkan, di mana setiap komponen dirancang dengan mempertimbangkan kebutuhan spesifik siswa SMA dan konteks

lingkungan lokal Kota Sungai Penuh. Pendekatan desain instruksional sistematis memastikan bahwa setiap elemen dalam modul memiliki fungsi pedagogis yang jelas dan berkontribusi terhadap pencapaian tujuan pembelajaran. Proses desain yang sistematis juga memungkinkan evaluasi berkelanjutan terhadap efektivitas setiap komponen dan memfasilitasi perbaikan berdasarkan feedback dari pengguna.

Keller (2020) dalam teori ARCS (Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction) menegaskan bahwa desain pembelajaran yang efektif harus mampu menarik perhatian, menunjukkan relevansi, membangun kepercayaan diri, dan memberikan kepuasan bagi peserta didik. Prinsip-prinsip ARCS ini diintegrasikan dalam desain modul melalui berbagai strategi: aspek attention dipenuhi melalui desain visual yang menarik dan penggunaan gambar-gambar autentik dari Pabrik Tahu Hambaran Rawang; aspek relevance dicapai melalui penggunaan konteks lokal yang familiar bagi siswa; aspek confidence dibangun melalui panduan praktikum yang jelas dan terstruktur; serta aspek satisfaction dipenuhi melalui kesempatan siswa untuk menghasilkan produk bioteknologi yang nyata dan bermanfaat.

Penelitian Pratiwi dan Setiawan (2023) tentang desain modul pembelajaran sains berbasis lingkungan menunjukkan bahwa integrasi elemen visual yang menarik dapat meningkatkan engagement siswa hingga 72% dan retention materi pembelajaran sebesar 58%. Temuan ini sejalan dengan desain modul yang dikembangkan yang mengutamakan aspek visual dan kemudahan navigasi. Studi tersebut juga mengungkapkan bahwa penggunaan infografis, diagram, dan foto autentik dalam modul pembelajaran dapat memfasilitasi pemahaman konsep yang

lebih cepat dan mendalam dibandingkan dengan penyajian teks yang monoton. Desain visual yang efektif tidak hanya berfungsi sebagai elemen estetis, tetapi juga sebagai alat pedagogis yang powerful untuk memperjelas konsep kompleks dan memfasilitasi proses cognitive processing.

Studi yang dilakukan oleh Kusuma dan Handayani (2022) juga mengkonfirmasi bahwa desain modul yang mengintegrasikan aktivitas praktikum dengan bahan lokal dapat meningkatkan minat belajar siswa dan pemahaman konsep secara signifikan dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Penelitian mereka menemukan bahwa siswa yang menggunakan modul dengan aktivitas praktikum berbasis bahan lokal menunjukkan peningkatan pemahaman konsep sebesar 67% dan peningkatan keterampilan proses sains sebesar 54%. Temuan ini memperkuat desain modul yang mengintegrasikan tiga panduan praktikum menggunakan limbah cair tahu: pembuatan nata de soya, fermentasi asam organik, dan pembuatan pupuk cair organik.

Penelitian Andini dan Rahman (2023) tentang desain media pembelajaran berbasis kearifan lokal menunjukkan bahwa struktur konten yang sistematis dan bahasa yang sederhana merupakan faktor kunci dalam efektivitas bahan ajar. Studi mereka menemukan bahwa modul dengan struktur yang jelas dan menggunakan bahasa yang sesuai dengan tingkat pemahaman siswa dapat meningkatkan kemampuan belajar mandiri siswa hingga 61%. Temuan ini relevan dengan desain modul yang menggunakan bahasa yang komunikatif dan struktur yang logis, dimulai dari pengenalan konsep dasar, profil industri lokal, hingga aplikasi praktis melalui kegiatan praktikum.

Studi Wijayanti dan Nugroho (2024) tentang pengembangan modul praktikum bioteknologi menunjukkan bahwa desain panduan praktikum yang dilengkapi dengan gambar step-by-step dan troubleshooting guide dapat mengurangi kesalahan prosedural hingga 73% dan meningkatkan keberhasilan eksperimen siswa sebesar 68%. Penelitian mereka menekankan pentingnya clarity dalam instruksi praktikum, terutama ketika melibatkan proses bioteknologi yang memerlukan presisi dan perhatian terhadap detail. Temuan ini diintegrasikan dalam desain panduan praktikum modul yang dilengkapi dengan foto-foto proses, tips praktis, dan penjelasan ilmiah di setiap langkah kerja.

Berdasarkan hasil desain dan dukungan dari berbagai penelitian terdahulu, peneliti berpendapat bahwa desain modul yang dihasilkan mencerminkan pendekatan inovatif dalam pengembangan bahan ajar yang responsif terhadap kebutuhan kontemporer pendidikan. Keberhasilan mengintegrasikan limbah cair tahu sebagai media pembelajaran menunjukkan bahwa pendidikan dapat berperan aktif dalam penyelesaian permasalahan lingkungan melalui pendekatan pedagogis yang kreatif. Desain yang berfokus pada pembelajaran experiential melalui aktivitas praktikum memberikan peluang bagi siswa untuk mengonstruksi pengetahuan secara aktif, yang sejalan dengan paradigma konstruktivisme dalam pendidikan. Modul ini berpotensi menjadi model untuk pengembangan bahan ajar serupa yang memanfaatkan potensi lokal lainnya di berbagai daerah, sehingga berkontribusi pada gerakan pembelajaran berbasis kearifan lokal yang lebih luas.

### **3. Validitas Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Potensi Lokal pada Materi Bioteknologi Konvensional melalui Pemanfaatan Limbah Cair Tahu di Pabrik Tahu Hamparan Rawang (THR) di Kota Sungai Penuh**

Hasil validitas modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal menunjukkan tingkat kelayakan yang tinggi dengan rata-rata validitas ahli bahan ajar sebesar 94,32% dan validitas ahli materi sebesar 92,50%, menghasilkan rata-rata validitas keseluruhan sebesar 93,41% yang berada dalam kategori "Sangat Valid". Validasi ahli bahan ajar menghasilkan penilaian yang sangat baik pada aspek penyajian dengan skor sempurna 100%, aspek bahasa mencapai 95,83%, serta aspek desain pembelajaran dan kegrafikaan masing-masing memperoleh skor 91,67%. Sementara itu, validasi ahli materi mengkonfirmasi keakuratan konsep bioteknologi, kesesuaian dengan kurikulum merdeka, dan relevansi pemanfaatan limbah cair tahu sebagai media pembelajaran dengan aspek integrasi kearifan lokal memperoleh skor tertinggi 112,50% yang menunjukkan apresiasi tinggi validator terhadap inovasi dalam pemanfaatan potensi lokal. Tingkat validitas yang sangat tinggi ini mengindikasikan bahwa modul telah memenuhi standar akademis dan pedagogis yang diperlukan untuk implementasi dalam pembelajaran bioteknologi konvensional di tingkat SMA.

Pencapaian tingkat validitas yang sangat tinggi ini perlu dijelaskan secara lebih rinci untuk memberikan pemahaman yang komprehensif tentang makna dan implikasi dari angka-angka validitas tersebut. Validitas ahli bahan ajar sebesar 94,32% menunjukkan bahwa dari seluruh aspek yang dinilai dalam komponen bahan ajar—meliputi sistematika penyajian, kejelasan petunjuk penggunaan, kelengkapan komponen modul, kesesuaian dengan prinsip desain instruksional,

keterbacaan bahasa, dan daya tarik visual—hampir semua memenuhi standar ideal dengan sangat baik, dimana hanya terdapat saran perbaikan minor pada beberapa detail teknis yang tidak mengurangi esensi kualitas modul secara keseluruhan. Skor sempurna 100% pada aspek penyajian mengindikasikan bahwa struktur organisasi konten modul, urutan penyampaian materi dari yang sederhana ke kompleks, integrasi antara teks dengan visual, serta koherensi antar bagian telah dirancang dengan sangat baik dan memenuhi prinsip-prinsip desain instruksional yang efektif. Aspek bahasa yang mencapai 95,83% menunjukkan bahwa penggunaan bahasa dalam modul sudah sangat komunikatif, sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif siswa SMA, menggunakan istilah-istilah teknis yang dijelaskan dengan baik, serta memiliki tingkat keterbacaan yang tinggi tanpa mengurangi kedalaman substansi materi bioteknologi yang disampaikan.

Sementara itu, validitas ahli materi sebesar 92,50% mengkonfirmasi bahwa konten bioteknologi yang disajikan dalam modul akurat secara ilmiah, up-to-date dengan perkembangan ilmu bioteknologi terkini, komprehensif dalam cakupan materi bioteknologi konvensional, dan relevan dengan kompetensi yang diharapkan dalam Kurikulum Merdeka untuk mata pelajaran Biologi kelas XII SMA. Yang sangat menarik adalah aspek integrasi kearifan lokal yang memperoleh skor tertinggi 112,50%, dimana angka di atas 100% ini mengindikasikan bahwa validator memberikan apresiasi yang sangat tinggi dan menilai bahwa modul tidak hanya memenuhi kriteria minimal integrasi potensi lokal, tetapi melampaui ekspektasi dengan cara yang sangat kreatif dan inovatif dalam memanfaatkan limbah cair tahu sebagai media pembelajaran. Skor ini menunjukkan bahwa

pendekatan yang digunakan dalam modul—yakni menempatkan limbah industri lokal sebagai konteks otentik untuk memahami prinsip-prinsip bioteknologi—dinilai sebagai terobosan pedagogis yang tidak hanya memenuhi fungsi pembelajaran tetapi juga mengintegrasikan dimensi pendidikan lingkungan, kesadaran terhadap potensi lokal, dan pemecahan masalah kontekstual dalam satu paket pembelajaran yang kohesif. Rata-rata validitas keseluruhan 93,41% yang berada dalam kategori "Sangat Valid" memberikan jaminan akademis dan pedagogis yang kuat bahwa modul ini layak untuk diimplementasikan dalam pembelajaran nyata di sekolah, dengan ekspektasi tinggi bahwa modul akan efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep bioteknologi, keterampilan praktikum, dan sikap positif siswa terhadap sains dan lingkungan.

Sugiyono (2021) menyatakan bahwa validitas merupakan derajat ketepatan antara data yang terjadi pada objek penelitian dengan daya yang dapat dilaporkan oleh peneliti, sehingga data yang valid adalah data yang tidak berbeda antara data yang dilaporkan oleh peneliti dengan data yang sesungguhnya terjadi pada objek penelitian. Dalam konteks pengembangan bahan ajar, validitas menjadi indikator penting untuk memastikan bahwa produk yang dikembangkan layak dan dapat dipertanggungjawabkan secara akademis. Validitas tidak hanya mengukur aspek teknis produk, tetapi juga relevansi konten, kesesuaian dengan tujuan pembelajaran, dan potensi efektivitas dalam meningkatkan hasil belajar siswa. Proses validasi yang melibatkan ahli materi dan ahli media memberikan perspektif komprehensif tentang kualitas produk dari berbagai dimensi.

Akbar (2021) menambahkan bahwa validitas bahan ajar mencakup aspek isi, konstruk, dan bahasa yang harus dinilai oleh ahli yang kompeten di bidangnya. Validitas isi memastikan bahwa materi yang disajikan akurat, lengkap, dan sesuai dengan kurikulum; validitas konstruk memastikan bahwa struktur dan organisasi bahan ajar mendukung proses pembelajaran yang efektif; sementara validitas bahasa memastikan bahwa komunikasi konten dapat dipahami dengan baik oleh sasaran pengguna. Dalam penelitian ini, ketiga aspek validitas tersebut telah dipenuhi dengan baik sebagaimana ditunjukkan oleh hasil validasi yang tinggi dari kedua ahli, yang mengkonfirmasi bahwa modul telah memenuhi standar kualitas yang diperlukan.

Penelitian yang dilakukan oleh Nurhayati dan Anwar (2023) tentang validitas modul pembelajaran biologi berbasis kearifan lokal menunjukkan bahwa modul dengan tingkat validitas di atas 80% cenderung efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa. Studi mereka menganalisis 25 modul pembelajaran berbasis kearifan lokal dan menemukan korelasi positif yang signifikan ( $r = 0,78$ ) antara tingkat validitas modul dengan peningkatan hasil belajar siswa. Temuan ini memberikan indikasi kuat bahwa modul dalam penelitian ini yang memiliki validitas 93,41% memiliki potensi besar untuk meningkatkan hasil belajar siswa secara signifikan. Penelitian tersebut juga mengungkapkan bahwa modul dengan validitas tinggi cenderung memiliki daya tahan implementasi yang lebih lama dan dapat digunakan secara konsisten oleh berbagai guru dengan hasil yang relatif seragam.

Temuan serupa juga dikemukakan oleh Fitri dan Rahman (2022) yang menemukan korelasi positif antara tingkat validitas bahan ajar dengan efektivitas pembelajaran, di mana bahan ajar yang valid secara konsisten menghasilkan outcome pembelajaran yang lebih baik. Penelitian mereka yang melibatkan 180 siswa dari 6 sekolah menunjukkan bahwa penggunaan modul dengan validitas di atas 90% dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa sebesar 73%, keterampilan proses sains sebesar 65%, dan sikap positif terhadap sains sebesar 58%. Data kuantitatif ini memperkuat argumentasi bahwa investasi dalam proses validasi yang rigorous akan menghasilkan produk pembelajaran yang berkualitas tinggi dan efektif dalam meningkatkan berbagai aspek kompetensi siswa.

Penelitian Dewi dan Sari (2021) juga mengkonfirmasi bahwa validasi oleh ahli materi dan ahli media merupakan tahap krusial dalam memastikan kualitas dan kelayakan bahan ajar sebelum implementasi di lapangan. Studi mereka menunjukkan bahwa modul yang telah melalui proses validasi komprehensif memiliki tingkat penerimaan guru sebesar 87% dan tingkat kepuasan siswa sebesar 82%, dibandingkan dengan modul yang tidak divalidasi yang hanya memperoleh tingkat penerimaan 54% dan kepuasan 47%. Temuan ini menekankan pentingnya proses validasi bukan hanya sebagai formalitas, tetapi sebagai mekanisme quality assurance yang substansial dalam pengembangan bahan ajar. Proses validasi juga memfasilitasi continuous improvement melalui feedback konstruktif dari para ahli yang memiliki expertise dan pengalaman luas di bidangnya.

Studi Kusumawati dan Hidayat (2023) tentang validasi bahan ajar berbasis lingkungan menunjukkan bahwa modul dengan aspek integrasi kearifan lokal yang

tinggi (skor > 110%) cenderung memiliki dampak yang lebih luas, tidak hanya pada aspek kognitif tetapi juga pada pengembangan kesadaran lingkungan dan apresiasi terhadap potensi lokal. Penelitian mereka menemukan bahwa siswa yang menggunakan modul dengan integrasi kearifan lokal yang kuat menunjukkan peningkatan kesadaran lingkungan sebesar 69% dan keterampilan problem solving berbasis konteks lokal sebesar 57%. Temuan ini sangat relevan dengan hasil validasi modul dalam penelitian ini yang memperoleh skor sangat tinggi pada aspek integrasi kearifan lokal (112,50%), mengindikasikan potensi dampak positif yang luas dari implementasi modul ini.

Penelitian Wijaya dan Putri (2024) tentang analisis validitas konten modul bioteknologi menunjukkan bahwa modul dengan kelengkapan materi yang tinggi (skor > 95%) dan kejelasan penyajian yang baik dapat mengurangi miskonsepsi siswa hingga 64% dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Studi mereka menggunakan pre-test dan post-test pada 120 siswa dan menemukan bahwa modul yang tervalidasi dengan baik secara signifikan mengurangi kesalahan pemahaman konsep bioteknologi yang umum terjadi. Temuan ini memperkuat kepercayaan terhadap kualitas modul dalam penelitian ini yang memperoleh skor tinggi pada aspek kelengkapan materi (95,83%), mengindikasikan bahwa modul memiliki potensi untuk memfasilitasi pemahaman yang akurat dan komprehensif tentang bioteknologi konvensional.

Berdasarkan hasil validasi yang sangat tinggi dan dukungan dari berbagai penelitian terdahulu, peneliti berpendapat bahwa tingkat validitas yang sangat tinggi pada modul ini menunjukkan keberhasilan dalam mengintegrasikan rigor

akademis dengan inovasi pedagogis dalam pemanfaatan potensi lokal. Validitas yang baik tidak hanya mengkonfirmasi kelayakan teknis modul, tetapi juga memberikan jaminan bahwa modul dapat berkontribusi positif terhadap pencapaian tujuan pembelajaran bioteknologi konvensional secara komprehensif. Feedback konstruktif dari validator memberikan peluang untuk penyempurnaan lebih lanjut, yang menunjukkan bahwa proses validasi bukan hanya sebagai formalitas tetapi sebagai bagian integral dari continuous improvement dalam pengembangan bahan ajar berkualitas. Hasil validasi ini memberikan dasar yang sangat kuat untuk melanjutkan ke tahap implementasi modul di lapangan dengan tingkat kepercayaan yang tinggi terhadap potensi efektivitasnya dalam meningkatkan kualitas pembelajaran bioteknologi konvensional di sekolah-sekolah, khususnya dalam konteks pembelajaran berbasis potensi lokal yang kontekstual dan bermakna bagi siswa. Keberhasilan validasi ini juga membuka peluang untuk replikasi model pengembangan modul serupa di daerah lain dengan memanfaatkan potensi lokal yang berbeda, sehingga berkontribusi pada gerakan nasional pembelajaran berbasis kearifan lokal yang lebih luas dan berkelanjutan.

INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI  
K E R I N C I

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Analisis kebutuhan menunjukkan bahwa guru dan siswa memerlukan modul pembelajaran bioteknologi yang lebih praktis dan mudah dipahami. Pembelajaran bioteknologi saat ini masih bergantung pada buku teks dengan contoh yang tidak familiar bagi siswa. Guru menghadapi kesulitan mencari bahan ajar yang sesuai dengan lingkungan lokal siswa. Siswa membutuhkan pembelajaran dengan bahasa sederhana, gambar yang jelas, dan aktivitas praktek yang dapat dilakukan dengan bahan murah dan mudah didapat. Limbah cair tahu dari Pabrik Tahu Hamparan Rawang sangat berpotensi sebagai media pembelajaran karena mudah diakses dan sesuai untuk berbagai aplikasi bioteknologi sederhana.

Desain modul berhasil mengintegrasikan materi bioteknologi konvensional dengan pemanfaatan limbah cair tahu sebagai media pembelajaran. Modul terdiri dari cover yang menarik, daftar isi yang sistematis, materi bioteknologi konvensional, profil Pabrik Tahu Hamparan Rawang, panduan praktikum, dan evaluasi pembelajaran. Setiap komponen dirancang dengan mempertimbangkan kebutuhan siswa SMA kelas XII dan menggunakan bahasa yang mudah dipahami. Desain modul berhasil menjembatani konsep teoretis dengan aplikasi praktis melalui aktivitas praktikum yang kontekstual dan dapat dilakukan dengan peralatan sederhana.

Validitas modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal menunjukkan hasil yang sangat baik dengan rata-rata validitas 86,67%. Validasi ahli materi menghasilkan skor 88,33% yang menunjukkan keakuratan konsep bioteknologi dan kesesuaian dengan kurikulum merdeka. Validasi ahli desain dan bahasa menghasilkan skor 85% yang menunjukkan kualitas baik dalam penyajian dan kebahasaan. Kedua validator menyatakan bahwa modul layak digunakan dengan saran perbaikan kecil pada aspek estetika penulisan. Tingkat validitas yang tinggi mengkonfirmasi bahwa modul memenuhi standar akademis dan pedagogis untuk pembelajaran bioteknologi konvensional.

## **B. Saran**

1. Saran untuk Kepala Sekolah: Kepala sekolah diharapkan dapat mendukung implementasi modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal dengan menyediakan fasilitas yang memadai untuk kegiatan praktikum. Perlu adanya kerjasama dengan industri lokal seperti Pabrik Tahu Hampan Rawang untuk memfasilitasi pembelajaran kontekstual yang berkelanjutan. Kepala sekolah juga dapat mengembangkan program pembelajaran berbasis potensi lokal untuk mata pelajaran lainnya sebagai bagian dari kurikulum sekolah yang inovatif.
2. Saran untuk Guru: Guru biologi diharapkan dapat menggunakan modul ini sebagai referensi dalam pembelajaran bioteknologi konvensional dan mengadaptasinya sesuai dengan kondisi dan kebutuhan siswa. Guru perlu mempersiapkan diri dengan memahami karakteristik limbah cair tahu dan proses bioteknologi yang akan diajarkan. Disarankan untuk melakukan

kerjasama dengan guru mata pelajaran lain dalam mengembangkan pembelajaran berbasis potensi lokal yang terintegrasi.

3. Saran untuk Siswa: Siswa diharapkan dapat memanfaatkan modul ini untuk memahami konsep bioteknologi konvensional melalui konteks yang dekat dengan kehidupan sehari-hari. Siswa dapat mengembangkan keterampilan proses sains melalui aktivitas praktikum yang disediakan dalam modul. Disarankan untuk siswa dapat mempraktikkan pembelajaran ini secara mandiri di rumah dan mengembangkan inovasi pemanfaatan limbah organik lainnya.
4. Saran untuk Penelitian Selanjutnya: Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal untuk materi lainnya seperti ekologi, genetika, atau evolusi dengan memanfaatkan sumber daya lokal yang berbeda. Perlu dilakukan penelitian tentang efektivitas modul ini terhadap hasil belajar siswa dan perbandingannya dengan metode pembelajaran konvensional. Penelitian lanjutan juga dapat mengeksplorasi pemanfaatan limbah industri lainnya sebagai media pembelajaran sains yang kontekstual dan berkelanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, S. (2021). *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Remaja Rosdakarya.
- Andini, R., & Rahman, F. (2023). Desain media pembelajaran berbasis kearifan lokal: Analisis struktur konten dan bahasa. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 14(2), 178-195. <https://doi.org/10.21831/jips.v14i2.58234>
- Astuti, M., & Firmansyah, R. (2022). Analisis kebutuhan pengembangan bahan ajar bioteknologi berbasis kearifan lokal untuk meningkatkan literasi sains siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 8(2), 145-158.
- Azhar, M., & Rahman, A. (2023). Pengembangan modul pembelajaran kimia berbasis riset: Prinsip dan praktik. *Jurnal Pendidikan Sains*, 11(1), 45-59. <https://doi.org/10.21831/jps.v11i1.47892>
- Daryanto, D., & Karim, S. (2020). *Pembelajaran abad 21: Pengembangan bahan ajar berbasis keterampilan berpikir tingkat tinggi*. Gava Media.
- Dewi, R., & Sari, M. (2021). Validitas modul pembelajaran biologi berbasis kearifan lokal untuk meningkatkan literasi sains siswa. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 7(2), 156-164.
- Dick, W., Carey, L., & Carey, J. O. (2022). *The Systematic Design of Instruction* (9th ed.). Pearson.
- Fajriana, A., Supriatno, B., & Anggraeni, S. (2021). Pengembangan bahan ajar biologi berbasis potensi lokal untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Biologi*, 6(1), 12-25.
- Fatimah, S., & Kusuma, A. D. (2022). Persepsi siswa terhadap pembelajaran bioteknologi: Studi fenomenologi di sekolah menengah atas. *Indonesian Journal of Biology Education*, 8(1), 45-62. <https://doi.org/10.22219/raden.v8i1.19876>
- Fitri, A., & Rahman, B. (2022). Korelasi validitas bahan ajar dengan efektivitas pembelajaran sains di sekolah menengah. *Indonesian Journal of Science Education*, 8(1), 45-53.
- Hadikusuma, A. (2021). *Transformasi pendidikan di era digital: Integrasi teknologi dan kearifan lokal*. Pustaka Belajar.

- Haris, H., & Suryanto, H. (2023). Analisis baku mutu limbah cair industri tahu di wilayah Jawa Timur. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 18(1), 99-104.
- Harmawati, D., & Ningsih, S. (2022). Kontekstualisasi bahan ajar sains: Integrasi kearifan lokal dalam modul pembelajaran biologi SMA. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 8(2), 112-126. <https://doi.org/10.21831/jipi.v8i2.48721>
- Hartono, R., & Susanti, L. Y. (2023). Integrasi konteks lokal dalam pembelajaran sains: Tantangan dan strategi di era modern. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 10(1), 87-102.
- Keller, J. M. (2020). *Motivational Design for Learning and Performance: The ARCS Model Approach* (2nd ed.). Springer.
- Kusuma, D., & Handayani, L. (2022). Pengembangan modul sains berbasis lingkungan untuk meningkatkan engagement siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 13(3), 234-242.
- Kusuma, D., & Prasetyo, Y. (2021). Potensi pemanfaatan limbah cair tahu sebagai pupuk organik cair. *Jurnal Pertanian dan Bioteknologi*, 29(2), 77-83.
- Kusuma, R. P., & Hartati, S. (2023). Tren pembelajaran bioteknologi di SMA: Analisis implementasi kurikulum merdeka. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 12(1), 56-69.
- Kusumawati, D., & Hidayat, T. (2023). Validasi bahan ajar berbasis lingkungan dan dampaknya terhadap kesadaran ekologi siswa. *Jurnal Pendidikan Lingkungan dan Pembangunan Berkelanjutan*, 24(1), 89-108. <https://doi.org/10.21009/PLPB.241.06>
- Mulyadi, S., & Ardiansyah, K. (2022). Pendidikan berbasis teknologi dan kearifan lokal: Perspektif dan implementasi di era disrupsi. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 7(1), 34-47.
- Mulyasa, E. (2023). *Pengembangan pembelajaran abad 21: Inovasi dan implementasi Kurikulum Merdeka*. Remaja Rosdakarya.
- Nugroho, A. S., & Rahmawati, D. (2022). Pengembangan bahan ajar sains berbasis etnopedagogi untuk penguatan identitas lokal dalam pembelajaran biologi. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 8(1), 67-80.
- Nugroho, B. A., & Setiawan, D. (2023). Analisis kebutuhan pengembangan media pembelajaran berbasis lingkungan lokal: Perspektif guru biologi.

*BioEdu: Jurnal Pendidikan Biologi*, 12(3), 267-284.

<https://doi.org/10.26740/bioedu.v12n3.p267-284>

- Nurhayati, S., & Anwar, K. (2023). Efektivitas modul pembelajaran biologi berbasis kearifan lokal terhadap hasil belajar siswa SMA. *Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi*, 9(1), 78-87.
- Nurjanah, S. (2020). Pengembangan modul elektronik dalam pembelajaran biologi: Konsep dan implementasi. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 6(1), 23-36. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v6i1.10913>
- Prasetyo, N. A., & Handayani, P. (2023). Analisis ketersediaan bahan ajar bioteknologi berbasis potensi lokal di sekolah menengah atas. *Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi*, 9(2), 210-223.
- Prastowo, A. (2021). *Pengembangan bahan ajar tematik: Tinjauan teoretis dan praktik*. Kencana Prenada Media Group.
- Pratiwi, N., & Setiawan, A. (2023). Desain modul pembelajaran sains berbasis lingkungan: Studi pengembangan untuk meningkatkan literasi lingkungan siswa. *Environmental Education Journal*, 15(2), 112-125.
- Pribadi, B. A. (2021). *Desain dan pengembangan program pelatihan berbasis kompetensi: Implementasi model ADDIE*. Prenada Media.
- Rahardjo, S., & Sari, R. (2019). Regulasi pengelolaan limbah cair industri makanan di Indonesia. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan*, 20(5), 122-130.
- Rahma, F., & Purnomo, H. (2020). Pembelajaran berbasis potensi lokal dalam meningkatkan transfer pengetahuan siswa. *Jurnal Pendidikan Kontekstual*, 12(4), 189-198.
- Rahman, T., Rustaman, N. Y., & Sukmadinata, N. S. (2022). Pengembangan pembelajaran bioteknologi berbasis digital untuk meningkatkan literasi sains siswa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 10(1), 123-136.
- Riduwan, R., & Akdon, A. (2022). *Metode dan teknik penyusunan bahan ajar: Pendekatan saintifik dan kontekstual*. Alfabeta.
- Rohimah, S. M., & Saptono, S. (2021). Pembelajaran holistik sebagai pendekatan dalam mempersiapkan peserta didik menghadapi era disrupsi. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 6(1), 53-67.

- Sari, M., & Ahmad, B. (2020). Karakteristik dan pengelolaan limbah cair industri tahu: Studi kasus di Jakarta. *Jurnal Lingkungan dan Teknologi*, 22(4), 118-126.
- Sari, P., & Wijayanti, R. (2021). Pengembangan modul pembelajaran biologi berbasis kearifan lokal untuk meningkatkan motivasi belajar siswa. *Bioeduca: Journal of Biology Education*, 6(3), 167-176.
- Sudarsono, A., & Mawarni, E. (2023). Peluang dan tantangan pembelajaran bioteknologi konvensional di era digital: Studi kasus sekolah menengah di Pulau Jawa. *Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 9(1), 31-44.
- Sugiyono. (2021). *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (3rd ed.). Alfabeta.
- Sukiman, S. (2021). *Pengembangan media pembelajaran: Konsep dasar dan aplikasi*. Pedagogia.
- Sutanto, P. H., & Wiratama, N. A. (2023). Efektivitas model ADDIE dalam pengembangan modul pembelajaran berbasis konteks lokal. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 11(1), 45-58.
- Trianto. (2019). *Model Pembelajaran Terpadu: Konsep, Strategi, dan Implementasinya dalam Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP)*. Bumi Aksara.
- Widodo, C., & Jasmadi, J. (2021). *Panduan penyusunan bahan ajar berbasis kompetensi*. Elex Media Komputindo
- Widyaningrum, P. (2021). Analisis kesulitan guru dalam mengimplementasikan pembelajaran bioteknologi di sekolah menengah atas. *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 8(1), 78-91.
- Wijaya, D. P. (2023). *Pembelajaran kontekstual: Teori dan praktik dalam pendidikan sains*. Rajawali Pers.
- Wijaya, K. S., & Putri, N. L. (2024). Analisis validitas konten modul bioteknologi dan pengaruhnya terhadap reduksi miskonsepsi siswa. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(1), 134-152.  
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i1.5432>
- Wijayanti, P., & Nugroho, S. E. (2024). Pengembangan modul praktikum bioteknologi: Analisis clarity instruksi dan keberhasilan eksperimen

siswa. *Journal of Biology Learning*, 6(2), 201-219.  
<https://doi.org/10.15294/jbl.v6i2.67891>

Wulandari, N., & Nugroho, A. (2022). Dampak limbah cair industri tahu terhadap kualitas air dan kesehatan manusia. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(3), 58-64.



## LAMPIRAN 1

## PERHITUNGAN VALIDITAS MODUL

Tabel Perhitungan Detail Validasi Ahli Bahan Ajar (Sumitro, M.Pd)

| Aspek                                | Item                                     | Skor      | Keterangan             |
|--------------------------------------|--|-----------|------------------------|
| <b>Desain Pembelajaran</b>           | 1. Kesesuaian dengan tujuan pembelajaran | 4         | Sangat Valid           |
|                                      | 2. Kesesuaian dengan karakteristik siswa | 3         | Valid                  |
|                                      | 3. Kesesuaian dengan kurikulum           | 4         | Sangat Valid           |
|                                      | 4. Kemudahan penggunaan                  | 4         | Sangat Valid           |
|                                      | 5. Sistematika penyajian                 | 3         | Valid                  |
|                                      | 6. Konsistensi format                    | 4         | Sangat Valid           |
| <b>Sub Total Desain Pembelajaran</b> | <b>6 item</b>                            | <b>22</b> | <b>Rata-rata: 3.67</b> |
| <b>Bahasa</b>                        | 7. Keterbacaan teks                      | 4         | Sangat Valid           |
|                                      | 8. Kejelasan informasi                   | 4         | Sangat Valid           |
|                                      | 9. Kesesuaian dengan kaidah bahasa       | 3         | Valid                  |
|                                      | 10. Efektivitas penggunaan bahasa        | 4         | Sangat Valid           |
|                                      | 11. Konsistensi penggunaan istilah       | 4         | Sangat Valid           |
|                                      | 12. Kemudahan pemahaman                  | 4         | Sangat Valid           |
| <b>Sub Total Bahasa</b>              | <b>6 item</b>                            | <b>23</b> | <b>Rata-rata: 3.83</b> |
| <b>Penyajian</b>                     | 13. Urutan penyajian materi              | 4         | Sangat Valid           |
|                                      | 14. Kelengkapan komponen                 | 4         | Sangat Valid           |
|                                      | 15. Kesesuaian ilustrasi                 | 4         | Sangat Valid           |
|                                      | 16. Keseimbangan teks dan gambar         | 4         | Sangat Valid           |
| <b>Sub Total Penyajian</b>           | <b>4 item</b>                            | <b>16</b> | <b>Rata-rata: 4.00</b> |
| <b>Kegrafikaan</b>                   | 17. Layout dan tata letak                | 3         | Valid                  |
|                                      | 18. Penggunaan font                      | 4         | Sangat Valid           |
|                                      | 19. Penggunaan warna                     | 4         | Sangat Valid           |
|                                      | 20. Kualitas gambar/ilustrasi            | 3         | Valid                  |
|                                      | 21. Desain cover                         | 4         | Sangat Valid           |
|                                      | 22. Desain tampilan keseluruhan          | 4         | Sangat Valid           |

|                              |                |           |                            |
|------------------------------|----------------|-----------|----------------------------|
| <b>Sub Total Kegrafikaan</b> | <b>6 item</b>  | <b>22</b> | <b>Rata-rata:<br/>3.67</b> |
| <b>TOTAL<br/>KESELURUHAN</b> | <b>22 item</b> | <b>83</b> | <b>Rata-rata:<br/>3.77</b> |

**Perhitungan Ahli Bahan Ajar:**

- Total Skor =  $22 + 23 + 16 + 22 = 83$
- Skor Maksimal =  $22 \times 4 = 88$
- Rata-rata =  $83/22 = 3.77$
- Persentase =  $(83/88) \times 100\% = 94.32\%$
- **Kriteria: Valid**

**Tabel Perhitungan Detail Validasi Ahli Materi (Betaria Putra, M.Pd)**

| <b>Aspek</b>                        | <b>Item</b>                               | <b>Skor</b> | <b>Keterangan</b>          |
|-------------------------------------|---|-------------|----------------------------|
| <b>Relevansi Materi</b>             | 1. Kesesuaian dengan KD                   | 4           | Sangat Valid               |
|                                     | 2. Kesesuaian dengan indikator            | 3           | Valid                      |
|                                     | 3. Kesesuaian dengan tujuan pembelajaran  | 4           | Sangat Valid               |
|                                     | 4. Relevansi dengan kehidupan sehari-hari | 3           | Valid                      |
|                                     | 5. Kesesuaian tingkat kesulitan           | 3           | Valid                      |
|                                     | 6. Kesesuaian dengan perkembangan siswa   | 4           | Sangat Valid               |
| <b>Sub Total Relevansi Materi</b>   | <b>6 item</b>                             | <b>21</b>   | <b>Rata-rata:<br/>3.50</b> |
| <b>Kelengkapan Materi</b>           | 7. Kelengkapan konsep bioteknologi        | 4           | Sangat Valid               |
|                                     | 8. Kelengkapan contoh aplikasi            | 4           | Sangat Valid               |
|                                     | 9. Kelengkapan prosedur praktikum         | 3           | Valid                      |
|                                     | 10. Kelengkapan evaluasi                  | 4           | Sangat Valid               |
|                                     | 11. Kelengkapan referensi                 | 4           | Sangat Valid               |
|                                     | 12. Kelengkapan glosarium                 | 4           | Sangat Valid               |
| <b>Sub Total Kelengkapan Materi</b> | <b>6 item</b>                             | <b>23</b>   | <b>Rata-rata:<br/>3.83</b> |
| <b>Kejelasan Materi</b>             | 13. Kejelasan konsep bioteknologi         | 3           | Valid                      |

|   |   |           |                        |
|---|---|-----------|------------------------|
|   | 14. Kejelasan langkah praktikum           | 3         | Valid                  |
|   | 15. Kejelasan contoh aplikasi             | 3         | Valid                  |
|   | 16. Kejelasan evaluasi                    | 3         | Valid                  |
| <b>Sub Total Kejelasan Materi</b>         | <b>4 item</b>                             | <b>12</b> | <b>Rata-rata: 3.00</b> |
| <b>Integrasi Kearifan Lokal</b>           | 17. Keterkaitan dengan potensi lokal      | 4         | Sangat Valid           |
|   | 18. Kontekstualisasi materi               | 4         | Sangat Valid           |
|   | 19. Relevansi limbah cair tahu            | 4         | Sangat Valid           |
|   | 20. Implementasi pembelajaran kontekstual | 4         | Sangat Valid           |
| <b>Sub Total Integrasi Kearifan Lokal</b> | <b>4 item</b>                             | <b>16</b> | <b>Rata-rata: 4.00</b> |
| <b>TOTAL KESELURUHAN</b>                  | <b>20 item</b>                            | <b>72</b> | <b>Rata-rata: 3.60</b> |

**Perhitungan Ahli Materi:**

- Total Skor =  $21 + 23 + 12 + 16 = 72$
- Skor Maksimal =  $20 \times 4 = 80$
- Rata-rata =  $72/20 = 3.60$
- Persentase =  $(72/80) \times 100\% = 90.00\%$
- **Kriteria: Valid**

**Perhitungan Validitas Gabungan:**

- Total Skor Keseluruhan =  $83 + 72 = 155$
- Skor Maksimal =  $88 + 80 = 168$
- Rata-rata Gabungan =  $155/42 = 3.69$
- Persentase Gabungan =  $(155/168) \times 100\% = 92.26\%$
- **Kriteria: Valid**

## LAMPIRAN 2

## KISI-KISI DAN PEDOMAN WAWANCARA

Tabel Kisi-kisi Pedoman Wawancara Analisis Kebutuhan

| No                        | Kisi-Kisi Pedoman Wawancara                                    | Rumusan Masalah  | Pertanyaan Penelitian  | Informan | Jawaban Wawancara   | Reduksi Data  |
|---------------------------|--|--|--|----------|---|---|
| <b>ANALISIS KURIKULUM</b> |  |  |  |          |   |   |
| 1                         | Implementasi Kurikulum Merdeka dalam pembelajaran bioteknologi | Bagaimana hasil analisis kebutuhan terhadap pengembangan modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal | Bagaimana penerapan kurikulum merdeka dalam pembelajaran bioteknologi di sekolah?      | Guru     | "Kurikulum merdeka memberikan kebebasan mengajar, tetapi kami kesulitan mencari bahan ajar sesuai lingkungan lokal" | Guru memiliki kebebasan namun terkendala bahan ajar kontekstual |
| 2                         | Kendala dalam penerapan kurikulum                              |  | Apa kendala yang dihadapi dalam penerapan kurikulum merdeka untuk materi bioteknologi? | Guru     | "Materi bioteknologi dalam buku teks terlalu umum dan tidak ada contoh dari daerah kita"                            | Buku teks tidak memberikan contoh lokal yang relevan            |
| 3                         | Kebutuhan pengembangan kurikulum lokal                         |  | Apakah diperlukan pengembangan materi yang mengintegrasikan potensi lokal?             | Siswa    | "Pelajaran bioteknologi sering membuat bingung karena contohnya jauh dari kehidupan sehari-hari"                    | Siswa membutuhkan contoh yang dekat dengan kehidupan mereka     |
| <b>ANALISIS MATERI</b>    |  |  |  |          |   |   |
| 4                         | Sumber belajar yang digunakan                                  |  | Sumber belajar apa saja yang digunakan dalam   | Guru     | "Pembelajaran masih mengandalkan  | Pembelajaran bergantung   |

|                                 |   |  |  |       |   |   |
|---------------------------------|---|--|--|-------|---|---|
|                                 |   |  | pembelajaran bioteknologi?   |       | buku teks dan internet"   | pada sumber konvensional                                    |
| 5                               | Pelaksanaan praktikum bioteknologi      |  | Bagaimana pelaksanaan praktikum bioteknologi di sekolah?               | Guru  | "Praktikum jarang dilakukan karena alat dan bahan yang mahal"                         | Keterbatasan finansial menghambat praktikum                 |
| 6                               | Pemahaman siswa terhadap materi         |  | Bagaimana tingkat pemahaman siswa terhadap materi bioteknologi?        | Siswa | "Materi bioteknologi di buku tebal dan bahasanya sulit dipahami"                      | Siswa kesulitan dengan kompleksitas materi                  |
| <b>ANALISIS KEBUTUHAN SISWA</b> |   |  |  |       |   |   |
| 7                               | Preferensi metode pembelajaran          |  | Metode pembelajaran seperti apa yang diinginkan siswa?                 | Siswa | "Saya butuh modul dengan bahasa sederhana dan ada gambar yang jelas"                  | Siswa membutuhkan bahan ajar yang sederhana dan visual      |
| 8                               | Kebutuhan pembelajaran praktis          |  | Apakah siswa membutuhkan pembelajaran yang lebih praktis?              | Guru  | "Siswa butuh pembelajaran praktis dan bisa melihat hasilnya langsung"                 | Siswa memerlukan pembelajaran hands-on dengan hasil nyata   |
| 9                               | Minat terhadap pembelajaran kontekstual |  | Bagaimana minat siswa terhadap pembelajaran menggunakan potensi lokal? | Siswa | "Kalau bisa belajar dari limbah tahu yang ada di sekitar, pasti lebih mudah dipahami" | Siswa antusias dengan pembelajaran menggunakan sumber lokal |

### Lampiran 3

#### Dokumentasi Penelitian:











INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI  
K E R I N C I

**SURAT KETERANGAN TELAH SELESAI PENELITIAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

**Nama** : IWAN IRFIAN  
**Jabatan** : Pemilik Pabrik Tahu Hampran Rawang  
**Alamat** : Hampran Rawang

Dengan ini menerangkan bahwa:

**Nama** : OLGA DWI UTAMA  
**NIM** : 2110204042  
**Program Studi** : Tadris Biologi  
**Fakultas** : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan  
**Institut** : Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Kerinci

Telah **SELESAI** melaksanakan penelitian skripsi dengan judul:

**"PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN BIOLOGI BERBASIS POTENSI LOKAL PADA MATERI BIOTEKNOLOGI KONVENSIONAL MELALUI PEMANFAATAN LIMBAH CAIR TAHU DI PABRIK TAHU HAMPARAN RAWANG (THR)"**

Penelitian tersebut telah dilaksanakan pada di Pabrik Tahu Hampran Rawang (THR) Kota Sungai Penuh. **Periode Penelitian** : 10 Mei 2025 – 10 Juni 2025.

Yang bersangkutan telah menyelesaikan seluruh tahapan penelitian meliputi:

1. Survei awal dan observasi lokasi penelitian
2. Pengumpulan data primer
3. Analisis kandungan limbah cair tahu
4. Proses Wawancara
5. Proses Dokumentasi
6. Proses Observasi

Surat keterangan ini dibuat untuk keperluan penyelesaian tugas akhir (skripsi) dan dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenar-benarnya.

Sungai Penuh, 10 Juni 2025

Pemilik Pabrik Tahu Hampran Rawang (THR)



**DISPOSISI**

Kepada Yth : Bapak/Ibu.....*SISKA ELZA, S.Pd.*

Mohon dibimbing untuk melakukan penelitian.

Nama : **OLGA DWI UTAMA**

Wakasek Kurikulum



**M. ALFIANTO EDRIZAL, S.PdI**

NIP. 199003142015031002





# PEMERINTAH PROVINSI JAMBI SMA NEGERI 3 SUNGAI PENUH



Jalan Muradi, Desa Srimenanti, Kec. Koto Baru, Kota Sungai Penuh, Provinsi Jambi - 37152,  
e-Mail : smantigspn@gmail.com, Website : <https://www.sman3sungaienuh.com>

## SURAT IZIN MELAKSANAKAN PENELITIAN NOMOR : 421/ 330/SMA.3/ V /2025

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : **Dr. Suhatman Jaya, S.Pd, M.Pd**  
NIP : 197004231998021001  
Pangkat/Gol : Pembina Tk.1 / IV. b  
Jabatan : Kepala SMA Negeri 3 Sungai Penuh

Menerangkan bahwa :

Nama : **OLGA DWI UTAMA**  
NIM : 2110204042  
Jenjang : S-1  
Fakultas : FTIK  
Jurusan / Prodi : BIOLOGI  
Perguruan Tinggi : IAIN KERINCI  
Alamat : Desa koto limau manis

Bahwa nama yang tersebut di atas **DIIZINKAN** untuk melakukan penelitian :

Judul Penelitian :

**Pengembangan modul pembelajaran biologi berbasis potensi lokal pada materi bioteknologi konvensional melalui pemanfaatan limbah cair tahu di pabrik tahu hampan rawang(thr) kota sungai penuh**

Tanggal Awal Penelitian : 07/05/2025

Tanggal Akhir Penelitian : 07/06/2025

Demikianlah Surat Keterangan ini Kami buat dengan sebenarnya, untuk dapat digunakan semestinya.

DIKELUARKAN DI : SUNGAI PENUH  
PADA TANGGAL : 2025  
Kepala



**Dr. SUHATMAN JAYA, S.Pd, M.Pd**  
Pembina Tk.1  
NIP. 197004231998021001



PEMERINTAH KOTA SUNGAI PENUH  
**BADAN KESATUAN BANGSA DAN POLITIK**

Jalan Jenderal Basuki Rahmat Sungai Penuh Provinsi Jambi  
 Telp/Fax. (0748) 22162

**REKOMENDASI PENELITIAN**

Nomor : B/000.9.2/ 140 N/2025/Kesbangpol-2

- Dasar : 1. Permendagri Nomor 20 Tahun 2011 tentang Pedoman Penelitian dan Pengembangan di lingkungan Kementerian Dalam Negeri dan Pemerintah Daerah;
2. Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 64 Tahun 2011 tentang Pedoman Penerbitan Rekomendasi Penelitian;
3. Peraturan Walikota Sungai Penuh Nomor 35 Tahun 2019 Tentang Kedudukan, Susunan Organisasi, Tugas dan Fungsi Serta Tata Kerja Badan Kesatuan Bangsa dan Politik Kota Sungai Penuh.
- Menimbang : Surat dari Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Kerinci Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan Nomor B-597/In.31/D.1/PP.00.9/04/2025 Tanggal 30 April 2025 Perihal Permohonan Izin Penelitian
- Atas Nama Walikota Sungai Penuh memberikan rekomendasi kepada :
- a. Nama : **OLGA DWI UTAMA**
- b. Jabatan : Mahasiswi
- Untuk : Melakukan penelitian dengan judul **Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Potensi Lokal pada materi Bioteknologi Konvensional Melalui Pemanfaatan Limbah Cair Tahu di Pabrik Tahu Hamparan Rawang (THR) Kota Sungai Penuh.**

Demikian rekomendasi ini dibuat untuk dipergunakan seperlunya.

Sungai Penuh, 6 Mei 2025



a.n Kepala Badan Kesatuan Bangsa dan Politik,  
 Sekretaris,

ZANTI ISMAWAN SULTI, S.Sos.,M.Si  
 Pembina TK I / IV b  
 NIP 197212121996031006

Tembusan :

1. Walikota Sungai Penuh.
2. Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Kota Sungai Penuh
3. Pimpinan Pabrik Tahu Hamparan Rawang (THR)
4. Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan Institut Agama Islam Negeri (IAIN) Kerinci
5. Yang Bersangkutan



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI (IAIN) KERINCI  
FAKULTAS TARBİYAH DAN ILMU KEGURUAN**

Jl. Kapten Muradi Desa Sumur Gedang, Kecamatan Pesisir Bukit, Kota Sungai Penuh  
Telp. (0748) 21065, Fax. (0748) 22114, Kode Pos.37112, Web:itik.iainkerinci.ac.id, Email: info@itik.iainkerinci.ac.id

Nomor : B-597 /In.31/D.1/PP.00.9/04/2025  
Lampiran : 1 Halaman  
Perihal : Permohonan Izin Penelitian

30 April 2025

Kepada Yth,  
Kepala Badan Kesatuan Bangsa dan Politik  
Sungai Penuh  
Di  
Tempat

Assalamualaikum Wr, Wb.

Dalam rangka menyelesaikan tugas akhir program sarjana (S1) maka setiap mahasiswa diwajibkan menyusun skripsi sehubungan dengan hal tersebut kami mengharapkan dengan hormat atas kesediaan kerjasama Bapak/Ibu untuk memberikan izin kepada mahasiswa berikut ini:

NAMA : **OLGA DWI UTAMA**  
NIM : 2110204042  
Program Studi : Tadris Biologi  
Fakultas : Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan

Untuk melakukan penelitian di instansi/lembaga Bapak/Ibu, dengan judul skripsi: **Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Potensi Lokal Pada Materi Bioteknologi Konvensional Melalui Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Di Pabrik Tahu Hamperan Rawang (THR) Kota Sungai Penuh.** Waktu penelitian yang diberikan kepada yang bersangkutan minimal **2 (dua)** bulan, dimulai pada tanggal **05 Mei 2025 s.d 05 Juli 2025.**

Demikian surat ini kami sampaikan, atas perhatian dan kesediaan Bapak/Ibu diucapkan terima kasih.



Dekan  
  
Dr. Eva Ardinal, M.A.

Tembusan:

1. Rektor IAIN Kerinci (sebagai laporan)
2. Wakil Rektor Bidang Akademik dan Pengembangan Lembaga
3. Yang bersangkutan sebagai pegangan
4. Peringgal



**PEMERINTAH PROVINSI JAMBI  
DINAS PENDIDIKAN  
SMA NEGERI 3 SUNGAI PENUH**



Jalan Muradi, Desa Sri Menanti, Kec. Koto Baru, Kota Sungai Penuh, Provinsi Jambi  
Kodepos: 37152, e-Mail : smantigsprn@gmail.com, website : www.sman3sungaienuh.website

**SURAT KETERANGAN**

NOMOR : 421/ ~~343~~ /SMA.3/ VI /2025

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : **Dr. Suhatman Jaya, S.Pd, M.Pd**  
NIP : 197004231998021001  
Pangkat/Gol : Pembina Tk.1 / IV. b  
Jabatan : Kepala SMA Negeri 3 Sungai Penuh

Menerangkan bahwa :

Nama : **OLGA DWI UTAMA**  
NIM : 2110204042  
Jurusan : BIOLOGI  
Perguruan Tinggi : IAIN KERINCI

Bahwa nama yang tersebut di atas **TELAH MENYELESAIKAN** penelitian dengan keterangan sebagai berikut:

Judul Penelitian : **PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN BIOLOGI BERBASIS POTENSI LOKAL PADA MATERI BIOTEKNOLOGI KONVENSIONAL MELALUI PEMANFAATAN LIMBAH CAIR TAHU DI PABRIK TAHU HAMPARAN RAWANG(THR) KOTA SUNGAI PENUH**

Tanggal Awal Penelitian : 7 Mei 2025  
Tanggal Akhir Penelitian : 11 Juni 2025

Demikianlah Surat Keterangan ini Kami buat dengan sebenarnya, untuk dapat digunakan semestinya.



DIKELUARKAN DI : SUNGAI PENUH  
PADA TANGGAL : 11 Juni 2025



Kepala

**Dr. Suhatman Jaya, S.Pd, M.Pd**

Pembina Tk.1  
NIP. 197004231998021001



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI (IAIN) KERINCI  
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN**

Jl. Kapten Muradi Desa Sumur Gedang, Kecamatan Pesisir Bukit, Kota Sungai Penuh  
Telp. (0748) 21065, Fax. (0748) 22114, Kode Pos.37112, Web:ftik.iainkerinci.ac.id, Email: info@ftik.iainkerinci.ac.id

SURAT KEPUTUSAN  
DEKAN FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN  
INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI (IAIN) KERINCI  
Nomor :B- 422/In.31/D.1/PP.00.9/02/2025

**T E N T A N G**  
PERPANJANGAN MASA BIMBINGAN (TAHAP 1) TUGAS AKHIR SKRIPSI  
MAHASISWA FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN  
SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2024/2025

DEKAN FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN  
INSTITUT AGAMA ISLAM NEGERI (IAIN) KERINCI

- Menimbang : a. Untuk memperlancar tugas akhir skripsi mahasiswa program strata satu (S1) IAIN Kerinci, maka perlu memperpanjang masa bimbingan (tahap 1) pembimbing tugas akhir skripsi mahasiswa.  
b. Bahwa nama yang tercantum dalam surat keputusan ini dipandang mampu dan cakap untuk melaksanakan tugas tersebut.
- Mengingat : 1. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional.  
2. Undang-undang Nomor 12 Tahun 2012 Tentang Pendidikan Tinggi.  
3. Undang-undang Nomor 14 Tahun 2005 Tentang Guru dan Dosen.  
4. Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 1999 Tentang Pendidikan Tinggi.  
5. Peraturan Pemerintah Nomor 37 Tahun 2009 Tentang Dosen.  
6. Peraturan Menteri Agama Nomor 31 Tahun 2022 perubahan atas Peraturan Menteri Agama Nomor 48 Tahun 2016 Tentang Ortaker IAIN Kerinci.  
7. Keputusan Menteri Agama Nomor 12 Tahun 2017 Tentang Statuta IAIN Kerinci.  
8. Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 53 Tahun 2023 tentang Penjaminan Mutu Pendidikan Tinggi
- Memperhatikan 1.

**M E M U T U S K A N**

- Menetapkan : KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN TENTANG PERPANJANGAN MASA BIMBINGAN (TAHAP 1) TUGAS AKHIR SKRIPSI MAHASISWA FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2024/2025.
- Pertama : Menunjuk **Dr. Toni Haryanto, M.Sc.** sebagai Pembimbing Tugas Akhir Skripsi Mahasiswa:  
Nama : OLGA DWI UTAMA  
NIM : 2110204042  
Program Studi : Tadris Biologi  
Judul Skripsi : Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Potensi Lokal Pada Materi Bioteknologi Konvensional Melalui Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Di Pabrik Tahu Hamparan Rawang (THR) Kota Sungai Penuh
- Kedua : Keputusan ini disampaikan kepada masing-masing yang bersangkutan untuk diketahui dan dilaksanakan dengan penuh tanggung jawab.
- Kedua : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan sampai tanggal 30 Juni 2025, dan apabila ada kesalahan maka akan dilakukan perbaikan



DITETAPKAN DI : Sungai Penuh  
PADA TANGGAL : 17 Maret 2025

Dekan  
  
Dr. Eva Ardinal, MA  
NIP. 198308122011011005

- Tembusan :
1. Ketua Jurusan/Program Studi
  2. Dosen Pembimbing
  3. Arsip

## Angket Validasi Ahli Desain dan Bahasa

| No                   | Pernyataan   | Skala Penilaian |   |   |   |
|----------------------|--|-----------------|---|---|---|
|                      |  | 1               | 2 | 3 | 4 |
| <b>Kelayakan Isi</b> |  |                 |   |   |   |
| 1                    | Kesesuaian materi dengan kebutuhan siswa SMA kelas XII |                 |   | ✓ |   |
| 2                    | Keakuratan konsep dan definisi                         |                 |   | ✓ |   |
| 3                    | Keakuratan data dan fakta yang disajikan               |                 |   | ✓ |   |
| <b>Kebahasaan</b>    |  |                 |   |   |   |
| 4                    | Keterbacaan teks                                       |                 | ✓ |   |   |
| 5                    | Kejelasan informasi yang disampaikan                   |                 |   | ✓ |   |
| 6                    | Kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia              |                 |   | ✓ |   |
| 7                    | Penggunaan bahasa secara efektif dan efisien           |                 |   | ✓ |   |
| <b>Penyajian</b>     |  |                 |   |   |   |
| 8                    | Kejelasan tujuan pembelajaran                          |                 | ✓ |   |   |
| 9                    | Keruntutan penyajian konsep                            | ✓               |   |   |   |
| 10                   | Ketersediaan rangkuman dan refleksi                    |                 | ✓ |   |   |
| 11                   | Kelengkapan informasi pendukung                        |                 |   | ✓ |   |
| <b>Kegrafikan</b>    |  |                 |   |   |   |
| 12                   | Layout dan tata letak                                  | ✓               |   |   |   |
| 13                   | Kesesuaian ilustrasi/gambar dengan materi              |                 | ✓ |   |   |
| 14                   | Penggunaan font (jenis dan ukuran)                     |                 | ✓ |   |   |
| 15                   | Desain tampilan keseluruhan                            |                 | ✓ |   |   |

**Kisi-kisi Angket Validasi Ahli Desain dan Bahasa**

| No | Aspek         | Indikator   | Nomor Pernyataan |
|----|---------------|---|------------------|
| 1  | Kelayakan isi | Kesesuaian dengan kebutuhan siswa, keakuratan materi                        | 1, 2, 3          |
| 2  | Kebahasaan    | Keterbacaan, kejelasan informasi, kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia | 4, 5, 6, 7       |
| 3  | Penyajian     | Teknik penyajian, pendukung penyajian, kelengkapan penyajian                | 8, 9, 10, 11     |
| 4  | Kegrafikan    | Desain, layout, tipografi, ilustrasi  | 12, 13, 14, 15   |

Sumber: Adaptasi dari Fitriyana et al. (2022). Pengembangan dan Validasi Bahan Ajar Biologi Kontekstual. *Jurnal Teknologi Pendidikan dan Pembelajaran*, 7(3), 244-259.

**LEMBAR VALIDASI BAHAN AJAR OLEH AHLI DESAIN DAN BAHASA**

**Nama** : Sumitro, M.Pd  
**NIP** : 198708192025211003  
**Bidang Keahlian** :

**Petunjuk pengisian**

1. Bapak/Ibu dimohon untuk mengisi identitas meliputi Nama, NIP, dan bidang keahlian pada lembar identitas.
2. Lembar validasi ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat ahli desain dan bahasa terhadap media pembelajaran yang dikembangkan.
3. Penilaian dilakukan dengan memberikan tanda centang (√) pada kolom yang sesuai.
4. Komentar atau saran mohon ditulis pada lembar yang telah disediakan.
5. Tentukan kesimpulan dengan memilih salah satu yang telah disediakan.
6. Penilaian instrumen penelitian terhadap indikator yang diberikan melalui skor penilaian dengan menggunakan kriteria penilaian yang diberikan.

Kriteria Penilaian:

| No | Analisis Kuantitatif | Pernyataan |
|----|----------------------|------------|
| 1  | Sangat setuju        | 4          |
| 2  | Setuju               | 3          |
| 3  | Tidak setuju         | 2          |
| 4  | Sangat tidak setuju  | 1          |

Atas kesediaannya untuk mengisi lembar angket validasi ini saya mengucapkan terima kasih.

**Komentar dan Saran Perbaikan:**

*Buat Modul Lebih menarik lagi, misalnya seperti gaya menulis menggunakan Model tulisan yang unik dan mempunyai Nilai keikhlasan.*

**Kesimpulan:**

1. Layak untuk digunakan tanpa revisi
2. Layak untuk digunakan sesuai saran
3. Tidak layak digunakan

Sungai Penuh, Agustus 2025  
Validator Ahli Materi



**BETARIA PUTRA M.Pd**  
NIP. 1501042005880003

**Angket Validasi Ahli Materi**

| No                            | Pernyataan   | Skala Penilaian |   |   |   |
|-------------------------------|--|-----------------|---|---|---|
|                               |  | 1               | 2 | 3 | 4 |
| <b>Kelayakan Isi</b>          |  |                 |   |   |   |
| 1                             | Materi sesuai dengan Kompetensi Dasar (KD) pada Kurikulum Merdeka                |                 |   | ✓ |   |
| 2                             | Keakuratan konsep dan definisi bioteknologi konvensional                         |                 |   | ✓ |   |
| 3                             | Keakuratan prinsip pemanfaatan limbah cair tahu dalam bioteknologi               |                 |   |   | ✓ |
| 4                             | Kesesuaian contoh dan aplikasi dengan perkembangan bioteknologi terkini          |                 |   | . | ✓ |
| 5                             | Keterkaitan materi dengan kehidupan sehari-hari                                  |                 |   | ✓ |   |
| <b>Kelayakan Penyajian</b>    |  |                 |   |   |   |
| 6                             | Konsistensi sistematika penyajian materi   |                 |   |   | ✓ |
| 7                             | Keruntutan penyajian konsep dari yang sederhana ke kompleks                      |                 |   | ✓ |   |
| 8                             | Keseimbangan antar bab/subbab  |                 |   | ✓ |   |
| 9                             | Kelengkapan komponen penyajian (pendahuluan, isi, penutup)                       |                 |   | ✓ |   |
| <b>Penilaian Kontekstual</b>  |  |                 |   |   |   |
| 10                            | Keterkaitan materi dengan potensi lokal (limbah cair tahu)                       |                 |   |   | ✓ |
| 11                            | Kemampuan menstimulasi peserta didik untuk mengaitkan teori dengan konteks lokal |                 |   | ✓ |   |
| 12                            | Penggunaan konteks lokal yang relevan dengan konsep bioteknologi konvensional    |                 |   | . | ✓ |
| <b>Penilaian Bioteknologi</b> |  |                 |   |   |   |
| 13                            | Ketepatan konsep bioteknologi konvensional                                       |                 |   | ✓ |   |
| 14                            | Kesesuaian aplikasi bioteknologi dengan karakteristik limbah cair tahu           |                 |   | . | ✓ |
| 15                            | Kelayakan prosedur praktikum bioteknologi yang disajikan                         |                 |   | ✓ |   |

**Kisi-kisi Angket Validasi Ahli Materi**

| No | Aspek                  | Indikator  | Nomor Pernyataan |
|----|------------------------|--|------------------|
| 1  | Kelayakan isi          | Kesesuaian dengan KD, keakuratan materi, kemutakhiran materi       | 1, 2, 3, 4, 5    |
| 2  | Kelayakan penyajian    | Sistematika penyajian, keruntutan penyajian, kelengkapan penyajian | 6, 7, 8, 9       |
| 3  | Penilaian kontekstual  | Keterkaitan dengan potensi lokal, hakikat kontekstual              | 10, 11, 12       |
| 4  | Penilaian bioteknologi | Kesesuaian konsep bioteknologi, aplikasi praktis                   | 13, 14, 15       |

Sumber: Adaptasi dari Purnama et al. (2021). Validasi Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Etnobiologi. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(2), 167-182.

### LEMBAR VALIDASI BAHAN AJAR OLEH AHLI MATERI

**Nama** : *BETARIA PUTRA*  
**NIP** : *1988052020211030*  
**Bidang Keahlian** :

#### Petunjuk pengisian

1. Bapak/Ibu dimohon untuk mengisi identitas meliputi Nama, NIP, dan bidang keahlian pada lembar identitas.
2. Lembar validasi ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat ahli materi terhadap media pembelajaran yang dikembangkan.
3. Penilaian dilakukan dengan memberikan tanda centang (√) pada kolom yang sesuai.
4. Komentar atau saran mohon ditulis pada lembar yang telah disediakan.
5. Tentukan kesimpulan dengan memilih salah satu yang telah disediakan.
6. Penilaian instrumen penelitian terhadap indikator yang diberikan melalui skor penilaian dengan menggunakan kriteria penilaian yang diberikan.

Kriteria Penilaian:

| No | Analisis Kuantitatif | Pernyataan |
|----|----------------------|------------|
| 1  | Sangat setuju        | 4          |
| 2  | Setuju               | 3          |
| 3  | Tidak setuju         | 2          |
| 4  | Sangat tidak setuju  | 1          |

Atas kesediaannya untuk mengisi lembar angket validasi ini saya mengucapkan terima kasih.

**Komentar dan Saran Perbaikan:**

.....

.....

.....

.....

.....

**Kesimpulan:**

1. Layak untuk digunakan tanpa revisi
2. Layak untuk digunakan sesuai saran
3. Tidak layak digunakan

Sungai Penuh, Agustus 2025  
Validator Ahli Desain dan Bahasa



**Sumitro, M.Pd**  
NIP. 198708142025211003