

**PENGEMBANGAN LKPD PADA MATERI  
BIOTEKNOLOGI KONVENSIONAL MELALUI  
KEGIATAN PRAKTIKUM PEMBUATAN  
TEMPE, TAPE DAN TEH KOMBUCHA**



**SKRIPSI**

*Diajukan sebagai Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)  
dalam Bidang Pendidikan Biologi*

**Oleh:**

**WIDIYA WATI SIREGAR**  
NIM: 2120800016

**PROGRAM STUDI TADRIS BIOLOGI**  
**FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI**  
**SYEKH ALI HASAN AHMAD ADDARY**  
**PADANG SIDIMPUAN**  
**2025**

**PENGEMBANGAN LKPD PADA MATERI  
BIOTEKNOLOGI KONVENSIONAL MELALUI  
KEGIATAN PRAKTIKUM PEMBUATAN  
TEMPE,TAPE DAN TEH KOMBUCHA**



**SKRIPSI**

*Diajukan sebagai Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)  
dalam Bidang Pendidikan Biologi*

**Oleh:**

**WIDIYA WATI SIREGAR**

NIM: 2120800016

**PROGRAM STUDI TADRIS BIOLOGI**

**FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI**

**SYEKH ALI HASAN AHMAD ADDARY**

**PADANG SIDIMPUAN**

**2025**

**PENGEMBANGAN LKPD PADA MATERI  
BIOTEKNOLOGI KONVENSIONAL MELALUI  
KEGIATAN PRAKTIKUM PEMBUATAN  
TEMPE, TAPE DAN TEH KOMBUCHA**



**SKRIPSI**

*Diajukan sebagai Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)  
dalam Bidang Pendidikan Biologi*

**Oleh:**

**WIDIYA WATI SIREGAR**

NIM: 2120800016

**PEMBIMBING I**

*Ace Di Seminar  
Hasilkan  
15/09/2025*

**Fery Kurniawan, M.Si**  
NIP. 19831210 201101 1 009

**PEMBIMBING II**

*ACC Pemb. I  
11/09/25*

**Misahradarsi Dongoran, M.Pd**  
NIP. 19900726 202203 2 001

**PROGRAM STUDI TADRIS BIOLOGI**

**FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
SYEKH ALI HASAN AHMAD ADDARY  
PADANG SIDEMPUNAN**

**2025**

## SURAT PERNYATAAN PEMBIMBING

Hal : Skripsi  
An. Widiya Wati Siregar

Padangsidempuan, 13 November 2025

Kepada Yth,  
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu  
Keguruan

di-

Padangsidempuan

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Setelah membaca, menelaah dan memberikan saran-saran perbaikan seperlunya terhadap skripsi an. Widiya Wati Siregar yang berjudul *Pengembangan LKPD Pada Materi Bioteknologi Konvensional Melalui Kegiatan Praktikum Pembuatan Tempe, Tape dan The Kombucha*, maka kami berpendapat bahwa skripsi ini telah dapat diterima untuk melengkapi tugas dan syarat-syarat mencapai gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) dalam bidang Ilmu Program Studi/Pendidikan Biologi pada Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan Universitas Islam Negeri Syekh Ali Hasan Ahmad Addary Padangsidempuan.

Seiring dengan hal di atas, maka saudara tersebut sudah dapat menjalani sidang munaqasyah untuk mempertanggungjawabkan skripsi-nya ini.

Demikian kami sampaikan, semoga dapat dimaklumi dan atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

PEMBIMBING I,



Fery Kurniawan, M.Si.  
NIP. 19730902 200801 2 006

PEMBIMBING II,



Misahradarsi Dongoran, M.Pd  
NIP. 19900726 202203 2 001

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Widiya Wati Siregar  
NIM : 21 208 00016  
Program Studi : Tadris/Pendidikan Biologi  
Fakultas : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan  
Judul Skripsi : Pengembangan LKPD Pada Materi Bioteknologi Konvensional Melalui Kegiatan Praktikum Pembuatan Tempe, Tape dan The Kombucha.

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya serahkan ini adalah benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, kecuali berupa kutipan-kutipan dari buku-buku bahan bacaan dan hasil wawancara.

Seiring dengan hal tersebut, bila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa skripsi ini merupakan hasil jiplakan atau sepenuhnya dituliskan pada pihak lain, maka Universitas Islam Negeri Syekh Ali Hasan Ahmad Addary Padangsidempuan menarik gelar kesarjanaan dan ijazah yang telah diterima.

Padangsidempuan, 13 November 2025  
Saya yang Menyatakan,



Widiya Wati Siregar  
NIM 21 208 00016

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK**

---

---

Sebagai civitas akademika Universitas Islam Negeri Syekh Ali Hasan Ahmad Addary Padangsidempuan, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Widiya Wati Siregar  
NIM : 2120800016  
Program Studi : Tadris/Pendidikan Biologi  
Fakultas : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Islam Negeri Syekh Ali Hasan Ahmad Addary Padangsidempuan, Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non Exclusive Royalti-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul "Pengembangan LKPD Pada Materi Bioteknologi Konvensional Melalui Kegiatan Praktikum Pembuatan Tempe, Tape dan The Kombucha." Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Islam Negeri Syekh Ali Hasan Ahmad Addary Padangsidempuan berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai peneliti dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Padangsidempuan

Pada Tanggal 13 November 2025

Saya yang Menyatakan,



Widiya Wati Siregar  
NIM. 2120800016

## SURAT PERNYATAAN MENYUSUN SKRIPSI SENDIRI

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, bahwa saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Widiya Wati Siregar  
NIM : 2120800016  
Program Studi : Tadris/Pendidikan Biologi  
Fakultas : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan  
Judul Skripsi : Pengembangan LKPD Pada Materi Bioteknologi Konvensional Melalui Kegiatan Praktikum Pembuatan Tempe, Tape dan The Kombucha.

Dengan ini menyatakan bahwa saya telah menyusun skripsi ini sendiri tanpa meminta bantuan yang tidak sah dari pihak lain, kecuali arahan tim pembimbing dan tidak melakukan plagiasi sesuai dengan Kode Etik Mahasiswa Universitas Islam Negeri Syekh Ali Hasan Ahmad Addary Padangsidimpuan Pasal 14 Ayat 4 Tahun 2014.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sebagaimana tercantum dalam Pasal 19 Ayat 4 Tahun 2014 tentang Kode Etik Mahasiswa Universitas Islam Negeri Syekh Ali Hasan Ahmad Addary Padangsidimpuan yaitu pencabutan gelar akademik dengan tidak hormat dan sanksi lainnya sesuai dengan norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padangsidimpuan, 13 November 2025

Saya yang Menyatakan,



Widiya Wati Siregar  
NIM. 212080001



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI**  
**SYEKH ALI HASAN AHMAD ADDARY PADANGSIDIMPUAN**  
**FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN**  
Jalan T. Rizal Nurdin Km. 4,5SihitangKota Padangsidempuan22733  
Telephone (0634) 22080 Faximile (0634) 24022

**DEWAN PENGUJI**  
**SIDANG MUNAQASYAH SKRIPSI**

Nama : Widiya Wati Siregar  
NIM : 2120800016  
Program Studi : Tadris Biologi  
Fakultas : Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan  
Judul Skripsi : Pengembangan LKPD Pada Materi Bioteknologi  
Konvensional Melalui Kegiatan Praktikum Pembuatan  
Tempe, Tape dan Teh Kombucha

Ketua

Dr. Almira Amir, M.Si.  
NIP. 19730902 200801 2 006

Sekretaris

Misahradarsi Dongoran, M.Pd.  
NIP. 19900726 202203 2 001

Anggota

Dr. Almira Amir, M.Si.  
NIP. 19730902 200801 2 006

Misahradarsi Dongoran, M.Pd.  
NIP. 19900726 202203 2 001

Nur Azizah Putri Hasibuan, M.Pd.  
NIP. 19930731 202203 2 001

Wilda Rizkiyahnur Nasution, M.Pd.  
NIP. 19910610 202203 2 002

Pelaksanaan Sidang Munaqasyah

Di : Aula FTIK Lantai 2  
Tanggal : Rabu, 26 November 2025  
Pukul : 14.00 WIB s.dSelesai  
Hasil/Nilai : Lulus/81,75 (A)  
Indesk Prediksi Kumulatif : 3. 67  
Predikat : Pujian



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI**  
**SYEKH ALI HASAN AHMAD ADDARY PADANGSIDIMPUAN**  
Jalan T. Rizal Nurdin Km 4,5Sihitang Kota Padang Sidempuan 22733  
Telepon (0634) 22080 Faximili (0634) 24022

---

## **PENGESAHAN**

Judul Skripsi : Pengembangan LKPD Pada Materi Bioteknologi  
Konvensional Melalui Kegiatan Praktikum Pembuatan  
Tempe, Tape dan Teh Kombucha.

Nama : Widiya Wati Siregar  
NIM : 21 208 00016  
Fakultas/Prodi : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan/Tadris Biologi

Telah dapat diterima untuk memenuhi salah satu tugas dan persyaratan  
dalam memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)



Padangsidempuan, 13 November 2025  
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan

**Dr. Lelya Hilda, M.Si.**  
NIP. 19720920 200003 2 002

## ABSTRAK

**Nama** : Widya Wati Siregar  
**Nim** : 2120800016  
**Prodi/ Fakultas** : Tadris Biologi/ Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan  
**Judul skripsi** : Pengembangan LKPD Pada Materi Bioteknologi Konvensional Melalui Kegiatan Praktikum Pembuatan Tempe, Tape dan Teh Kombucha

Pemahaman konsep dan keterampilan proses sains siswa pada materi Bioteknologi Konvensional yang masih belum optimal karena kurangnya bahan ajar kontekstual yang mengintegrasikan kegiatan praktikum. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) pada materi Bioteknologi Konvensional melalui kegiatan praktikum pembuatan tempe, tape, dan teh kombucha sebagai upaya meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan proses sains siswa. Penelitian ini dilaksanakan di MAN 2 Padang Lawas pada semester genap tahun ajaran 2024/2025. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan model ADDIE, meliputi tahap *Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*. Subjek penelitian terdiri atas 36 siswa kelas XI IPA 1 beserta guru Biologi yang dipilih melalui teknik *purposive sampling*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) validitas LKPD berdasarkan penilaian ahli materi, media, dan bahasa memperoleh persentase 89,37% (sangat valid); (2) kepraktisan berdasarkan respons guru dan siswa mencapai 82,47% (sangat praktis); dan (3) efektivitas berdasarkan uji N-Gain memperoleh skor 0,8247 (sangat efektif). Dengan demikian, LKPD Bioteknologi Konvensional yang dikembangkan dinyatakan valid, praktis, dan efektif, serta dapat menjadi alternatif media pembelajaran yang mengintegrasikan teori dan praktik, meningkatkan keterlibatan siswa, dan memfasilitasi pembelajaran kontekstual berbasis bioteknologi konvensional.

Kata Kunci : Pengembangan LKPD, bioteknologi, konvensional

## **ABSTRACT**

**Name** : Widya Wati Siregar  
**Student ID (NIM)** : 2120800016  
**Study Program / Faculty** : *Biology Education / Faculty of Tarbiyah and Teacher Training*  
**Thesis Title** : *Development of Student Worksheets (LKPD) on Conventional Biotechnology Material through Practical Activities of Making Tempeh, Tapai, and Kombucha Tea*

*Students' conceptual understanding and science process skills in Conventional Biotechnology are still not optimal due to the lack of contextual teaching materials that integrate practical activities. This study aims to develop a Student Worksheet (LKPD) on Conventional Biotechnology through practical activities involving the production of tempeh, tape, and kombucha tea as an effort to improve students' conceptual understanding and science process skills. The research was conducted at MAN 2 Padang Lawas during the even semester of the 2024/2025 academic year. The research method used was Research and Development (R&D) with the ADDIE model, consisting of the stages of Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation. The research subjects consisted of 36 students from class XI Science 1 and a Biology teacher selected through purposive sampling. The results showed that (1) the validity of the developed LKPD, based on evaluations from material, media, and language experts, obtained a percentage of 89.37% (very valid); (2) the practicality based on teacher and student responses reached 82.47% (very practical); and (3) the effectiveness based on the N-Gain test achieved a score of 0.8247 (very effective). Thus, the developed Conventional Biotechnology LKPD is declared valid, practical, and effective, and can serve as an alternative learning medium that integrates theory and practice, enhances student engagement, and facilitates contextual learning based on conventional biotechnology.*

**Keywords** : *LKPD development, conventional, biotechnology*

## ملخص

الاسم : ويديا واتي سيريجار  
الرقم الجامعي : ٢١٢٠٨٠٠٠١٦  
البرنامج : تعليم الأحياء/كلية التربية وتدريب المعلمين  
الدراسي/الكلية  
عنوان الرسالة

: تطوير أوراق عمل للطلاب (LKPD) حول مواد التكنولوجيا  
الحيوية التقليدية من خلال أنشطة عملية: صنع التمبيه، والشريط  
اللاصق، وشاي الكومبوتشا

لا يزال فهم الطلاب للمفاهيم ومهاراتهم في العمليات العلمية في مجال التقنية الحيوية التقليدية دون المستوى الأمثل، وذلك بسبب نقص المواد التعليمية السياقية التي تتضمن أنشطة عملية. تهدف هذه الدراسة إلى تطوير أوراق عمل للطلاب في مجال التقنية الحيوية التقليدية من خلال أنشطة عملية في صناعة التمبيه والشريط اللاصق وشاي الكومبوتشا، وذلك في محاولة لتحسين فهم الطلاب للمفاهيم ومهاراتهم في العمليات العلمية. أُجري هذا البحث في مدرسة مان 2 بادانغ لاواس خلال الفصل الدراسي الثاني من العام الدراسي 2025/2024 استُخدمت في هذه الدراسة منهجية البحث والتطوير وفقاً لنموذج ADDIE، الذي يشمل مراحل التحليل والتصميم والتطوير والتنفيذ والتقييم. وشملت عينة البحث 36 طالباً من طلاب الصف الحادي عشر (القسم الأول من برنامج IPA) ومعلمهم في مادة الأحياء، والذين تم اختيارهم باستخدام أسلوب العينة الهادفة. وأظهرت نتائج الدراسة ما يلي:

- (1) بلغت نسبة صلاحية أداة التعلم القائمة على المعرفة (89.37% LKPD) (صلاحية عالية جداً) بناءً على تقييم خبراء المواد والوسائط واللغة؛ (2) بلغت نسبة التطبيق العملي 82.47% بناءً على استجابات المعلمين والطلاب؛ (3) بلغت فعالية الأداة 0.8247 وفقاً لاختبار N-Gain (فعال للغاية). وبالتالي، فإن ورقة عمل الطالب في مجال التكنولوجيا الحيوية التقليدية المطورة تُعتبر صالحة وعملية وفعالة، ويمكن أن تكون وسيلة تعليمية بديلة تدمج النظرية والتطبيق، وتزيد من مشاركة الطلاب، وتسهل التعلم السياقي القائم على التكنولوجيا الحيوية التقليدية.

الكلمات المفتاحية: تطوير LKPD، التكنولوجيا الحيوية، التقليدية

## KATA PENGANTAR



Puji dan syukur kepada Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada peneliti sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini. Shalawat dan salam kepada Rasulullah SAW, yang merupakan *Uswatun Hasanah* bagi manusia dan semoga kita mendapatkan syafaatnya di akhirat nanti.

Skripsi yang berjudul **“Pengembangan LKPD Pada Materi Bioteknologi Konvensional Melalui Kegiatan Praktikum Pembuatan Tempe, Tape, dan Teh Kombucha”**, disusun untuk memenuhi persyaratan dan melengkapi tugas-tugas untuk menyelesaikan perkuliahan guna memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) pada bidang Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan UIN Syekh Ali Hasan Ahmad Addary Padangsidempuan. Sehubungan dengan selesainya penulisan skripsi ini, maka peneliti mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Fery Kurniawan, M.Si., selaku pembimbing I, terimakasih atas bimbingan dan arahnya yang diberikan selama membimbing peneliti, semoga bapak selalu diberikan kemudahan dalam segala hal.
2. Ibu Misahradarsi Dongoran, M.Pd., selaku pembimbing II yang telah membimbing, meluangkan waktu dan mengarahkan serta berbagi ilmu pengetahuan kepada peneliti. Terimakasih kepada ibu yang selalu menyemangati dan menginspirasi peneliti. Sungguh suatu kehormatan dan

rasa sangat bangga, peneliti berkesempatan menjadi mahasiswa bimbingan ibu.

3. Bapak Dr. H. Darwis Dasopang, M.Ag., selaku Rektor UIN Syekh Ali Hasan Ahmad Addary Padangsidempuan, Bapak Dr. Erawadi M.Ag., selaku Wakil Rektor Bidang Akademik dan Pengembangan Lembaga UIN Syekh Ali Hasan Ahmad Addary Padangsidempuan, Bapak Dr. Anhar, M.A., selaku Wakil Rektor Bidang Administrasi Umum Perencanaan dan Keuangan UIN Syekh Ali Hasan Ahmad Addary Padangsidempuan, dan Bapak Dr. Ikhwanuddin Harahap, M.Ag., selaku Wakil Rektor Bidang Kemahasiswaan dan Kerjasama.
4. Ibu Dr. Lelya Hilda, M.Si., Dekan Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan UIN Syekh Ali Hasan Ahmad Addary Padangsidempuan, Ibu Dr. Lis Yulianti Syafrida Siregar, S.Psi., M.A., Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kelembagaan UIN Syekh Ali Hasan Ahmad Addary Padangsidempuan, Bapak Ali Asrun, S.Ag., M.Pd., Wakil Dekan Bidang AUPK UIN Syekh Ali Hasan Ahmad Addary Padangsidempuan, Bapak Dr. Hamdan Hasibuan, M.Pd., Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan Alumni dan Kerjasama.
5. Ibu Dr. Almira Amir, S.T., M.Si., selaku Ketua Prodi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan serta Bapak/Ibu Dosen Prodi Pendidikan Biologi yang telah membimbing selama proses penyusunan skripsi ini.
6. Bapak/Ibu Dosen serta staf akademik Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan.

7. Kepala UPT Pusat Perpustakaan UIN Syekh Ali Hasan Ahmad Addary Padangsidempuan, yang telah memberikan izin pelayanan yang diperlukan dalam penyusunan skripsi ini.
8. Bapak Sahat Parulian, S.Pd. I,SH., selaku Kepala Sekolah dan selaku Guru Biologi Kelas XI, khususnya Ibu Yulia Hannum Siregar, S.Pd yang telah banyak memberikan bantuan baik do'a maupun material serta seluruh Bapak/Ibu Guru MAN 2 Padang Lawas yang telah memberikan izin dan membantu peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Teristimewa Panutanku dan Cinta Pertama, Ayahanda Tercinta Agam Siregar yang menjadi cinta pertama peneliti dan menjadi motivasi peneliti untuk menyelesaikan skripsi ini, Terimakasih selalu berjuang, dan melengkapi kebutuhan penulis jika itu tentang pendidikan, Beliau memang tidak pernah merasakan bangku perkuliahan, Tetapi beliau mampu mendidik penulis, Memotivasi serta memberikan dukungan penuh kepada penulis, Beliau memang tidak seperti ayah lainnya, Beliau tidak pernah mengatakan bahwa ia mencintai dan manyanyangi anak-ananya, Tetapi sikap beliau menunjukkan segalanya, Terimakasih atas segala hal-hal yang telah diberikan kepada penulis, Terimakasih karena telah memberikan kesempatan dan kepercayaan kepada penulis sehingga merasakan bangku perkuliahan hingga menjadi sarjana ketiga dirumah, Sehat selalu dan panjang umur, Karna ayah harus ada disetiap perjalanan, Perjuangan, dan pencapaian hidup penulis.
10. Pintu syurgaku, Mamakku sayang Mesra Linda Mendrofa yang selalu mendukung, Memberikan semangat kepada penulis dan menjadi sandaran terkuat dari kerasnya dunia, Yang tidak henti-hentinya memberikan kasih

sayang dengan penuh cinta dan selalu memberikan motivasi yang luar biasa, Terimakasih untuk doa-doa yang selalu diberikan kepada penulis, Terimakasih karna telah memiliki rasa sabar yang tiada tara, Terimakasih selalu berjuang dan selalu bertahan untuk penulis, Berkat doa serta dukungannya sehingga penulis bisa berada di titik ini, Sehat selalu dan Panjang umur, Karna mamak harus ada di setiap perjalanan, Perjuangan.

11. Kepada Saudari-saudari peneliti Teta Manja mulyani siregar, S.P.d.,Gr dan Syawaluddin Siregar yang memberikan semangat serta dukungan walaupun melalui celotehannya, tetapi penulis yakin dan percaya itu adalah sebuah bentuk dukungan dan motivasi kepada peneliti, serta Adik peneliti Amar Rasidin Siregar yang memberi semangat kepada peneliti selalu menghibur dan memberi semangat kepada peneliti, meskipun saat dekat susah sependapat tetapi saat jauh hati rindu, semoga kamu selalu bahagia dan semangat meraih semua impianmu cinta seorang kakak tidak akan pernah luntur, bahkan sampai akhir hayat.
12. Kepada keluarga besar saya, baik itu keluarga mendrofa dari mamak dan keluarga siregar dari ayahku yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu yang selalu memberikan bantuan baik do'a maupun material untuk mendukung peneliti.
13. Kepada Baginda Harapan Pulungan terimakasih telah menjadi penyemangat dan pendengar keluh kesah peneliti, yang selalu menemani suka maupun duka dalam proses penyusunan skripsi ini sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

14. Kepada teman terbaikku Herayati Siregar dan Silviana Rahma Sari siregar yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan kebersamaan selama proses penulisan ini. Tanpa kehadiran kalian, perjalanan ini pasti terasa lebih berat dan penuh tantangan. Terima kasih sudah menjadi teman yang selalu ada, mendengarkan keluh kesah, serta memberikan motivasi yang tak pernah putus.
15. Terimakasih penulis ucapkan kepada keluarga sukses, Annisa Fadhila, Suci Rahmadani, Wardiatun Nazmy Nasution, terimakasih support dan dukungan yang kalian berikan tetap lah menjadi bagian dari keluarga sukses, dan semoga kita semua sukses seperti nama keluarga kita aamiin.
16. Terimakasih penulis ucapkan kepada teman sekamarku kos syariah yang telah memberikan dukungan dan semangat selama proses penulisan skripsi ini.
17. Untuk rekan-rekan satu jurusan Tadris Biologi Angkatan 2021.
18. Terakhir tak lupa, kepada diri saya sendiri Widiya Wati Siregar. Terima kasih sudah memilih untuk bertahan, serta menjadi perempuan yang kuat dan ikhlas atas segala perjalanan hidup yang seringkali mengecewakan dan menyakitkan itu. Terima kasih selalu mengusahakan semua hal agar terlihat baik-baik saja, meskipun seringkali merasa putus asa, namun terima kasih sudah menepikan ego dan memilih untuk kembali bangkit lagi dan menyelesaikan apa yang telah dimulai. Semoga kedepannya tidak ada lagi penyesalan yang akan dirasakan atas keputusan yang telah diambil, selamat berpetualang dilevel kehidupan selanjutnya, tugasmu belum selesai, perjalananmu masih panjang, tetaplah menjadi perempuan yang kuat dan selalu bersyukur dalam setiap keadaan. Allah sudah merencanakan dan memberikan porsi terbaik untuk perjalanan hidupmu. Semoga langkah kebaikan selalu menyertaimu, dan

semoga Allah selalu meridhoi setiap langkahmu serta menjagamu dalam  
lindungan-Nya. Aamiin...

Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kata  
sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari para  
pembaca demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga karya ini bermanfaat bagi  
seluruh pembaca. Aamiin.

Padangsidempuan, 10 Agustus  
2025  
Penulis,

Widiya Wati Siregar  
NIM.2120800016

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING</b>	
<b>SURAT PERNYATAAN PEMBIMBING</b>	
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b>	
<b>SURAT PERNYATAAN PUBLIKASI</b>	
<b>SURAT PERNYATAAN MENYUSUN SKRIPSI SENDIRI</b>	
<b>DEWAN PENGUJI</b>	
<b>LEMBAR PENGESAHAN DEKAN</b>	
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	8
C. Batasan Masalah .....	8
D. Rumusan Masalah .....	9
E. Tujuan Penelitian .....	9
F. Manfaat Penelitian .....	10
G. Spesifikasi Produk .....	11
H. Defenisi Istilah .....	12
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	<b>14</b>
A. Kerangka Teori .....	14
1. Pengertian Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) .....	14
2. Bioteknologi Konvensional .....	19
3. Kegiatan Praktikum .....	22
4. Tempe .....	28
5. Tape .....	33
6. Teh Kombucha .....	42
B. Penelitian Terdahulu .....	48
C. Kerangka Berpikir .....	51
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>52</b>
A. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	52
B. Jenis Penelitian .....	53
C. Prosedur Pengembangan .....	53
D. Populasi dan Sampel .....	58
1. Populasi .....	58
2. Sampel .....	58

E. Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data.....	59
1. Instrumen Penelitian.....	59
2. Teknik Pengumpulan Data.....	62
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>87</b>
A. Hasil Penelitian.....	87
1. Hasil Tahap <i>Analysis</i> .....	88
2. Hasil Tahap Design.....	96
3. Hasil Tahap Pengembangan.....	97
4. Hasil Tahap Implementasi.....	101
5. Hasil Tahap Evaluasi.....	103
B. Pembahasan Hasil Penelitian.....	105
C. Kelebihan Produk.....	117
D. Pembaruan (Novelty) Produk.....	119
E. Keterbatasan Produk.....	121
<b>BABV PENUTUP.....</b>	<b>123</b>
A. Kesimpulan.....	123
B. Implementasi.....	124
C. Saran.....	125
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Persamaan dan Perbedaan Penelitian Terdahulu.....	50
Table III. 1 Jadwal Penelitian.....	52
Tabel III. 2 Kisi-Kisi Instrumen Pretest dan Posttest.....	61
Tabel III. 3 Validasi Ahli Materi.....	62
Tabel III. 4 Validasi Ahli Media .....	63
Tabel III. 5 Validasi Ahli Bahasa.....	64
Tabel III. 6 Soal Test Kisi-kisi Angket Respon Guru terhadap LKPD.....	65
Tabel III.7 Kisi-kisi Angket Respon Siswa terhadap LKPD .....	66
Tabel III. 8 Kisi-kisi Bioteknologi Konvensional.....	67
Table III. 9 Skala Angket .....	68
Tabel III. 10 Hasil perhitungan validitas butir soal.....	71
Tabel III. 11 Klasifikasi Koefisien Reliabilitas.....	73
Tabel III. 12 Klasifikasi daya pembeda .....	75
Tabel III. 13 Interpretasi terhadap tingkat kesukaran soal.....	76
Tabel III. 14 Kategori Validasi Produk.....	77
Tabel III . 15 Kriteria Kevalidan.....	78
Tabel III . 16 Nilai Praktikalitas Produk .....	78
Tabel. III. 17 Kategori Penilaian Praktikalitas Produk .....	79
Tabel III. 18 Efektivitas Produk.....	79
Tabel IV.1 Informasi Umum, Komponen Inti, dan Komponen Pendukung	91
Tabel IV.2 Hasil Ahli Materi .....	98
Tabel IV.3 Hasil Ahli Media.....	99
Tabel IV.4 Hasil Ahli Bahasa .....	100
Tabel IV.5 Hasil Uji Praktikalitas Siswa .....	102
Tabel IV.6 Hasil Uji Praktikalitas Guru.....	103
Tabel IV.8 Kumulatif Hasil Kevalidan Dari Seluruh Validator .....	113

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Proses Pembuatan Tempe .....	33
Gambar II.2 Tape pisang .....	43
Gambar II.3 Tape Ketan .....	43
Gambar II.4 Tape Singkong .....	43
Gambar II.5 Teh Kombucha.....	49
Gambar II.6 Kerangka Berpikir .....	51
Gambar III.2 Daerah Penolakan Hipotesis.....	85

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabulasi Validasi Materi .....	132
Lampiran 2 Tabulasi Validasi Media.....	133
Lampiran 3 Tabulasi Validasi Bahasa .....	134
Lampiran 4 Analisis Hasil Penilaian Perorangan Siswa .....	135
Lampiran 5 Analisis Hasil Penilaian Perorangan Guru.....	137
Lampiran 6 Tabulasi Instrumen <i>Pretest</i> .....	138
Lampiran 7 Tabulasi Instrumen <i>Posttest</i> .....	139
Lampiran 8 Hasil <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Siswa.....	140
Lampiran 9 Validitas <i>Pretest</i> .....	141
Lampiran 10 Reliabilitas <i>Pretest</i> .....	142
Lampiran 11 Tingkat Kesukaran <i>Pretest</i> .....	143
Lampiran 12 Daya Beda <i>Pretest</i> .....	144
Lampiran 13 Validitas <i>Posttest</i> .....	145
Lampiran 14 Reliabilitas <i>Posttest</i> .....	146
Lampiran 15 Tingkat Kesukran <i>Posttest</i> .....	147
Lampiran 16 Daya Beda <i>Posttest</i> .....	148
Lampiran 17 Uji Validitas Praktikalitas .....	149
Lampiran 18 Uji Reliabilitas Praktikalitas .....	151

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

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

Pendidikan adalah proses yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Secara umum, pendidikan dapat didefinisikan sebagai upaya sadar untuk mengembangkan potensi seseorang melalui berbagai pengalaman belajar. Pendidikan tidak hanya terbatas pada pengajaran formal di sekolah, tetapi juga mencakup pembelajaran yang terjadi dalam keluarga dan masyarakat. Dalam hal ini, pendidikan berfungsi sebagai alat untuk membentuk karakter, pengetahuan, dan keterampilan individu tetapi juga mencakup berbagai pengalaman belajar yang terjadi di luar lingkungan akademis. Untuk menghasilkan siswa yang siap menghadapi berbagai dinamika kehidupan, pendidikan yang relevan harus mampu menangani tantangan zaman dan tuntutan masyarakat.<sup>1</sup>

Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) pada materi bioteknologi konvensional melalui kegiatan praktikum pembuatan tempe, tape, dan teh kombucha merupakan inisiatif yang sangat penting dalam konteks pendidikan di Indonesia, terutama dalam penerapan Kurikulum Merdeka. Kurikulum ini dirancang untuk memberikan kebebasan kepada siswa dalam belajar, mendorong mereka untuk aktif berpartisipasi dalam proses pembelajaran, dan mengembangkan keterampilan yang relevan dengan kebutuhan zaman. Kurikulum Merdeka juga memberikan ruang bagi guru dan

---

<sup>1</sup> Sanjaya, W. (2020). Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan.

siswa untuk berkreasi dalam proses pembelajaran. Dengan pendekatan yang lebih fleksibel, siswa dapat belajar sesuai dengan minat dan kebutuhan mereka. Hal ini mendorong pengembangan keterampilan praktis yang sangat penting dalam memahami konsep-konsep bioteknologi. Yang dapat menciptakan generasi yang lebih sadar akan kesehatan dan keberlanjutan.

Pendidikan bioteknologi adalah bagian yang sangat esensial dalam kurikulum sains di sekolah. Dengan pemahaman yang semakin meningkat mengenai bioteknologi, penting bagi siswa untuk mempelajari konsep dasar dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari. Bioteknologi konvensional, yang melibatkan teknik-teknik seperti fermentasi dan pemuliaan tanaman, yang menjadi fokus utama dalam bidang pendidikan ini. Pengetahuan ini tidak hanya membekali siswa dengan keterampilan ilmiah, tetapi juga menumbuhkan kesadaran akan dampak etis, sosial, dan lingkungan dari penerapan bioteknologi.

Ciri khas dari bioteknologi konvensional adalah penggunaan mikroorganisme secara langsung tanpa adanya rekayasa genetika. Proses fermentasi dalam bioteknologi konvensional melibatkan mikroorganisme, seperti bakteri dan jamur, yang berperan dalam mengubah bahan mentah menjadi produk akhir. Misalnya, dalam pembuatan tempe, kedelai difermentasi dengan jamur *Rhizopus*, sedangkan yogurt dibuat dengan bakteri *Lactobacillus* dengan bantuan lembar kerja peserta didik (LKPD).<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Fagan, JL, & McNabb, RJ (2020). Bioteknologi: Prinsip dan Aplikasi Musim semi.

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berfungsi sebagai alat bantu yang efektif dalam pembelajaran bioteknologi. LKPD dirancang untuk membantu siswa memahami konsep-konsep bioteknologi konvensional melalui kegiatan praktikum atau eksperimen. Dengan menggunakan LKPD, siswa dapat lebih aktif terlibat dalam proses belajar dan menerapkan teori yang telah dipelajari. Selain itu, LKPD juga mendorong kemandirian belajar siswa dengan memberikan panduan langkah demi langkah yang sistematis dan mudah diikuti.

Praktikum dapat meningkatkan relevansi pendidikan. Siswa dapat belajar secara langsung dan menerapkan teori yang diajarkan di kelas melalui kegiatan praktikum. Misalnya, siswa dapat melakukan eksperimen pembuatan tempe, tape, dan teh kombucha selama kelas bioteknologi. Ini dapat meningkatkan pemahaman mereka tentang proses fermentasi dan juga memberikan pengalaman praktis yang bermanfaat. Kegiatan ini membantu siswa belajar keterampilan yang akan dibutuhkan di dunia kerja.

Praktikum ini memiliki beberapa tujuan. Antara lain, adalah untuk memahami proses fermentasi dalam pembuatan tempe. Serta untuk mengenal mikroorganisme yang terlibat dalam fermentasi. Juga dapat menumbuhkan kesadaran siswa tentang pentingnya keberlanjutan dalam produksi pangan. Dengan memproduksi makanan sendiri, siswa belajar tentang konsep pertanian berkelanjutan dan pengurangan limbah. Tempe, sebagai produk lokal, juga mendukung perekonomian masyarakat dan dapat mengurangi

ketergantungan pada produk impor. Serta untuk meningkatkan keterampilan praktis siswa dalam membuat makanan sehat.<sup>3</sup>

Tempe dan tape juga merupakan makanan yang terbuat dari bahan dasar sumber karbohidrat, seperti ketan atau singkong, yang difermentasi menggunakan jamur dan bakteri. Proses fermentasi ini tidak hanya menambah cita rasa, tetapi juga meningkatkan nilai gizi dari bahan dasar. Tape memiliki rasa manis dan aroma khas yang dihasilkan oleh aktivitas mikroorganisme, menjadikannya makanan yang sangat disukai banyak orang. Selain itu, proses pembuatannya yang sederhana membuat tape mudah diproduksi secara tradisional di berbagai daerah.

Dalam melaksanakan praktikum pembuatan tempe, tape, dan teh kombucha, diharapkan minat siswa terhadap bioteknologi meningkat. Kegiatan yang menyenangkan dan interaktif ini dapat menjadi daya tarik bagi siswa untuk lebih mendalami bidang bioteknologi dan produk fermentasi. Praktikum dapat menjadi pendekatan yang efektif untuk mendorong siswa mengembangkan keterampilan berpikir kritis. Dalam kegiatan praktikum, siswa diajak untuk mengidentifikasi masalah, merumuskan hipotesis, melakukan eksperimen, dan menarik kesimpulan berdasarkan data yang diperoleh.<sup>4</sup>

Penelitian ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis praktikum dapat mengukur kreativitas siswa, karena mereka terlibat langsung dalam

---

<sup>3</sup> Widiyanto, D. (2020). Fermentasi Tempe: Prinsip, Proses, dan Manfaatnya .

<sup>4</sup> Facione, P. A. (2021). Critical Thinking: What It Is and Why It Counts. Insight Assessment.

kegiatan yang menarik dan relevan dengan kehidupan sehari-hari. Dalam konteks pembelajaran bioteknologi konvensional, kegiatan praktikum seperti pembuatan tempe, tape, dan teh kombucha tidak hanya memberikan pemahaman ilmiah tentang proses fermentasi tetapi juga membuka peluang bagi siswa untuk memahami potensi ekonomi dari produk-produk tersebut.<sup>5</sup>

Melalui pembelajaran berbasis LKPD yang dirancang dengan pendekatan kewirausahaan, siswa dapat diperkenalkan pada proses produksi, pengemasan, pemasaran, dan pengelolaan usaha kecil yang berbasis bioteknologi konvensional. Hal ini tidak hanya menambah wawasan siswa tentang penerapan ilmu bioteknologi, tetapi juga membekali mereka dengan keterampilan praktis yang bermanfaat di dunia kerja. Dengan demikian, pembelajaran menjadi lebih kontekstual dan relevan dengan kebutuhan masyarakat.

Berdasarkan hasil observasi awal yang dilakukan di MAN 2 Padang Lawas bersama Ibu Yulia Sari Hasibuan, S.Pd., ditemukan bahwa materi bioteknologi menjadi salah satu topik yang paling sulit dipahami siswa. Kesulitan ini muncul karena materi bioteknologi bersifat abstrak, di mana proses seperti rekayasa genetika, kultur jaringan, dan fermentasi tidak dapat diamati secara langsung. Selain itu, materi ini dipenuhi istilah-istilah ilmiah yang sebagian besar berasal dari bahasa asing, seperti plasmid, transgenik, dan enzim restriksi, yang membutuhkan pemahaman konsep yang mendalam.

---

<sup>5</sup> Suryana, Y. (2021). *Kewirausahaan: Pedoman Praktis: Kiat dan Proses Menuju Sukses*. Jakarta: Salemba Empat.

Bioteknologi juga memerlukan keterkaitan pengetahuan dari berbagai cabang ilmu, seperti biologi, kimia, dan teknologi, sehingga siswa dituntut memiliki penguasaan dasar yang baik di bidang-bidang tersebut. Kendala lainnya adalah terbatasnya media pembelajaran dan fasilitas laboratorium, sehingga pembelajaran lebih sering bersifat teoritis tanpa kegiatan praktikum yang memadai untuk membantu siswa memahami penerapan nyata bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan peneliti dengan guru mata pelajaran Biologi, Ibu Yulia Sari Hasibuan, S.Pd., diperoleh informasi bahwa sebagian besar siswa mengalami kesulitan ketika mempelajari materi bioteknologi karena kurangnya contoh konkret dan terbatasnya fasilitas laboratorium. Beliau menjelaskan bahwa siswa sering mengeluhkan sulitnya membayangkan proses fermentasi, kultur jaringan, maupun rekayasa genetika hanya melalui penjelasan teori. Selain itu, beliau menyampaikan bahwa LKPD yang tersedia saat ini belum mampu membantu siswa belajar secara mandiri karena langkah kerja praktikum kurang sistematis, tidak dilengkapi gambar pendukung, serta tidak memberikan aktivitas eksplorasi yang menantang. Akibatnya, banyak siswa yang tidak antusias dan cenderung pasif selama pembelajaran berlangsung.

Selain faktor tersebut, kesulitan siswa dalam memahami materi bioteknologi juga dipengaruhi oleh kualitas Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang digunakan. Sebagian LKPD memiliki instruksi yang kurang jelas, membuat siswa kebingungan dalam memahami langkah-langkah

percobaan. Isi LKPD cenderung hanya memuat pertanyaan tanpa panduan eksplorasi yang memadai, sehingga siswa cenderung menjawab secara singkat tanpa memahami konsep secara menyeluruh. Selain itu, minimnya ilustrasi atau visualisasi seperti gambar, diagram, atau ilustrasi prosedur praktikum membuat siswa kesulitan membayangkan proses yang dipelajari. Temuan ini menunjukkan perlunya pengembangan LKPD yang lebih komunikatif, interaktif, dan dilengkapi visualisasi memadai, terutama untuk materi abstrak seperti bioteknologi, agar pemahaman siswa dapat meningkat secara signifikan.

Penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kegiatan praktikum berbasis fermentasi seperti pembuatan tempe dan tape sangat efektif dalam membantu siswa memahami konsep bioteknologi konvensional.<sup>6</sup> Selain itu, penelitian lain menemukan bahwa LK berbasis inkuiri terbimbing pada praktikum pembuatan tempe daun singkong mampu meningkatkan keterampilan proses sains siswa.<sup>7</sup> Temuan berikutnya menunjukkan bahwa LKPD bioteknologi produk fermentasi lokal mendapat respon sangat positif dari siswa karena langkah kerja yang jelas dan kegiatan praktik yang relevan.<sup>8</sup> Penelitian lain juga mengungkapkan bahwa LKPD pembuatan tempe rempah

---

<sup>6</sup> Riena Asni Artia, Imam Mahadi, dan Zulfarina, "Pengembangan LKPD Materi Inovasi Teknologi Biologi melalui Kajian Pembuatan Mandai dari Fermentasi Mesokarp Cempedak," *Jurnal Kajian Ilmiah Interdisipliner*, Vol. 9, No. 5, 2025.

<sup>7</sup> Agung Pratama, Tuti Kurniati, dan Sumiyati Sa'adah, "Pengembangan Lembar Kerja (LK) Berbasis Inkuiri Terbimbing pada Pembuatan Tempe Daun Singkong," *Jurnal Program Studi Pendidikan Biologi*, Vol. 9, No. 2, 2023.

<sup>8</sup> Nurhaty Purnama Sari, Fenny Agustina, & Riska Henilian Saputri, "Respon Siswa terhadap LKPD Materi Bioteknologi Produk Fermentasi Lokal di SMA Negeri," *Bio-Lectura: Jurnal Pendidikan Biologi*, Vol. 10, No. 1, 46–53, 2023.

dapat meningkatkan minat dan keterampilan praktis siswa SMA.<sup>9</sup> Temuan-temuan tersebut memperlihatkan bahwa praktikum fermentasi seperti tempe dan tape menjadi media belajar yang efektif, namun belum banyak penelitian yang mengembangkan LKPD bioteknologi konvensional secara terpadu melalui tiga jenis praktikum, yaitu pembuatan tempe, tape, dan teh kombucha. Hal ini menunjukkan adanya ruang penelitian untuk mengembangkan LKPD yang lebih komprehensif dan kontekstual.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka penulis tertarik untuk mengkaji dan melakukan penelitian tentang “Pengembangan LKPD Pada Materi Bioteknologi Konvensional Melalui Kegiatan Praktikum Pembuatan Tempe, Tape, dan Teh Kombucha”.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Kurangnya Integrasi dengan Teknologi Digital.
2. Intruksi yang kurang jelas dan detail sehingga siswa sering mengalami kesulitan dalam memahami langkah-langkah yang harus dilakukan, terutama dalam kegiatan praktikum atau tugas *eksploratif*.
3. Keterbatasan alat dan bahan yang dapat menghalangi siswa untuk melakukan *eksperimen secara efektif*.

## **C. Batasan Masalah**

---

<sup>9</sup> Indah Salsadila, Pengembangan LKPD Pembuatan Tempe Rempah Daun Sengkubak pada Materi Bioteknologi Tingkat SMA, Skripsi, Universitas Borneo Tarakan, 2023.

Berdasarkan identifikasi masalah diatas maka penulis membatasi aspek-aspek yang akan di teliti diantaranya:

1. LKPD dirancang untuk siswa tingkat menengah (SMP/SMA) yang memiliki pemahaman dasar tentang biologi konvensional.
2. Praktikum yang dikembangkan akan meliputi langkah-langkah pembuatan tempe, tape, dan teh kombucha secara sistematis.
3. Mengingat perkembangan zaman sekarang apalagi sudah era kurikulum merdeka, LKPD akan dirancang dengan menggunakan atau melibatkan teknologi supaya meningkatkan Interaktivitas dalam Pembelajaran.

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

Berdasarkan latar belakang diatas maka dirumuskan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana validitas LKPD pada materi bioteknologi konvensional melalui kegiatan praktikum tempe, tape dan teh kombucha?
2. Bagaimana praktikalitas LKPD pada materi bioteknologi konvensional melalui kegiatan praktikum tempe, tape dan teh kombucha?
3. Bagaimana efektivitas LKPD pada materi bioteknologi konvensional melalui kegiatan praktikum tempe, tape dan teh kombucha.

#### **E. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui validitas LKPD pada materi bioteknologi konvensional melalui kegiatan praktikum tempe, tape dan teh kombucha.

2. Untuk mengetahui praktikalitas LKPD pada materi bioteknologi konvensional melalui kegiatan praktikum tempe, tape dan teh kombucha.
3. Untuk mengetahui efektivitas LKPD pada materi bioteknologi konvensional melalui kegiatan praktikum tempe, tape dan teh kombucha.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Berdasarkan tujuan diatas maka manfaat penelitian ini adalah:

1. Secara teoris
  - a. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk memperkaya teori pembelajaran sains, terutama dalam hal penggunaan LKPD sebagai alat bantu mengajar. Penelitian ini dapat memberikan wawasan tentang bagaimana LKPD yang baik dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi bioteknologi.
  - b. Penelitian ini dapat berkontribusi dalam pengembangan model pembelajaran berbasis praktikum yang dapat diadaptasi untuk materi lainnya. Dengan menunjukkan efektivitas praktik pembuatan tempe, tape, dan teh kombucha, penelitian ini menawarkan pendekatan baru dalam pengajaran biologi.
2. Secara praktis
  - a. Penelitian ini memberikan manfaat langsung bagi siswa dengan meningkatkan keterampilan praktis mereka dalam melakukan kegiatan praktikum, serta memahami proses fermentasi yang terjadi dalam pembuatan tempe, tape, dan teh kombucha.

- b. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk mengembangkan LKPD yang lebih efektif dan sesuai dengan kebutuhan siswa, sehingga dapat mengukur kreativitas siswa dalam belajar bioteknologi.
- c. Melalui praktikum ini, siswa akan lebih memahami manfaat kesehatan dari produk fermentasi, yang dapat mendorong mereka untuk mengadopsi pola makan sehat dan berkelanjutan.

### **G. Spesifikasi Produk**

Spesifikasi yang diharapkan dari pengembangan LKPD pada materi bioteknologi konvensional melalui kegiatan praktikum tempe, tape, dan teh kombucha di kelas XI SMA adalah :

1. LKPD disajikan dalam bentuk soft file/hard file yang dicetak dengan mudah dan lebih menarik minat siswa.
2. Menentukan tujuan pembelajaran sesuai dengan KD dan indikator pencapaian kompetensi.
3. Menyusun materi teori yang relevan dengan fokus pada fermentasi tempe, tape, dan teh kombucha.
4. Menggunakan referensi terpercaya seperti buku biologi SMA, jurnal, dan modul pembelajaran.
5. Menyusun alat dan bahan yang diperlukan untuk praktikum.
6. Membuat panduan langkah-langkah praktikum dengan bahasa sederhana.
7. Mengadakan uji coba kepada kelompok kecil siswa untuk menilai keterpahaman isi dan efektivitasnya.
8. Mengumpulkan umpan balik siswa dan guru.

9. Evaluasi efektivitas melalui LKPD hasil belajar, data efektivitas LKPD diperoleh dari uji lapangan dalam bentuk nilai tes hasil belajar yang menunjukkan peningkatan pemahaman konsep bioteknologi konvensional.

## H. Defenisi Istilah

### 1. Pengembangan

Pengembangan (*Research and Development/R&D*) adalah suatu metode penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan produk baru atau memperbaiki produk yang sudah ada. Produk ini bisa berupa apa saja, mulai dari benda fisik seperti alat, perangkat lunak, hingga produk non-fisik seperti model pembelajaran atau program pelatihan.<sup>10</sup>

### 2. LKPD

LKPD adalah singkatan dari Lembar Kerja Peserta Didik. Ini adalah sebuah alat bantu belajar yang dirancang khusus untuk siswa, berisi tugas-tugas yang harus dikerjakan secara mandiri. LKS umumnya disusun berdasarkan materi pelajaran tertentu dan dirancang untuk mempermudah siswa dalam memahami konsep, melatih keterampilan, atau mengaplikasikan pengetahuan yang telah diperoleh.<sup>11</sup>

### 3. Bioteknologi konvensional

---

<sup>10</sup> Sumiati, S., Hermina, D., & Salabi, A. (2024). Rancangan Penelitian dan Pengembangan (R & D) Pendidikan Agama Islam. *FIKRUNA: Jurnal Ilmiah Kependidikan dan Kemasyarakatan*, 6(1).

<sup>11</sup> Uswatun Hasanah, Liza Nurbaiti Khairani Siregar, & Nur Hidayah. "Pengembangan LKPD Berbasis Keterampilan Abad 21 untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik." *Captura: Jurnal Pendidikan (IICET)*, Vol. 4, No. 2, 2023, hlm. 116–124.

Bioteknologi konvensional adalah cabang ilmu yang memanfaatkan organisme hidup, seperti bakteri, jamur, atau mikroorganisme lainnya, secara langsung tanpa melalui proses rekayasa genetika yang kompleks. Sederhananya, bioteknologi konvensional adalah penerapan teknologi pada organisme hidup untuk menghasilkan produk yang bermanfaat bagi manusia.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> Hardianti, & Nurkomala Sari. Makalah Bioteknologi Konvensional. STKIP Bima, 2019. Diakses dari Scribd: <https://id.scribd.com/document/403247008/MAKALAH-bioteknologi-konvensional-Copy-2-doc>.

## BAB II LANDASAN TEORI

### A. Kerangka Teori

#### 1. Pengertian Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Secara umum, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) sama dengan Lembar Kerja Siswa (LKS). Hanya saja dalam kurikulum 2013 diberi nama lain sebagai pengganti Lembar Kerja Siswa (LKS) menjadi Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). LKPD atau sering disebut LKS merupakan suatu bahan ajar cetak berupa lembar-lembar kertas yang berisi materi, ringkasan dan petunjuk-petunjuk pelaksanaan tugas pembelajaran yang harus dikerjakan oleh peserta didik, yang mengacu pada kompetensi dasar dan tujuan yang harus dicapai.<sup>13</sup>

LKS dan LKPD memiliki pengertian yang sama yaitu bahwa LKPD merupakan lembar kerja bagi siswa yang di gunakan untuk menyelesaikan masalah pembelajaran pada materi tertentu. LKPD selain sebagai bahan ajar juga merupakan salah satu sumber belajar yang dapat yang dikembangkan oleh guru sebagai fasilitator dalam kegiatan pembelajaran. Lembar Kerja Peserta Didik (*student work sheet*) merupakan suatu bahan ajar cetak yang berupa lembar-lembar kertas yang berisi materi, ringkasan, dan petunjuk pelaksanaan tugas pembelajaran yang harus dikerjakan siswa, baik bersifat

---

<sup>13</sup> I Made Darma Yase, Bejo Basuki, dan Shanty Savitri, "Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Inkuiri pada Materi Sistem Sirkulasi di SMA Negeri 5 Palangka Raya," *BiosciED: Journal of Biological Science and Education*, Vol. 1, No. 1 (2020).

teoritis atau praktis, yang mengacu kepada kompetensi dasar yang harus dicapai siswa, dan penggunaannya tergantung bahan ajar lain.<sup>14</sup>

LKPD dapat berupa panduan untuk latihan pengembangan aspek kognitif maupun panduan untuk pengembangan semua aspek pembelajaran dalam bentuk panduan eksperimen atau demonstrasi. LKPD memuat sekumpulan kegiatan mendasar yang harus dilakukan oleh siswa untuk memaksimalkan pemahaman dalam upaya pembentukan kemampuan dasar sesuai indikator pencapaian hasil belajar yang harus ditempuh. LKPD merupakan salah satu untuk membantu dan mempermudah dalam kegiatan belajar mengajar sehingga akan terbentuk interaksi yang efektif antara siswa dengan guru, sehingga dapat sarana untuk membantu dan mempermudah dalam kegiatan belajar meningkatkan aktifitas siswa dalam peningkatan prestasi belajar. Dalam lembar kerja peserta didik (LKPD) siswa akan mendapatkan uraian materi, tugas, dan latihan yang berkaitan dengan materi yang diberikan.

Lembar Kerja Siswa (LKS) dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) memiliki arti yang sama yaitu lembaran-lembaran yang berisi kegiatan siswa sebagai panduan belajar untuk menyelesaikan masalah pada materi pembelajaran tertentu, yang di lengkapi dengan petunjuk untuk

---

<sup>14</sup> Muhammad Firdaus, Insih Wilujeng "Pengembangan LKPD inkuiri terbimbing untuk meningkatkan Keterampilan berpikir kritis dan hasil belajar peserta didik" Jurnal Inovasi Pendidikan IPA, 4 (1).

mengerjakannya. Dalam menyiapkan LKPD, ada syarat yang mesti dipenuhi oleh guru.<sup>15</sup>

Syarat ini yaitu guru harus cermat dalam memilih pengetahuan dan keterampilan yang sesuai, karena sebuah LKPD harus memenuhi paling tidak kriteria yang berkaitan dengan tercapai atau tidaknya sebuah kompetensi dasar yang harus dikuasai siswa. Sehingga dengan LKPD yang berkualitas akan menimbulkan minat baca dan minat belajar siswa.

#### **a. Fungsi LKPD**

- 1) Meminimalkan peran guru tetapi dapat mengaktifkan peran peserta didik,
- 2) Mempermudah peserta didik dalam memahami materi yang diberikan,
- 3) Sumber belajar yang ringkas dan kaya tugas untuk berlatih,
- 4) Memudahkan pelaksanaan pembelajaran yang dilakukan.

#### **b. Tujuan LKPD**

Tujuan dari penyusunan LKPD antara lain adalah :

- 1) Memudahkan peserta didik untuk berinteraksi dengan materi yang diajarkan,
- 2) Menyajikan tugas-tugas yang meningkatkan penguasaan peserta didik terhadap materi yang diberikan,
- 3) Melatih kemandirian peserta didik dalam belajar,
- 4) Memudahkan guru dalam memberikan tugas pada peserta didik.

---

<sup>15</sup> Mukhlis, Nava Hiqmatunnisaq, Barisah "Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Sistem Untuk Meningkatkan Ketrampilan Berpikir Kreatif" Lantanida Journal, Vol. 11 No.1 (2023) 1-106.

### c. Syarat-syarat penyusunan LKPD

LKPD yang berkualitas dan baik adalah LKPD yang memenuhi syarat didaktik, syarat konstruksi dan syarat teknis :<sup>16</sup>

#### 1) Syarat Didaktik

LKPD yang ada harus mengikuti asas-asas pembelajaran yang efektif, seperti:

- a) Memperhatikan perbedaan individu, sehingga LKPD yang baik adalah LKPD yang dapat digunakan oleh seluruh peserta didik dengan kemampuan yang berbeda;
- b) Menekankan pada proses penemuan konsep-konsep sehingga berfungsi sebagai petunjuk untuk peserta didik, bukan berisi suatu materi yang secara langsung diberikan;
- c) Memiliki variasi stimulus melalui berbagai media dan kegiatan peserta didik, sehingga peserta didik diberikan kesempatan untuk melakukan sesuatu misalnya menulis, menggambar, berdialog dengan teman, menggunakan alat, menyentuh benda nyata dan sebagainya;
- d) Dapat mengembangkan kemampuan sosial, emosional, moral dan estetika sehingga kegiatan pembelajaran yang dilakukan tidak hanya ditujukan untuk mengenal fakta-fakta dan konsep-konsep akademis.

---

<sup>16</sup> Indi Evang Elista dan Sunu Kuntjoro, "Validitas LKPD Perubahan Lingkungan Berbasis Contextual Teaching and Learning (CTL) untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Kelas X SMA," *BioEdu: Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, Vol. 9, No. 3 (2020): 535–544.

- e) Pengalaman belajar peserta didik ditentukan oleh tujuan pengembangan pribadi peserta didik.

## 2) Syarat konstruksi

Pada LKPD penggunaan bahasa, susunan kalimat, kosa kata, tingkat kesukaran, dan kejelasan harus tepat guna sehingga dapat dimengerti oleh pihak-pihak yang menggunakan.

- a) LKPD harus menggunakan bahasa yang sesuai dengan tingkat usia peserta didik.
- b) LKPD menggunakan kalimat dengan struktur yang jelas.
- c) LKPD memiliki urutan pelajaran atau materi yang sesuai dengan tingkat kemampuan peserta didik.
- d) Pertanyaan-pertanyaan yang ada bukan merupakan pertanyaan yang terlalu terbuka, pertanyaan yang dianjurkan adalah isian atau jawaban yang didapatkan dari hasil pengolahan informasi.
- e) Buku sumber yang menjadi acuan harus dalam kemampuan keterbacaan peserta didik.
- f) LKPD menyediakan tempat untuk memberikan keleluasaan bagi peserta didik sehingga peserta didik dapat menulis ataupun menggambar hal-hal yang ingin mereka sampaikan.
- g) LKPD menggunakan kalimat yang sederhana sehingga dapat dipahami dan tidak menimbulkan salah tafsir.
- h) LKPD menggunakan lebih banyak ilustrasi dari pada kata-kata.

- i) LKPD memiliki tujuan pembelajaran yang jelas sehingga dapat menjadi sumber kreativitas.
  - j) LKPD mempunyai identitas untuk memudahkan administrasi, misalnya kelas, mata pelajaran, topik, nama atau nama-nama anggota kelompok, tanggal dan lain sebagainya.
- 3) Syarat teknis
- Syarat teknis menekankan pada tulisan, gambar dan penampilan penyusun LKPD. Tulisan, yang digunakan dalam LKPD harus memperhatikan hal-hal berikut ini.
- a) LKPD menggunakan huruf cetak dan tidak menggunakan huruf latin atau romawi.
  - b) LKPD menggunakan huruf tebal yang lebih besar untuk penulisan topik.
  - c) LKPD menggunakan perbandingan besar huruf dan gambar serasi.

## **2. Bioteknologi Konvensional**

Bioteknologi konvensional adalah cabang ilmu yang memanfaatkan organisme hidup, terutama mikroorganisme seperti bakteri, jamur, dan khamir, untuk menghasilkan produk yang bermanfaat bagi manusia. Proses yang digunakan dalam bioteknologi konvensional umumnya sederhana dan telah dilakukan secara turun-temurun oleh manusia sejak zaman bioteknologi konvensional melalui teknologi fermentasi justru dimulai dengan mengubah bahan baku lokal tradisional Indonesia menjadi olahan pangan unik. Tempe, merupakan produk fermentasi asli Indonesia. Tempe adalah satu-satunya

produk olahan kedelai fermentasi yang asli Indonesia, tidak berasal dari China atau Jepang seperti berbagai produk olahan kedelai lainnya. Bukti sejarah menunjukkan bahwa tempe kedelai merupakan produk fermentasi yang awalnya dibuat oleh masyarakat Jawa Tengah pada tahun 1700an.<sup>17</sup>

Seiring berkembangnya masyarakat, maka tempe kini tidak hanya berasal dari kedelai namun telah banyak dikembangkan dari bahan-bahan lain, misalnya lamtoro, koro benguk, kecipir, kacang tanah, dan lain sebagainya. Perkembangan bioteknologi konvensional tidak terlepas dari teknologi yang bernama fermentasi. Oleh karena itu, ilmu Bioteknologi tidak akan pernah bisa dilepaskan dari ilmu Mikrobiologi. Namun, seiring perkembangan zaman, muncullah teknologi-teknologi baru yang mendukung modifikasi makhluk hidup termasuk dengan adanya Human Genome Project pada tahun 2000, itulah sebabnya mengapa pemanfaatan Artificial Intelligence (AI) dalam pembelajaran Biologi juga terbukti dapat meningkatkan hasil belajar mahasiswa secara signifikan dibandingkan dengan pembelajaran konvensional.<sup>18</sup> Ilmu Bioteknologi sendiri tidak terlepas dari banyak cabang ilmu lain, tidak hanya dari biologi tetapi juga termasuk fisika dan kimia. Cabang ilmu biologi yang mendukung perkembangan bioteknologi mulai dari konvensional menjadi modern diantaranya adalah fisiologi, biokimia, genetika, mikrobiologi, virologi, imunologi, enzimologi,

---

<sup>17</sup> Rizka Mulyani, Prakoso Adi, dan John Jackson Yang, "Produk Fermentasi Tradisional Indonesia Berbahan Dasar Pangan Hewani (Daging dan Ikan): A Review," *AHT: Journal of Applied Agriculture, Health, and Technology*, Vol. 1, No. 2 (2022): 34–48.

<sup>18</sup> Dongoran, M., Nasution, U. A., & Pane, D. A. (2024). Effectiveness of The Use Artificial Intelligence on Biology Student Learning UIN Syahada Padangsidempuan. *Bioedunis Journal*, 3(2), 205–218.

kultur sel, kultur jaringan, biologi molekuler, dan lain sebagainya. Semua ilmu pendukung tersebut saling berkaitan untuk mendukung aplikasi bioteknologi di berbagai bidang.<sup>19</sup>

Pada bioteknologi konvensional, prinsip teknologinya adalah sebatas menyeleksi bahan, mikroorganisme, dan lingkungan demi didapatkannya produk unggul. Sedangkan pada bioteknologi modern, sudah sampai pada tahapan memanipulasi makhluk hidup melalui penyisipan materi genetik baru yang dapat mempengaruhi fenotipnya. Level teknologi pada bioteknologi konvensional masih sebatas pada 9 tingkat sel, sedangkan pada bioteknologi modern sudah mencapai tingkat gen (DNA dan RNA).

Bioteknologi konvensional memiliki keunggulan dan kekurangan masing-masing. Berikut ulasannya:

**a. Keunggulan:**

- 1) Relatif tidak membutuhkan dana yang besar
- 2) Hanya memerlukan tingkat teknologi yang sederhana
- 3) Pengaruh jangka panjang dari proses yang dilakukan umumnya sudah diketahui
- 4) Sistem pelaksanaannya sudah mapan (established)

**b. Kekurangan**

- 1) Perbaikan sifat genetik yang dilakukan tidak terarah
- 2) Tidak dapat mengatasi ketidaksesuaian genetik (inkompatibilitas)
- 3) Hasil yang diperoleh tidak dapat diperkirakan sebelumnya

---

<sup>19</sup> Dr. Endah Rita S, M. Si. Dyah Ayu Widiastuti, M. biotech, Arip Nurmahyuni, M. Pd  
"Buku Ajar Bioteknologi.

- 4) Prosesnya memerlukan waktu yang relatif lama

### 3. Kegiatan Praktikum

Praktikum adalah kegiatan belajar yang dilakukan secara langsung di lapangan atau laboratorium, di mana peserta didik dapat menerapkan teori yang telah dipelajari dalam bentuk praktik. Kegiatan ini bertujuan untuk memberikan pengalaman nyata kepada siswa atau mahasiswa dalam memahami konsep-konsep ilmiah. Praktikum sering kali dilakukan dalam berbagai disiplin ilmu, seperti sains, teknik, dan kesehatan, untuk mendukung proses pembelajaran yang lebih efektif.<sup>20</sup>

Dalam konteks pendidikan, praktikum merupakan bagian penting dalam pembelajaran sains karena memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengalami langsung proses ilmiah. Berdasarkan kajian Iswanto, pembelajaran IPA berbasis praktikum di tingkat pendidikan menengah berperan besar dalam meningkatkan pemahaman konseptual, kemampuan berpikir ilmiah, serta keterampilan proses sains siswa. Pembelajaran praktikum tidak hanya membuat siswa aktif, tetapi juga memberikan pengalaman nyata yang memperkuat hubungan antara teori dan aplikasi di lapangan. Dengan demikian, praktikum menjadi komponen yang esensial dalam upaya meningkatkan kualitas pembelajaran dan kesiapan siswa menghadapi tantangan keilmuan maupun dunia kerja di masa depan.<sup>21</sup>

---

<sup>20</sup> Amirah Nuai dan Silvi Nurk-amiden, "Urgensi Kegiatan Praktikum Dalam Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam di Sekolah Dasar dan Menengah," *SEARCH: Science Education Research Journal* 1, no. 1 2022.

<sup>21</sup> Imas Hari Iswanto, "Pembelajaran IPA Berbasis Praktikum di Pendidikan Menengah: Literature Review," *Al-Alam: Islamic Natural Science Education Journal* 4, no. 2 (2025): 74–84.

Praktikum juga berfungsi sebagai sarana untuk mengembangkan kemampuan analisis dan pemecahan masalah. Siswa diharapkan dapat mengamati, menganalisis, dan menarik kesimpulan dari hasil praktik yang dilakukan. Dengan demikian, praktikum tidak hanya sekadar kegiatan fisik, tetapi juga melibatkan proses berpikir kritis yang mendalam.

#### **a. Manfaat Praktikum**

Praktikum memiliki berbagai manfaat yang signifikan bagi peserta didik antara lain :

- 1) Praktikum membantu siswa memahami konsep-konsep yang sulit dipahami hanya melalui teori. Dengan melakukan eksperimen atau pengamatan langsung, siswa dapat melihat bagaimana teori diterapkan dalam situasi nyata. Ini membuat pembelajaran menjadi lebih menarik dan relevan.
- 2) Praktikum meningkatkan keterampilan teknis siswa. Dalam banyak bidang, keterampilan praktis sangat penting. Melalui praktikum, siswa belajar menggunakan alat dan teknologi yang relevan dengan bidang studi mereka. Ini memberikan mereka keunggulan kompetitif saat memasuki dunia kerja.
- 3) Praktikum juga mendorong kerja sama dan komunikasi antar siswa. Banyak praktikum dilakukan dalam kelompok, yang mengharuskan siswa untuk berkolaborasi dan berkomunikasi secara efektif. Ini adalah keterampilan penting yang dibutuhkan dalam lingkungan kerja yang sering kali melibatkan kerja tim.

- 4) Praktikum memberikan kesempatan bagi siswa untuk melakukan penelitian. Dalam beberapa kasus, siswa dapat merancang dan melaksanakan eksperimen mereka sendiri, yang dapat menghasilkan data baru dan wawasan yang berharga. Ini tidak hanya meningkatkan pemahaman mereka tentang materi, tetapi juga membangkitkan minat mereka dalam penelitian ilmiah.
- 5) Praktikum dapat mengukur kreativitas siswa. Kegiatan praktis sering kali lebih menarik dibandingkan dengan pembelajaran di kelas yang hanya berfokus pada ceramah. Ketika siswa terlibat dalam kegiatan yang menyenangkan dan menantang, mereka cenderung lebih berkreasi untuk belajar dan berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran.

#### **b. Tujuan Praktikum**

Tujuan utama dari praktikum adalah untuk memberikan pengalaman belajar yang mendalam dan aplikatif. Praktikum bertujuan untuk menghubungkan teori dengan praktik, sehingga siswa dapat memahami bagaimana konsep-konsep ilmiah diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Ini membantu siswa untuk melihat relevansi materi pelajaran dengan dunia nyata.<sup>22</sup>

Selain itu, praktikum bertujuan untuk mengembangkan keterampilan praktis yang diperlukan dalam bidang studi tertentu. Misalnya, dalam bidang sains, siswa belajar cara melakukan

---

<sup>22</sup> Amirah Nuai dan Silvi Nurkamiden, "Science Education Research Journal 1, no. 1 2022.

eksperimen, mengumpulkan data, dan menganalisis hasil. Dalam bidang teknik, siswa belajar cara menggunakan alat dan teknologi yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek.

Praktikum juga bertujuan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan analitis siswa. Dengan melakukan eksperimen dan menganalisis hasilnya, siswa belajar untuk mempertanyakan informasi, mengevaluasi bukti, dan menarik kesimpulan berdasarkan data. Ini adalah keterampilan penting yang diperlukan dalam berbagai bidang, termasuk penelitian dan pengembangan. praktikum juga bertujuan untuk membangun sikap positif terhadap pembelajaran. Dengan memberikan pengalaman yang menyenangkan dan menantang, siswa diharapkan dapat mengembangkan minat dan rasa ingin tahu yang lebih besar terhadap bidang studi mereka. Ini dapat mendorong mereka untuk terus belajar dan berkembang sepanjang hidup mereka.

Praktikum bertujuan untuk mempersiapkan siswa untuk dunia kerja. Dengan memberikan pengalaman praktis, siswa lebih siap untuk menghadapi tantangan yang akan mereka hadapi setelah lulus. Mereka memiliki keterampilan dan pengetahuan yang diperlukan untuk berkontribusi secara efektif di tempat kerja.

### **c. Langkah-langkah Melaksanakan Praktikum**

Langkah – langkah melakukan praktikum adalah sebagai berikut :<sup>23</sup>

#### **1) Persiapan Sebelum Praktikum**

---

<sup>23</sup> Madrasah Aliyah Negeri 1 Kota Ternate. Lembaran Kerja Siswa (LKS) Biologi Kelas X Laboratorium MIPA. Kementerian Agama Kota Ternate, 2022.

Sebelum melaksanakan praktikum, siswa harus mempersiapkan diri dengan baik. Ini termasuk membaca materi yang relevan, memahami tujuan praktikum, dan mengetahui prosedur yang akan dilakukan. Persiapan yang baik akan membantu siswa merasa lebih percaya diri saat melakukan praktikum.

## 2) Pengumpulan Alat dan Bahan

Setelah memahami prosedur, langkah selanjutnya adalah mengumpulkan semua alat dan bahan yang diperlukan untuk praktikum. Siswa harus memastikan bahwa semua alat dalam kondisi baik dan siap digunakan. Ini penting untuk menghindari kesalahan selama pelaksanaan praktikum.

## 3) Pelaksanaan Praktikum

Pada tahap ini, siswa melakukan eksperimen sesuai dengan prosedur yang telah ditentukan. Mereka harus mengikuti langkah-langkah dengan hati-hati dan mencatat semua pengamatan yang dilakukan. Penting untuk tetap fokus dan berhati-hati agar hasil yang diperoleh akurat.

## 4) Pengamatan dan Pencatatan Data

Selama praktikum, siswa harus mencatat semua data dan pengamatan dengan teliti. Ini termasuk hasil eksperimen, waktu yang dibutuhkan, dan kondisi lingkungan. Data yang akurat sangat penting untuk analisis selanjutnya.

#### 5) Analisis Hasil

Setelah praktikum selesai, siswa harus menganalisis data yang telah dikumpulkan. Ini termasuk menghitung rata-rata, mencari pola, dan menarik kesimpulan berdasarkan hasil yang diperoleh. Analisis yang baik akan membantu siswa memahami apakah tujuan praktikum tercapai.

#### 6) Diskusi dan Refleksi

Setelah analisis, siswa harus mendiskusikan hasil praktikum dengan teman sekelompok atau instruktur. Diskusi ini penting untuk mendapatkan perspektif yang berbeda dan memahami hasil dengan lebih baik. Refleksi juga membantu siswa untuk mengidentifikasi apa yang telah mereka pelajari dan bagaimana mereka dapat meningkatkan di masa depan.

#### 7) Penyusunan Laporan Praktikum

Langkah terakhir adalah menyusun laporan praktikum. Laporan ini harus mencakup tujuan, metode, hasil, dan kesimpulan dari praktikum. Penyusunan laporan yang baik akan membantu siswa untuk merangkum apa yang telah mereka pelajari dan memberikan dokumentasi yang jelas tentang kegiatan yang dilakukan.

#### 8) Evaluasi dan Umpan Balik

Setelah laporan diserahkan, siswa harus menerima umpan balik dari instruktur. Evaluasi ini penting untuk mengetahui kekuatan dan kelemahan dalam pelaksanaan praktikum.

#### 9) Penerapan Pengetahuan

Setelah praktikum, siswa diharapkan dapat menerapkan pengetahuan yang diperoleh dalam konteks yang lebih luas. Ini termasuk mengaitkan hasil praktikum dengan teori yang telah dipelajari dan menerapkannya dalam situasi nyata.

#### 10) Pengembangan Keterampilan Lanjutan

Praktikum juga dapat menjadi dasar untuk pengembangan keterampilan lanjutan. Siswa yang tertarik dapat melanjutkan untuk melakukan penelitian lebih lanjut atau terlibat dalam proyek-proyek yang lebih kompleks di bidang studi mereka.

### 4. Tempe

Tempe adalah makanan tradisional dari Indonesia yang dibuat dari fermentasi oleh jamur *Rhizopus sp* pada bahan baku kedelai maupun non kedelai. Jamur ini nantinya akan membentuk hifa. Hifa adalah benang-benang halus yang berwarna putih yang akan menumpuk di permukaan biji kedelai dan kacang merah yang nantinya akan menyatu membentuk miselium yang berwarna putih.

Adanya jamur pada tempe ini dapat memproduksi beberapa enzim, misalnya enzim protease yang mampu menguraikan protein sehingga menjadi peptida yang lebih pendek serta asam amino bebas, selain itu juga dihasilkan enzim lipase yang akan menguraikan lemak sehingga menjadi asam lemak, serta juga memproduksi enzim amilase yang dapat menguraikan karbohidrat kompleks menjadi karbohidrat yang sederhana. Oleh sebab itu, tempe

memiliki banyak manfaat, salah satunya bagi kesehatan manusia, karena dapat menurunkan resiko kanker prostat yang mengalami pembesaran sehingga menimbulkan masalah pada saluran urin , kanker payudara, kanker rectal dan dapat menghambat biosintesis kolestrol dalam hati.<sup>24</sup>

#### **a. Manfaat tempe**

- 1) Tempe memiliki berbagai manfaat kesehatan yang signifikan. Pertama, tempe kaya akan protein nabati, yang menjadikannya sumber protein yang baik bagi vegetarian dan vegan. Kandungan protein dalam tempe dapat mencapai 35-40% tergantung pada varietas kedelai yang digunakan. Selain itu, tempe juga mengandung serat pangan yang tinggi, yang baik untuk pencernaan dan dapat membantu mengontrol kadar gula darah.
- 2) Tempe mengandung berbagai vitamin dan mineral, termasuk vitamin B, kalsium, dan zat besi. Vitamin B dalam tempe berperan penting dalam metabolisme energi, sedangkan kalsium dan zat besi penting untuk kesehatan tulang dan pembentukan sel darah merah. Tempe juga mengandung senyawa bioaktif yang memiliki sifat antioksidan, yang dapat membantu melawan radikal bebas dalam tubuh dan mencegah penyakit degeneratif seperti kanker dan penyakit jantung.
- 3) Proses fermentasi yang terjadi pada tempe juga mengurangi kandungan antinutrisi dalam kedelai, seperti antitrypsin, yang dapat mengganggu penyerapan protein. Dengan demikian, tempe lebih

---

<sup>24</sup> I Wayan Redi Aryanta “ Pengertian Tempe dan Manfaat Tempe Untuk Kesehatan “E-Jurnal Widya Kesehatan, Volume 2, Nomor 1.

mudah dicerna dibandingkan dengan kedelai yang tidak difermentasi.

## **b. Proses Pembuatan Tempe**

### 1) Pencucian dan Pembersihan

Tahapan pertama yang dilakukan untuk membuat tempe adalah mencuci dan membersihkan biji kedelai dari benda-benda asing. Sebut saja kerikil, batu, tanah, dan biji selain kedelai. Dalam tahap ini, pencucian dapat dilakukan dengan air bersih yang jumlahnya cukup. Proses ini dapat dilakukan sekali atau berkali-kali, tergantung kondisi awal kedelai. Intinya, kedelai harus bersih sebelum melanjutkan tahap berikutnya.

### 2) Pengupasan

Setelah dicuci dan dibersihkan, kedelai yang akan dipakai harus dikupas terlebih dahulu kulit arinya. Sebab, apabila kulit ari masih tersisa, akan menyebabkan inokulum tidak tumbuh dengan baik. Metode pengupasan kulit ari ini terbagi menjadi dua, yaitu kering dan basah. Bila menggunakan metode kering, caranya adalah memanaskan dahulu kedelai selama 10 menit. Setelahnya, kulit ari bisa dikupas memakai aspirator atau aspirator gravitasi. Sementara itu, untuk metode basah, pengupasan dilakukan secara manual dengan tangan usai kedelai dicuci dan direndam.

### 3) Perendaman

Saat direndam, biji kedelai akan terhidrasi sehingga kadar airnya naik. Proses ini bisa dilakukan dalam suhu kamar, yakni sekitar 30 derajat Celsius selama 12-15 jam. Beberapa peneliti mengusulkan penambahan asam laktat atau asam asetat untuk menghambat pertumbuhan bakteri dan membuat kondisi awal baik dalam rangka penumbuhan kapang tempe.

#### 4) Perebusan

Setelah direndam, biji kedelai direbus. Tujuan perebusan adalah meningkatkan kontaminasi mikroorganisme, mengaktifkan penghambat tripsin, menyebabkan terdenaturasi protein, dan melepaskan beberapa nutrisi yang diperlukan untuk fermentasi. Biji kedelai harus direbus dengan air yang cukup agar kematangannya merata. Lama waktu perebusan tergantung pada jumlah kedelainya. Namun, rata-rata berlangsung antara 2 hingga 4 jam.

#### 5) Penirisan, Pendinginan, dan Pengeringan

Tahapan ini bertujuan untuk mengurangi kandungan udara, menurunkan suhu, dan mengeringkan permukaan biji kedelai. Sebagai catatan, penirisan harus dilakukan dengan sempurna agar bakteri tidak tumbuh dan menyebabkan fermentasi gagal.

#### 6) Penambahan Ragi

Dalam tahap ini, takaran yang pas memegang peran kunci. Sebab, jika ragi yang ditambahkan terlalu banyak, fermentasi

menjadi tidak sempurna. Sebaliknya, jika terlalu sedikit, tempe yang kurang dapat mengakibatkan tumbuhnya bakteri perusak.

#### 7) Pengemasan

Kedelai yang sudah ditambahkan ragi kemudian dikemas. Bahan pengemas yang bisa digunakan dapat berupa daun pisang atau kantong plastik.

#### 8) Inkubasi

Setelah dikemas, proses fermentasi tempe akan dimulai. Tiga faktor penting yang sangat berpengaruh dalam proses ini adalah suhu, waktu, dan kelembaban relatif. Selain itu, ketersediaan oksigen juga dibutuhkan. Menurut Fung dan Cozier Dodson, ada beberapa kombinasi suhu yang bisa diterapkan. Dengan catatan, ragi tempe yang dipakai mengandung spora kapang sebanyak 6 log spora/100 gram kedelai. Berikut rinciannya:

25° C selama 80 jam

25-37° C selama 20-50 jam

32° C selama 20-22 jam

35-38° C selama 15-18 jam

Setelah proses pemasakan selesai, diamkan tempe sebentar untuk memastikan semua kedelai telah terfermentasi. Setelahnya, tempe dapat disimpan atau diolah menjadi berbagai macam sajian.<sup>25</sup>

---

<sup>25</sup> Adini Alvina, Dany Hamdani, Aji Jumiono “ Proses Pembuatan Tempe Tradisional “Jurnal Pangan Halal Volume 1 Nomor 1, April 2019.



**Gambar II.1**  
**Proses Pembuatan Tempe**

(Sumber: <https://images.app.goo.gl/cDRKPVThQF75WHsm8> )

## 5. Tape

Tape adalah makanan fermentasi yang terbuat dari singkong (*Manihot esculenta*) yang telah melalui proses pengolahan tertentu. Proses pembuatan tape melibatkan pengukusan atau perebusan singkong yang kemudian dicampur dengan ragi dan dibiarkan selama beberapa hari untuk fermentasi. Selama proses ini, ragi akan mengubah karbohidrat dalam singkong menjadi alkohol dan asam, memberikan tape rasa manis dan aroma khas yang menyegarkan. Tape sering dijadikan sebagai camilan atau bahan tambahan dalam berbagai hidangan, dan memiliki tekstur yang lembut serta rasa yang unik.

Proses fermentasi pada tape melibatkan mikroorganisme, terutama ragi, yang berperan penting dalam mengubah gula menjadi alkohol dan asam.

Proses ini tidak hanya memberikan rasa yang khas, tetapi juga meningkatkan nilai gizi tape. Tape mengandung berbagai nutrisi penting, termasuk karbohidrat, protein, dan vitamin B kompleks. Selain itu, tape juga mengandung probiotik yang bermanfaat bagi kesehatan pencernaan.<sup>26</sup>

#### **a. Ragi Tape**

Ragi tape atau yang sering disebut sebagai “ragi” adalah starter untuk membuat tape ketan atau tape singkong. Ragi mengandung mikroorganisme yang dapat mengubah karbohidrat (pati) menjadi gula sederhana (glukosa) yang selanjutnya diubah lagi menjadi alkohol. Selain itu, ragi tape juga menghasilkan enzim Fitase. Kandungan pada ragi dalam 100 gram yaitu protein sebanyak 43 gram, karbohidrat sebanyak 3 gram, kalsium sebanyak 140 gram, air sebanyak 10 gram dan kalori sebanyak 136 kkal.

Tape makanan Indonesia, diproduksi dengan menumbuhkan jamur dan ragi pada ketan atau ketela (ubi). Makanan ini dibuat dengan terlebih dahulu mengukus ketan atau merebus singkong, menuangkan ragi atau bubuk ragi untuk membantu proses fermentasi, dan menyimpannya selama beberapa hari untuk memungkinkan proses fermentasi berlangsung. Hasilnya adalah tape ketan yang manis, lezat, dan aromatik.

#### **b. Mikroba pada Ragi Tape**

Proses pembuatan tape melibatkan proses fermentasi yang dilakukan oleh khamir (*Saccharomyces cerevisiae*.) Khamir ini memiliki

---

<sup>26</sup> Suyanto Pawiroharsono “Potensi Pengembangan Industri dan Bioekonomi Berbasis Makanan Fermentasi Tradisional” JURNAL ILMU KEFARMASIAN INDONESIA, hal. 85-91 Vol. 5, No. 2 ISSN 1693-1831.

kemampuan dalam mengubah karbohidrat (fruktosa dan glukosa) menjadi alcohol dan karbondioksida. Mikroorganisme – mikroorganisme di dalam ragi tape bekerja secara sinergetik. *Aspergillus* bekerja untuk menyederhanakan amilum, sedangkan *Saccharomyces sp* dan *Candida sp* mengubah gula yang dihasilkan dari penguraian pati oleh *Aspergillus* menjadi alcohol dan zat organik lainnya.

Alcohol kemudian diubah menjadi asam cuka oleh *Acetobacter*. Ragi tape terdiri dari kapang (*Aspergillus*, *Amylomyces rouxii*, *Mucor sp* dan *Rhizopus sp.*), khamir (*Saccharomycopsis fibuligera*, *Saccharomycopsis malanga*, *Pichia burtonii*, *Saccharomyces cereviceae* dan *Candida utilis*) dan bakteri (*Acetobacter*, *Pediococcus sp*, dan *Bacillus sp.*)

### c. Mekanisme Fermentasi Tape

Proses fermentasi tape diawali dengan hidrolisis pati menjadi glukosa oleh oleh enzim amilase yang dihasilkan oleh kapang, khamir, atau bakteri yang bersifat amilolitik. Enzim pemecah karbohidrat terbagi atas tiga golongan, yaitu  $\alpha$ -amilase,  $\beta$ -amilase, dan amiloglukosidase. Hasil pemecahan pati oleh amiloglukosidase berupa molekulmolekul glukosa atau disebut tahap sakarifikasi. Kemudian dilanjutkan pada pembentukan alcohol, pembentukan alcohol pada fermentasi tape ketan berasal dari penguraian glukosa oleh enzim zimase yang dihasilkan khamir *Sacharomyces cereviseae*.

Alkohol yang dihasilkan dari penguraian glukosa oleh khamir akan dipecah menjadi asam asetat pada kondisi aerobik. Makanan ini dibuat dengan terlebih dahulu mengukus ketan atau merebus singkong, menuangkan ragi atau bubuk ragi untuk membantu proses fermentasi, dan menyimpannya selama beberapa hari untuk memungkinkan proses fermentasi berlangsung. Hasilnya adalah tape ketan yang manis, lezat, dan aromatik.

#### **d. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi**

Faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan dari ragi tape yaitu suhu, kelembaban dan kondisi lingkungan. Suhu yang tidak sesuai (suhu yang rendah) menyebabkan ragi tape tersebut tidak kering. Kelembaban juga sangat mempengaruhi pembuatan ragi dikarenakan kondisi yang lembab mikroba yang lainnya dapat tumbuh. Kondisi lingkungan yang tercemar menyebabkan mikroba kontaminan dapat tumbuh. Selain itu, terdapat pula faktor yang mempengaruhi pembuatan tape.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pembuatan tape yaitu ragi (jenis dan konsentrasi), suhu dan oksigen. Ragi yang digunakan sangat dapat mempengaruhi hasil yang akan diperoleh dikarenakan ragi yang digunakan tersebut bisa tidak menggunakan kultur murni yaitu dengan penambahan beras. Jumlah ragi yang diberikan juga dapat mempengaruhi dikarenakan jika ragi yang diberikan terlalu banyak maka dapat membuat tape tersebut sangat lunak. Faktor suhu yang digunakan dalam pembuatan tape tidak sesuai maka fermentasi tidak dapat berlangsung

dengan baik. Jika suhu terlalu tinggi maka mikroba pada ragi yaitu *Saccharomyces cerevisiae* mati, sedangkan pada suhu rendah *Saccharomyces cerevisiae* tidak aktif sehingga tidak dapat memfermentasi beras ketan menjadi tape. Suhu optimum inkubasi untuk pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* yaitu 25-30°C. Faktor oksigen juga sangat mempengaruhi dikarenakan mikroba pada tape dapat tumbuh dengan baik pada kondisi anaerob. Menurut (Siebenhandl et al., 2001) faktor yang mempengaruhi keberhasilan tape (fermentasi) yaitu oksigen, suhu dan ragi.

#### e. Jenis-Jenis Tape

##### 1) Tape singkong

Tape yang terbuat dari bahan dasar singkong. Jenis tapai ini biasanya dibuat untuk dijual, kebanyakan berupa industri rumah tangga. Tape singkong yang populer berasal dari daerah Bandung (banyak dijajakan di Jalan Raya Padalarang di wilayah Cipatat), dan jika di Jawa Timur, dari daerah Bondowoso.

##### 2) Tape ketan atau tapai pulut

Tape yang terbuat dari beras ketan (beras pulut), baik dari ketan putih maupun ketan hitam. Di banyak daerah di Jawa, tapai ini biasa dibuat sendiri di rumah-rumah, terutama sebagai persediaan penganan di saat Lebaran. Namun, tapai ini pun acap dijajakan oleh pedagang keliling di Jawa Barat (tapai ketan hitam, dalam kombinasi dengan uli sebagai tape uli); atau dalam kemasan kecil-kecil, tape

ketan putih terbungkus daun (jambu air atau waru) di pasar lokal di Kuningan dan Pangandaran. Tape ketan dari Kuningan bahkan telah dikemas secara modern dengan kardus.

### 3) Tape pisang

Tape yang terbuat dari bahan buah pisang, tidak semua jenis pisang dapat digunakan sebagai bahan dasar tape. Syarat pisang yang digunakan harus mempunyai kadar pati yang sangat tinggi. Saat ini pisang kepok dipilih sebagai bahan dasar tape, dikarenakan kandungan pati yang terkandung lebih besar dibandingkan dengan jenis pisang plantain lainnya.

## **f. Keunggulan dan Kelemahan Tape**

Fermentasi tape dapat meningkatkan kandungan Vitamin B1 (tiamina) hingga tiga kali lipat. Vitamin ini diperlukan oleh sistem saraf, sel otot, dan sistem pencernaan agar dapat berfungsi dengan baik. Karena mengandung berbagai macam bakteri “baik” yang aman dikonsumsi, tape dapat digolongkan sebagai sumber probiotik bagi tubuh.

Cairan tape dan tape ketan diketahui mengandung bakteri asam laktat sebanyak  $\pm$  satu juta per mililiter atau gramnya. Produk fermentasi ini diyakini dapat memberikan efek menyehatkan tubuh, terutama sistem pencernaan, karena meningkatkan jumlah bakteri baik dalam tubuh dan mengurangi jumlah bakteri jahat. Restoran terbaik di dekat sini. Tape singkong dapat meningkatkan kesehatan tubuh karena

rendahnya kadar alkohol. Jika kalian merasa lemas dan sedikit demam, dapat mengonsumsi tape untuk menghangatkan darah dan menstimulasi kulit agar menghangat. Selain itu, mengonsumsi tape dalam jumlah sedang dan tidak lebih dari 50 gram setiap hari dapat mencegah dampak negatif alkohol di dalam tubuh.

Kelebihan lain dari tape adalah kemampuannya dapat mengikat dan mengeluarkan aflatoksin dari tubuh. Aflaktosin merupakan zat toksik atau racun yang dihasilkan oleh kapang, terutama *Aspergillus flavus*. Toksik ini banyak kita jumpai dalam kebutuhan pangan sehari-hari, seperti kecap. Konsumsi tapai dalam batas normal diharapkan dapat mereduksi aflatoksin tersebut.

beberapa negara tropis yang mengonsumsi singkong sebagai karbohidrat utama, penduduknya rentan menderita anemia. Hal ini dikarenakan singkong mengandung sianida yang bersifat toksik dalam tubuh manusia. Konsumsi tapai dapat mencegah terjadinya anemia karena mikroorganisme yang berperan dalam fermentasinya mampu menghasilkan vitamin B12.

Sedangkan kelemahan tape adalah Mengonsumsi tape yang berlebihan dapat menimbulkan infeksi pada darah dan gangguan sistem pencernaan. Selain itu, beberapa jenis bakteri yang digunakan dalam proses pembuatan tape berpotensi menyebabkan penyakit pada orang-orang dengan sistem imun yang terlalu lemah seperti anak-anak balita, kaum lanjut usia, atau penderita HIV3. Untuk mengurangi dampak

negatif tersebut, konsumsi tapai perlu dilakukan secara terkendali dan pembuatannya serta penyimpanannya pun dilakukan dengan higienis.

#### **g. Proses Pembuatan Tape**

##### 1) Proses Pembuatan Tape Singkong

Tape singkong merupakan salah satu varian yang paling banyak diminati oleh masyarakat. Selain rasanya yang enak, tapai singkong juga bisa diolah kembali menjadi berbagai jenis sajian seperti campuran es, bolu atau digoreng dengan tepung.<sup>27</sup>

Bahan:

- a) 1 kg singkong (jika susah cari yang segar, kalian bisa menggunakan yang frozen).
- b) Ragi tape secukupnya (kalian bisa menggantinya dengan ragi lain yang untuk membuat roti atau bakpao jika susah mencari ragi tape).
- c) Wadah bersih dengan tutup

Cara membuat:

- a) Kupas singkong, cuci bersih di bawah air mengalir hingga bersih.
- b) Potong singkong menjadi bagian yang lebih kecil agar kalian lebih mudah saat mengolahnya. Ingat, jangan membuang bagian tengah singkong.

---

<sup>27</sup> Utami Azzahra, Yohana, Wuri Julita, dan Afifatul Achyar, "Pengaruh Lama Fermentasi dalam Pembuatan Tape Singkong (Manihot utilissima)", Prosiding Seminar Nasional Biologi (SEMNAS BIO), Universitas Negeri Padang, ISSN 2809-8447, 2022.

- c) Rebus singkong hingga mentah. Jika ingin membuat tape singkong disarankan untuk merebus dibandingkan mengukus singkong karena air yang meresap ke dalam singkong saat direbus dapat menambah rasa manis setal proses fermentasi. Pastikan jangan terlalu lembek saat merebus singkong agar hasilnya lebih enak saat digigit.
- d) Setelah matang, diamkan singkong rebus kurang lebih satu jam atau hingga uap panas hilang dan singkong menjadi dingin. Setelah dingin, pindahkan singkong rebus ke dalam wadah lain untuk proses fermentasi.
- e) Selama menunggu singkong dingin, kalian bisa menghaluskan ragi tape menggunakan blender atau food processor hingga halus. Kalian juga bisa menggunakan pemukul kayu atau ulekan untuk menghaluskan ragi.
- f) Taburkan ragi bubuk ke seluruh singkong yang sudah matang. Pastikan setiap bagian terlapisi dengan rata. Kalian bisa menggunakan sendok untuk mengaduknya atau juga bisa menggunakan tangan, tetapi harus dilapisi dengan sarung tangan agar tetap bersih selama proses peragian.
- g) Pindahkan tapai yang sudah diberi ragi ke wadah kemudian tutup rapat.
- h) Simpan tape di dalam ruangan yang hangat dan jauh dari



paparan sinar matahari. Diamkan selama 48 jam sebelum dikonsumsi atau diolah menjadi berbagai menu. Namun, jika kalian ingin tekstur yang lebih lembek bisa menambah waktu fermentasinya.<sup>28</sup>

### Gambar II.2 Tape pisang

(Sumber: <https://images.app.goo.gl/X5ASMXvbG7KrQ2mDA>)



### Gambar II.3 Tape Ketan

(Sumber: <https://images.app.goo.gl/2jqjH7UGUgJWPtQK9>)



### Gambar II.4 Tape Singkong

(Sumber: <https://images.app.goo.gl/p7gvDgiwMGCM6UtWA>)

## 6. Teh Kombucha

Kombucha merupakan minuman khas yang berasal minuman fermentasi yang dibuat dari teh manis dengan scoby (*sybotic colony of*

---

<sup>28</sup> Aprilliana Rahmawati, Devi Yunianti, Heni Munawaroh, Romlah Maeva Hasani, Nosa Septiana Anindita “Bioteknologi pangan lokal terfermentasi berbasis umbi “Pembuatan Tape Singkong (Manihot utilissima)” Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat LPPM Universitas ‘Aisyiyah Yogyakarta Vol 1: 22 Juli 2023.

*bacteria and yeast*) yang di fermentasi selama kurang lebih 1 minggu. Rasa Kombucha yang enak, asam, manis dan segar membuat Kombucha digolongkan kedalam minuman kesehatan alami yang kaya akan probiotik serta berkhasiat untuk kesehatan pencernaan dan meningkatkan daya tahan tubuh. Sejarah Kombucha atau sering juga disebut dengan teh fermentasi ini dari berbagai negara di seluruh dunia sudah banyak dikenal tetapi dengan penamaan yang berbeda saja. Untuk penanggalan hingga tempat munculnya pertama tak ada yang tahu pasti namun beberapa sumber mengatakan, Dokter korea, Dr. Kombu, menyembuhkan masalah perut emperor jepang, In-giyō, dengan teh fermentasi. Namanya diabadikan sebagai minuman dan “cha” ditambahkan yang berarti teh.<sup>29</sup>

Pada Tahun 1930 Kombucha dipercaya mulai masuk di Indonesia, namanya lebih dikenal dengan teh dipo dan jamurnya dikenal sebagai jamur dipo, jamur banteng, atau jamur super. Kini terkadang kita dapat menemuinya di beberapa tempat seperti di pasar tradisional di Bali kemudian pasar Kombucha semakin berkembang dengan banyaknya potensi pasar yang semakin banyak. Bahkan di tahun 2022 tercatat peningkatan pasar Kombucha terbesar, valuasi secara global mencapai 8.96 triliun rupiah, ada pada Asia Pasific dan prediksi pertumbuhan dunia hingga 2023 mencapai 15.3%.

Kombucha mengandung banyak zat penting yang dibutuhkan oleh tubuh sehari-hari selain kaya akan kandungan Probiotik juga terdapat banyak zat yang bermanfaat lainnya seperti vitamin C, vitamin B kompleks, enzim

---

<sup>29</sup> Dewi, Umi Khasanah dan Ernia Novika Dewi, Karakteristik Produk Minuman Kombucha Berdasarkan Komposisi Bahan Baku dan Waktu Fermentasi, *Distilat*, Vol. 10, No. 4, hlm. 754–763, 2024.

dan berbagai asam organik. karena kandungan dan manfaatnya begitu lengkap maka Kombucha tidak hanya mampu menyehatkan tubuh secara menyeluruh tapi juga berperan penting terhadap kesehatan mental karena mampu merangsang hormon-hormon kebahagiaan seperti dopamine, serotonin, oksitosin dan endorfin. Kombucha dapat diminum oleh siapa saja mulai dari anak-anak usia 3 tahun sampai orang dewasa selain berhasiat untuk pencernaan dan daya tahan tubuh, komunikasi juga berfungsi untuk detoksifikasi racun atau membantu memaksimalkan proses pengeluaran racun dari dalam tubuh sehingga bisa dikonsumsi setiap hari terutama untuk orang-orang yang sering terpapar oleh radikal bebas seperti udara kotor dan asap rokok, mengkonsumsi makanan minuman yang tidak sehat, mengkonsumsi obat buatan kimia alkohol dan lain lain.

Sebagai minuman yang berasal dari proses fermentasi, hasil fermentasi tersebut akan menghasilkan kombucha yang bersoda, bergelembung, dan mengeluarkan aroma tajam seperti cuka. Aktivitas mikroorganisme selama proses fermentasi pun menghasilkan berbagai senyawa yang bermanfaat bagi kesehatan, antara lain asam organik seperti asam glukoronat dan asam asetat, asam amino esensial, asam folat, enzim, antibiotik, serta senyawa fenolik. Selain itu, teh kombucha memiliki kandungan organik vitamin dan asam amino yang lebih banyak dari teh biasa. Dari berbagai kandungan tersebut, teh kombucha pun memiliki berbagai manfaat di antaranya sebagai antibakteri, antidiabetik, dan antioksidan.

Kemudian, teh kombucha juga berfungsi sebagai probiotik sehingga membuat usus lebih sehat dan melancarkan buang air besar dan memperbaiki mikroflora usus. Banyaknya manfaat untuk kesehatan yang dijanjikan ketika rutin mengonsumsi minuman ini tentu saja menarik minat banyak orang, kombucha ini mengandung berbagai vitamin antara lain Asam organik, Asam asetat, 4-etilfenol, Etil asetat, Antioksidan, Vitamin B dan C.<sup>30</sup> Namun dibalik kebaikan itu semua nyatanya ada rasa masam yang sulit dihilangkan dari identitas kombucha itu sendiri. Rasa masam ini sangat mengganggu pikiran orang yang ingin mengkonsumsinya terutama bagi orang yang menderita magh, asam lambung ataupun Gerd karena mereka beranggapan bahwa rasa masam itulah yang justru akan memperburuk kondisi kesehatan mereka.<sup>31</sup>

#### **a. Manfaat Teh Kombucha**

##### **1) Membantu menurunkan berat badan**

Kombucha bisa menjadi salah satu pilihan minuman yang baik untuk kamu yang ingin menurunkan berat badan. Alih-alih soda dan minuman tidak sehat lainnya, kombucha merupakan pilihan yang sehat karena mengandung probiotik dan vitamin lainnya, serta rasanya juga manis dan enak. Namun, beberapa jenis minuman tersebut lebih manis dibandingkan yang lain. Jadi, sebaiknya berhati-

---

<sup>30</sup> Misahradarsi Dongoran, Wardiatun Nazmy Nasution, dan Indah Amanah Sitorus, "Identifikasi Kandungan pada Kombucha yang Aman Bagi Penderita Magh dan Gerd," Program Studi Tadris Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan, UIN Syekh Ali Hasan Ahmad Addary Padangsidempuan, 2024.

<sup>31</sup> Meirina "PENGARUH BERBAGAI JENIS TEH TERHADAP KUALITAS TEH KOMBUCHA (Studi Eksperimen Sebagai Bahan Ajar Peserta Didik Pada Materi Bioteknologi Kelas XII SMA).

hatilah saat membeli minuman tersebut dan pilihlah yang memiliki jumlah gula yang lebih rendah.

## 2) Mengurangi peradangan

Berkat kandungan antioksidan dan polifenolnya yang tinggi, minuman fermentasi ini juga bisa melindungi tubuh kamu dari kerusakan. Kedua kandungan tersebut bisa membantu mengurangi peradangan kronis yang bisa menyebabkan masalah kesehatan, seperti penyakit jantung, kanker, dan radang sendi. Namun, jangan hanya mengonsumsi kombucha, kamu juga perlu mengonsumsi pola makan sehat untuk mencegah peradangan.

## 3) Meningkatkan kesehatan usus

Faktanya, tidak semua bakteri jahat. Ada juga bakteri “baik” yang sangat penting bagi mikrobioma usus kamu untuk berkembang, dan makanan fermentasi seperti kombucha mengandung probiotik untuk membantu menjaga jenis bakteri tersebut tetap tinggi. Minuman sehat tersebut terbukti mampu membantu memberi makan dan meningkatkan bakteri usus yang baik dan sehat, sehingga bisa membantu mengurangi bakteri jahat. Dengan menjaga keseimbangan tersebut, kamu bisa menjaga kesehatan sistem pencernaan dan juga kesehatan secara keseluruhan serta umur panjang.

## 4) Meningkatkan sistem kekebalan tubuh

Kombucha juga kaya akan vitamin B, yang merupakan nutrisi penting untuk menjaga sistem kekebalan tubuh tetap kuat. Teh yang

difermentasi ini juga kaya akan asam asetat, glukuronat, dan D-Sakarida. Asam organik ini bisa bersifat antimikroba yang membuatnya ampuh melawan pertumbuhan bakteri jahat. Kandungan polifenol dalam minuman ini juga bermanfaat untuk mengatur sistem kekebalan tubuh selain meredakan peradangan.

5) Melawan kanker

Kombucha dipercaya bisa melindungi tubuh dari penyakit, seperti kanker, berkat antioksidannya yang tinggi. Kerusakan sel bisa menyebabkan kanker dan penyakit lainnya. Nah, semakin banyak sel yang terlindungi dengan antioksidan, risiko mengalami kanker bisa menurun.

**b. Cara Pembuatan Teh Kombucha**

- 1) Sebelum membuat minuman ini, cuci tangan terlebih dahulu. Lalu, buatlah teh dengan merebus 1 liter air sampai mendidih, masukkan teh, tutup rapat panci dan biarkan sampai teh menjadi pekat.
- 2) Setelah itu, matikan api, lalu tambahkan gula dan aduk sampai larut. Diamkan teh sampai dingin atau suam-suam kuku.
- 3) Masukkan teh yang sudah dingin ke dalam toples, lalu campurkan 1-2 liter air bersuhu ruang.
- 4) Masukkan SCOBY (kultur bakteri dan ragi) ke dalam campuran teh yang tadi. Aduk perlahan.
- 5) Tutup toples dengan kain atau serbet, lalu ikat rapat dengan karet. Menutup toples dengan kain bisa membuat kombucha tetap

mendapat udara selama proses fermentasi. Hal ini juga untuk mencegah semut, lalat, dan organisme lain masuk ke dalam toples dan mengontaminasi minuman tersebut.

- 6) Letakkan minuman ini di tempat yang sejuk dengan sirkulasi udara yang baik. Hindari sinar matahari langsung. Diamkan selama 7-14 hari.



**Gambar 2.5**  
**Teh Kombucha**

(Sumber: <https://images.app.goo.gl/cDRKPVThQF75WHsm8> )

## **B. Penelitian Terdahulu**

1. Penelitian Hesti Kharisma, Imam Mahadi, Darmawati yang Berjudul “Pengembangan LKS SMA Pada Materi Bioteknologi Konvensional Melalui Eksperimen Pembuatan Tempe Menggunakan Berbagai Jenis Kacang” . Hasil dari penelitian tersebut ialah dapat dikembangkan dan “layak” sebagai LKS SMA pada materi Bioteknologi Konvensional
2. Penelitian Weny Andriani dan kawan-kawan yang Berjudul “Kajian Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol Tape Ketan Hitam (*Oryza Sativa Glutinosa*) Sebagai Pengembangan Lembar Kerja Siswa Pada Konsep

Bioteknologi Konvensional Kelas XII SMA” . Hasil dari penelitian tersebut dapat dikembangkan dan diimplementasikan sebagai LKS pada pokok bahasan Bioteknologi konvensional pada mata pelajaran Biologi kelas XII SMA.

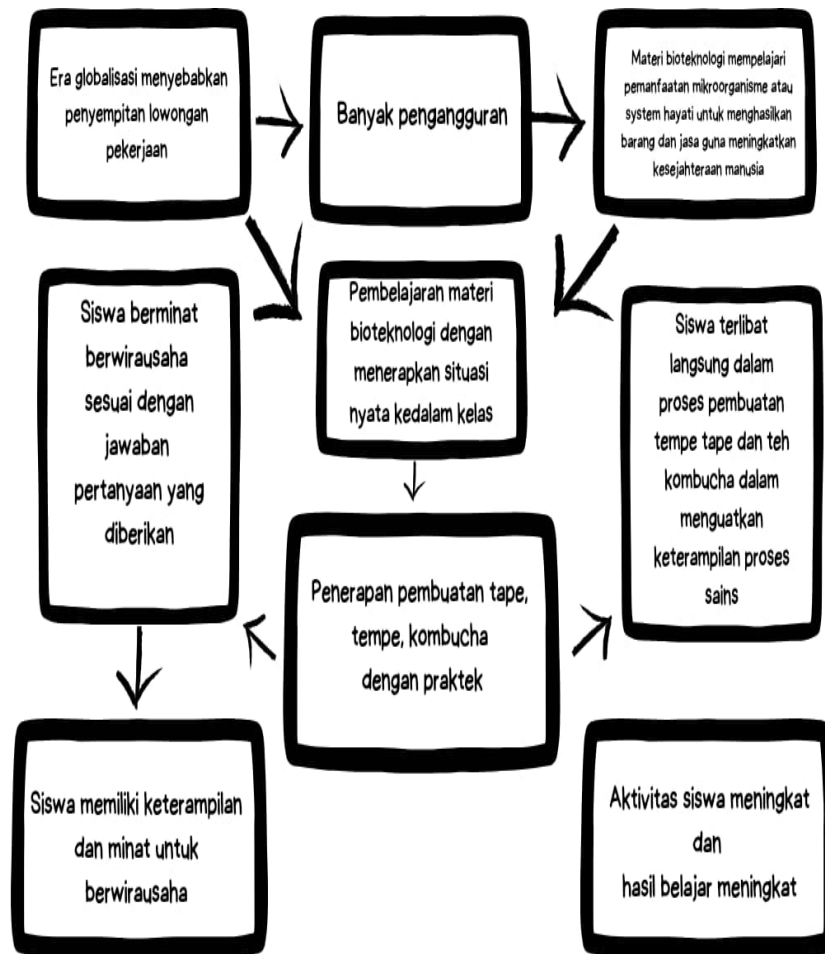
3. Penelitian Irma Habibah dan kawan-kawan yang Berjudul “Pengaruh Variasi Jenis Pengolahan Teh (*camellia sinensis* L Kuntze) dan Konsentrasi Gula Terhadap Fermentasi Kombucha Sebagai Rancangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Biologi SMA” . Hasil dari penelitian tersebut dapat digunakan sebagai rancangan LKPD pada materi bioteknologi, sub materi bioteknologi konvensional, mata pelajaran biologi sehingga dapat dipergunakan pada praktikum fermentasi.

**Tabel II.1**  
**Persamaan dan Perbedaan Penelitian Terdahulu**

No.	Persamaan	Perbedaan
1.	Penelitian Hesti kharisma, Imam Mahadi, dan Darmawati yang dilakukan oleh peneliti terdahulu dan penelitian ini sama-sama mengembangkan LKPD/LKS dan menggunakan materi yang sama yaitu bioteknologi konvensional.	Penelitian terdahulu pengembangan LKS pada eksperimen, sedangkan penelitian ini mengembangkan LKPD pada kegiatan praktikum.
2.	Penelitian Weny Andriani dan Kawan-Kawan yang dilakukan oleh peneliti terdahulu dan	Penelitian terdahulu mengembangkan LKS sebagai konsep bioteknologi, sedangkan

	penelitian ini sama-sama mengmbangkan LKPD/LKS dengan menggunakan model ADDIE.	penelitian ini mengembangkan LKPD pada kegiatan praktikum dengan menggunakan E-LKPD
3.	Penelitian Irma Habibah dan Kawan-Kawan yang dilakukan oleh peneliti terdahulu dan penelitian ini sama-sama mengmbangkan LKPD/LKS dengan menggunakan model ADDIE.	Penelitian terdahulu mengembangkan LKS sebagai rancangan bioteknologi, sedangkan penelitian ini mengembangkan LKPD pada kegiatan praktikum dengan menggunakan E-LKPD

### C. Kerangka Berpikir



**Gambar II.6**  
**Kerangka Berpikir**

**BAB III**  
**METODE PENELITIAN**

**A. Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini telah dilaksanakan di Sekolah Madrasah Aliyah Negeri 2 Padang Lawas, yang terletak di Jl. Sibuhuan-Gunung Tua N0.96 Binanga, Kec. Barumon Tengah, Kabupaten Padang Lawas, Sumatera Utara. Waktu penelitian dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2024/2025.

**Table III. 1 Jadwal Penelitian**

No	Kegiatan	September 2025				November 2025				Januari 2025				Maret 2025			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pengajuan Judul																
2	Penulisan Proposal																
3	Pengesahan Judul																
4	Seminar Proposal																
5	Revisi																
6	Surat Riset																
7	Uji Coba Produk																

## B. Jenis Penelitian

Metode penelitian yang digunakan peneliti adalah penelitian pengembangan atau *Research and Development* (R&D) karena mengembangkan lembar kegiatan peserta didik (LKPD) untuk meningkatkan pemahaman konsep peserta didik dan untuk melatih keterampilan proses. Model pengembangan mengacu pada model penelitian dan pengembangan yang dikembangkan oleh Dick and Carry yaitu model pengembangan ADDIE. Model ini terdiri dari 5 tahapan yaitu:

*Analysis* (Menganalisis), *Design* (Merancang), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Mengimplementasikan), dan *Evaluation* (Mengevaluasi). Penelitian model ini dikenal dengan model ADDIE karena memiliki kelebihan pada langkah kerjanya yang sistematis, setiap tahap dilakukan evaluasi dan revisi dari tahap yang dilalui, sehingga produk akhir menjadi produk yang valid.<sup>32</sup>

Alasan peneliti memilih model ADDIE karena disesuaikan dengan kebutuhan peneliti dimana model pengembangan ini mudah dilakukan ketika berada dilapangan dengan tahapan kinerjanya yang mudah serta langkah-langkah yang sistematis. Evaluasi dan revisi dilakukan pada setiap fase sampai produk yang diinginkan didapatkan sesuai dengan kondisi yang dibutuhkan, sehingga produk yang dihasilkan memiliki validasi yang tinggi.

## C. Prosedur Pengembangan

Secara rinci penelitian ini menggunakan langkah pengembangan ADDIE yang memiliki 5 tahapan yang akan dijelaskan dibawah ini:

---

<sup>32</sup> Branch, Robert Maribe. \*Instructional Design: The ADDIE Approach\*. New York: Springer, 2009.

## 1. *Analysis* (menganalisis)

Pada tahap ini peneliti menganalisis pentingnya pengembangan media pembelajaran dan syarat-syarat yang dibutuhkan dalam pengembangan media.

Beberapa langkah-langkah yang dilakukan dalam tahapan ini:

- a. Analisis Pendidik Pada tahap ini peneliti melakukan wawancara di sekolah dengan guru Biologi di MAN 2 Padang Lawas, guna memperoleh informasi tentang permasalahan yang dihadapi pendidik dalam proses pembelajaran.
- b. Analisis peserta didik Selain wawancara dengan guru Biologi, peneliti juga melakukan penyebaran lembar angket analisis kepada peserta didik kelas XI IPA guna menganalisis permasalahan yang dihadapi peserta didik terkait proses pembelajaran Biologi.
- c. Analisis kurikulum Pada tahap ini peneliti merumuskan tujuan pembelajaran yang didasarkan pada KD dan KI yang tercantum pada kurikulum 13.

## 2. *Design* (merancang)

Pada tahap perancangan, peneliti merancang awal LKPD. Aktivitas yang dikerjakan pada tahap ini ialah memilih desain yang akan digunakan.

Langkahnya adalah:

a. Identifikasi Tujuan Pembelajaran

Pada tahap ini peneliti Tentukan kompetensi dasar (KD) dan indikator pencapaian yang ingin dicapai.serta memastikan materi sesuai dengan kurikulum yang berlaku.

b. Desain Visual

Pada tahap ini peneliti menggunakan tata letak yang menarik dengan font yang mudah dibaca.Tambahkan elemen visual seperti gambar, tabel, atau diagram untuk memperjelas informasi. Gunakan warna yang sesuai agar LKPD terlihat menarik tetapi tidak berlebihan.

c. Pilih Aktivitas yang Relevan

Pada tahap ini peneliti menggunakan pendekatan pembelajaran aktif, seperti diskusi kelompok, eksperimen, atau analisis kasus.Menyesuaikan jenis tugas dengan tingkat kemampuan siswa (soal pilihan ganda, esai, atau proyek).

d. Uji Coba dan Evaluasi

Pada tahap ini peneliti menggunakan uji LKPD pada sekelompok siswa sebelum digunakan secara luas.mengumpulkan umpan balik untuk perbaikan lebih lanjut.

3. Mengembangkan (*Development*)

Tahap pengembangan ini terdapat beberapa langkah yang harus dilalui untuk menghasilkan sebuah LKPD yang valid dan praktis, diantaranya:

- a. Validasi ahli Pada tahap ini, peneliti melakukan validasi terhadap kevalidan produk yang sudah dikembangkan agar LKPD yang dibuat

dapat mencapai tujuan yang diharapkan. Validasi yang dilakukan oleh para ahli adalah validasi media dan validasi materi.

- b. Desain awal diuji kevalidan maka akan diketahui kekurangan dalam produk tersebut yang disampaikan oleh validator melalui kritik dan saran. Penilaian, kritik dan saran kemudian dijadikan acuan sebagai memperbaiki produk awal

#### 4. Mengimplementasikan (*Implementation*)

LKPD yang sudah divalidasi oleh para ahli, selanjutnya pada tahap ini peneliti melakukan uji coba secara terbatas untuk mengetahui hasil penerapan dan uji coba terhadap LKPD kepada peserta didik yang disajikan sasaran subjek.

#### 5. Mengevaluasi (*Evaluation*)

Tahap evaluasi dilakukan peneliti pada saat tahap development dan implementation. Jenis evaluasi yang digunakan peneliti adalah evaluasi formatif. Hasil evaluasi formatif digunakan sebagai umpan balik untuk mengadakan perbaikan produk. Evaluasi formatif dalam penelitian ini adalah validasi dari ahli media dan ahli materi serta penilaian dari guru Biologi dan peserta didik.

#### 6. Uji Coba Produk

Proses uji coba LKPD ini dilakukan oleh ahli materi, ahli media, guru dan peserta didik. Peneliti melakukan langkah uji coba awal dengan mengarahkan peserta didik dalam menggunakan LKPD serta menjelaskan secara singkat terkait konsep materi sistem pencernaan yang ada didalam

LKPD. Setelah itu peserta didik mengeksplorasi apa saja yang ada di dalam LKPD. Kemudian peserta didik mengisi angket yang sudah disediakan oleh peneliti.

#### 7. Subyek uji coba

Subjek uji coba pada penelitian ini menggunakan *purposive sampling* dimana sampel ditentukan berdasarkan pertimbangan tertentu. Teknik Purposive sampling termasuk dalam kategori non probability sampling, yaitu teknik pengambilan sampel yang tidak memberi peluang yang sama bagi setiap unsur atau anggota populasi untuk dipilih menjadi sampel. Subjek yang dipilih peneliti ialah kelas XI IPA 1 yang berjumlah 36 peserta didik dan guru Biologi sebagai yang menilai yang produk.

#### 8. Jenis data Sesuai dengan tujuan penelitian pengembangan ini, maka data yang diperoleh terdiri dari dua macam, yaitu:

- a. Data Kuantitatif Data kuantitatif ini diperoleh dari skor angket penilaian kualitas modul digital pada materi sistem pencernaan yang diisi oleh ahli media, ahli materi, guru biologi serta peserta didik sebagai pengguna. Penilaian untuk setiap poin kriteria diubah menjadi skor dengan skala likert, yaitu  
4 = Sangat Baik, 3 = Baik, 2 = Kurang Baik, 1 = Sangat Kurang
- b. Data Kualitatif Data kualitatif ini berupa tanggapan dan saran yang diberikan validator serta penentuan kategori kualitas Validitas dan Praktikaitas.

## D. Populasi dan Sampel

### 1. Populasi

Populasi adalah sekelompok atau objek atau peristiwa lebih besar daripadanya generalisasi diambil. Populasi adalah tidak lain elemen penelitian yang hidup dan tinggal bersama-sama yang secara teoritis menjadi target hasil penelitian. Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri dari objek atau subjek yang mempunyai kuantitas dan karakter tertentu yang diterapkan peneliti untuk dipelajari. Dan kemudian ditarik atau disimpulkan. Jumlah objek yang akan dijadikan objek penelitian populasi adalah seluruh data menjadi perhatian kita dalam suatu ruangan lingkup dan waktu yang kita tentukan. Dapat disimpulkan populasi adalah sejumlah subjek yang akan dijadikan objek penelitian. Adapun yang menjadi populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI Ipa.

### 2. Sampel

Sampel adalah bagian dari jumlah karakteristik yang dimiliki oleh populasi. Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Nonrandom Sampling / Nonprobability Sampling*. Teknik ini adalah teknik pengambilan sampel dimana setiap elemen populasi tidak mempunyai kemungkinan yang sama untuk dijadikan sampel. Peneliti mengambil sampel dan penelitian ini adalah siswa kelas XI. Sehingga jumlah sampel yang akan diteliti oleh peneliti sebanyak 36 siswa.

## **E. Instrument dan Teknik Pengumpulan Data**

### **1. Intrumen Penelitian**

Instrument yang dimaksud adalah lembar validasi ahli materi, lembar validasi ahli media, lembar validasi ahli bahasa, lembar validasi respon guru dan lembar pengamatan tanggapan peserta didik. namun, instrument penelitian divalidasi secara teoritik terlebih dahulu sebelum disebarluaskan, yaitu dengan dikonsultasikan dengan dosen pembimbing penelitian:

#### **a. Angket uji validasi ahli materi**

Angket uji kevalidan ahli LKPD berisi tentang aspek-aspek dan indikator yang telah dirumuskan sebagai kisi-kisi yang kemudian dikembangkan menjadi pertanyaan. Angket ini digunakan untuk memperoleh nilai terhadap media yang dikembangkan. Nilai yang diperoleh dianalisis dan digunakan untuk merevisi produk pengembangan LKPD.

#### **b. Angket validasi ahli media**

Angket uji kevalidan ahli LKPD berisi tentang aspek-aspek dan indikator yang telah dirumuskan sebagai kisi-kisi yang kemudian dikembangkan menjadi pertanyaan. Angket ini digunakan untuk memperoleh nilai terhadap LKPD yang dikembangkan. Nilai yang diperoleh dianalisis dan digunakan untuk merevisi produk pengembangan LKPD.

#### **c. Angket validasi ahli Bahasa**

Angket uji kevalidan ahli bahasa berisi tentang aspek-aspek dan

indikator yang telah dirumuskan sebagai kisi-kisi yang kemudian dikembangkan menjadi pertanyaan. Angket ini digunakan untuk memperoleh nilai terhadap media yang dikembangkan. Nilai yang diperoleh dianalisis dan digunakan untuk merevisi produk pengembangan LKPD.

d. Angket validasi respon guru

Angket yang digunakan berupa lembar angket yang disusun untuk mendapatkan tanggapan atau respon dari guru terhadap kelayakan aplikasi android yang telah dikembangkan.

e. Angket respon peserta didik

Angket respon peserta didik yang digunakan dalam penelitian ini berupa lembar angket respon peserta didik terhadap LKPD yang dikembangkan. Tujuannya untuk mendapatkan tanggapan atau respon mengenai kepraktisan LKPD yang dikembangkan tentang bioteknologi konvensional angket ini akan diberikan kepada siswa dan menggunakan skala likert. Teknik skala likert adalah model skala yang umum digunakan oleh peneliti untuk mengukur sikap, pendapat, persepsi, atau fenomena sosial lainnya. Salah satu jenis skala dengan empat kategori, yaitu: 1 (sangat tidak setuju), 2 (tidak setuju), 3 (setuju), dan 4 (sangat setuju).

f. Tes

Tes digunakan untuk mengetahui efektivitas serta kemampuan peserta didik diukur menggunakan instrument tes, yang berfungsi untuk menilai

pemahaman, pengetahuan, dan keterampilan mereka sesuai dengan tujuan pembelajaran atau penelitian. Instrumen ini dirancang untuk mengevaluasi pengetahuan siswa mengenai materi bioteknologi konvensional.

Tes dalam penelitian ini menggunakan soal *pretest* dan *posttes*, kisi-kisi instrument pre-test dan post-test dalam penelitian ini berisikan pertanyaan-pertanyaan tertulis yang berhubungan dengan materi bioteknologi konvensional melalui kegiatan praktikum pembuatan tempe, tape dan teh kombucha. Kisi-kisi instrument pre-test dan post-test yang disediakan dapat dilihat dari tabel dibawah ini:

**Tabel III. 2 Kisi-Kisi Instrumen Pretest dan Posttest**

<b>Materi</b>	<b>Jenis Soal</b>	<b>Indikator Soal</b>	<b>Nomor Soal dan Ranah Kognitif</b>	<b>Jlh Soal</b>
<b>Bioteknologi Konvensional</b>	<b>Essay (Pretest)</b>	Menjelaskan pengertian bioteknologi konvensional dan contohnya	1 (C1)	1
		Menjelaskan proses fermentasi pada tempe, tape, dan teh kombucha	2 (C2)	1
		Menyebutkan pemanfaatan / olahan pangan dari tempe dan tape secara tradisional	3 (C2)	1
		Menjelaskan prosedur pembuatan tempe dan tape berdasarkan gambar	4 (C3)	1
		Mengisi tabel berdasarkan bahan, prosedur pembuatan, dan manfaat produk (tempe, tape, kombucha)	5 (C3)	1
<b>Bioteknologi Konvensional &amp; Modern</b>	<b>Essay (Posttest)</b>	Menjelaskan perbedaan bioteknologi konvensional dan	1 (C4)	1

		bioteknologi modern		
		Menjelaskan perbedaan fermentasi aerob dan anaerob	2 (C2)	1
		Menyebutkan pemanfaatan / olahan pangan tempe dan tape secara modern	3 (C2)	1
		Menuliskan langkah-langkah pembuatan teh kombucha	4 (C3)	1
		Membuat slogan/poster menarik tentang bioteknologi konvensional	5 (C6)	1

## 2. Teknik Pengumpulan Data

### a. Angket

Angket (kusioner) digunakan untuk memperoleh informasi dari responden pada penelitian ini adalah ahli materi, ahli media, ahli bahasa, guru dan siswa kelas XI MAN 2 Padang Lawas Lembar Validasi Ahli Materi. Instrumen validasi ahli materi digunakan untuk mengetahui seberapa dalam materi yang disampaikan dan relevansinya terhadap capaian pembelajaran. Kisi-kisi instrument ahli materi:

**Tabel III. 3**  
**Validasi Ahli Materi**

No	Indikator	Jumlah Butir
1	Kesesuaian tujuan pembelajaran dengan CP dan ATP	1
2	Kelengkapan materi	1
3	Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran	1
4	Kejelasan penyampaian materi	1
5	Sistematika penyampaian materi	1

6	Kesuaian evaluasi dengan tujuan pembelajaran	1
7	Kesesuaian evaluasi dengan materi	1
8	Kemudahan dalam memahamimateri	1
Total Butir Isntrumen		8

b. Lembar Validasi Ahli Media

Lembar validasi ahli media berisikan pertanyaan tentang kriteria yang harus ada dalam suatu media agar dianggap layak digunakan dalam pembelajaran melalui instrument ini diterapkan dapat diketahui nilai kevalidan media. Instrument ini didasarkan pada teori kriteria media pembelajaran yang baik mengacu pada teori asyhar dan arsyad yang dimodifikasi. Kisi-kisi instrument modul ajar berbasis digital:

**Tabel III. 4**  
**Validasi Ahli Media**

Aspek	No	Indikator	Jumlah Butir
Efektivitas	1	Efektivitas dan efesien dalam pengembangan	1
	2	Efektif dan efesien dalam pengguna	1
Cocok dengan sararan	3	Kesesuaian tampilan, narasi, dan gaya Bahasa pada LKPD dengan karakteristik kebutuhan belajar siswa	1
Kemudahan	4	Mempermudah siswa memahami materi	1
	5	LKPD mudah digunakan kapan dan Dimana saja	1
Aspek penyajian	6	Kejelasan penyajian teks, gambar, dan warna pada LKPD	1
Kesesuaian	7	Kesesuaian pemilihan huruf	1
	8	Kesesuaian tata letak pola desain	1
Kerapian	9	Kerapian desain	1

Menarik	10	Keseluruhan LKPD dikemas menarik dan mendukung kegiatan belajar siswa	1
Total Butir Istrument			10

c. Lembar Validasi Ahli Bahasa

Validasi ahli bahasa bertujuan untuk mendapatkan data berupa penilaian, pendapatan atau sarana terkait ketepatan dan kesesuaian Bahasa yang digunakan dalam LKPD yang dikembangkan. Adapun instrument untuk validasi ahli Bahasa:

**Tabel III.5**  
**Validasi Ahli Bahasa**

Aspek Penilaian	No	Deskripsi	Jumlah Butir
Aspek Kebahasaan	1	Bahasa mudah dipahami siswa	
	2	Menggunakan Bahasa Indonesia yang sesuai dengan EYD	
	3	Kesesuain Bahasa dengan rangka berpikir siswa	
	4	Kejelasan informasi yang dipahami	
	5	Ketepatan dialog/teks dengan materi	
	6	Penggunaan Bahasa mendukung kemudahan memahhami alur materi	
	7	Penggunaan Bahasa yang tetap santun dan tidak mengurangi nilai-nilai pendidikan	
	8	Teks dialog yang digunakan dalam LKPD dapat memberikan penjelasan dengan baik	
Total Butir Instrumen			

d. Angket Respon Guru terhadap Penggunaan

LKPD ini berisi pernyataan mengenai manfaat LKPD yang

dirasakan setelah menggunakan E- LKPD oleh guru. Pengisian pernyataan dalam angket dilakukan dengan menandai kotak centang (✓) pada pilihan jawaban yang telah tersedia kisi-kisi angket respon guru terhadap penggunaan LKPD.

**Tabel III. 6**  
**Soal Test Kisi-kisi Angket Respon Guru terhadap LKPD**

No	Indikator	Deskripsi	Jumlah Butir
1	Kelayakan Isi	Kesesuaian materi dalam video pembelajaran dengan kurikulum	1
		Kesesuaian materi yang disajikan dalam LKPD dikembangkan disajikan mempermudah siswa memahami materi pembelajaran	1
		LKPD pembelajaran yang dikembangkan disajikan mempermudah siswa memahami materi pembelajaran	1
		Materi yang disajikan dalam LKPD dikembangkan dengan lengkap	1
		Video pembelajaran yang dikembangkan mampu meningkatkan minat dan kemampuan kognitif siswa	1
2	Kebahasaan	Bahasa yang digunakan dalam LKPD mudah dipahami	1
3	Sajian kegrafisan	LKPD yang dikembangkan disajikan dapat menarik perhatian	1
		Materi dalam video pembelajaran disajikan secara berurutan dan lengkap	1
Jumlah			8

e. Angket Respon Siswa terhadap Penggunaan

LKPD ini bertujuan untuk mengetahui respon dan tanggapan siswa terhadap LKPD yang dikembangkan sehingga didapatkan Tingkat kepraktisan. Menurut Romi Satria Wahono menyatakan bahwa kisi-kisi

angket pendapat siswa dapat diubah dengan mempertimbangkan aspek dan kriteria penilaian pengembangan LKPD.

**Tabel III.7**  
**Kisi-kisi Angket Respon Siswa terhadap LKPD**

No	Indikator	Deskripsi	Jumlah Butir
1	Tampilan LKPD	Tampilan LKPD yang disajikan menarik	1
		Penggunaan LKPD membuat belajar biologi lebih menyenangkan	1
		Keberadaan LKPD ajar penting bagi siswa untuk membantu dan mempermudah kegiatan belajar mengajar	1
		LKPD melatih keterampilan mendukung siswa dalam mereka	1
2	Penggunaan Bahasa	Bahasa yang digunakan dalam LKPD mudah untuk dipahami	1
3	Penggunaan LKPD	LKPD memberikan informasi materi dengan jelas	1
4	Fungsi LKPD	LKPD dapat digunakan untuk Meningkatkan prestasi belajar	1
		Materi bioteknologi konvensional yang disampaikan dengan menggunakan LKPD lebih mudah untuk di Mengerti	1
Jumlah			8

## 2. Tes

Tes yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes tertentu berbentuk esai sebanyak 30 butir dengan empat alternatif jawaban (*option*). Dalam format essay setiap jawaban benar dinilai dengan skor 4 sedangkan yang tidak menjawab dinilai dengan skor 0.

**Tabel III. 8**  
**Kisi-kisi Bioteknologi Konvensional**

No	Indikator	Nomor soal
1	Mengkaji tentang bioteknologi konvensional secara individu berdasarkan dari buku	1,2,3,4
2	Menyebutkan zat makanan yang terdapat pada makanan tempe, tape, dan teh kombucha	5,6,7,8,9
3	Menyebutkan fungsi zat makanan tersebut	10,11,12,,13,14,15
4	Mengaitkan zat makanan dengan Kesehatan organ sistem pencernaan makanan pada manusia	16,17,18,19,20
5	Menguraikan fungsi-fungsi dari makanan tersebut	21,22,23,24,25
6	Menjelaskan bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan	26,27,28
7	Menjelaskan cara pembuatan makanan dengan proses fermentasi	29,30

### a. Pengembangan Instrumen

Menguji kelayakan instrumen yang digunakan

#### 1. Angket validasi ahli

Validitas dilakukan untuk melihat tingkat kevalidan LKPD yang dikembangkan. Validasi oleh ahli desain LKPD dimaksudkan untuk melihat kevalidan LKPD dilihat dari syarat konstruksi dan syarat teknis. Validasi oleh ahli materi dimaksudkan untuk melihat kevalidan

LKPD dilihat dari syarat didaktik dan pendekatan. Uji validitas dilakukan menggunakan lembar validasi. Lembar validasi LKPD ini menggunakan format skala perhitungan *rating scale* atau skala bertingkat, yakni suatu ukuran subjektif yang dibuat berskala. Oleh karena itu, angket uji validitas dan angket uji praktikalitas pada penelitian ini disusun menurut skala perhitungan *rating scale*.

**Table III. 9 Skala Angket**

<b>JAWABAN ITEM INSTRUMEN SKOR</b>	<b>SKOR</b>
<b>Sangat Setuju</b>	<b>5</b>
<b>Setuju</b>	<b>4</b>
<b>Kurang Setuju</b>	<b>3</b>
<b>Tidak Setuju</b>	<b>2</b>
<b>Sangat Tidak Setuju</b>	<b>1</b>

Pada instrumen ini, skala penilaian komponen dalam lembar validasi berada dalam *range* 1 sampai 5. Untuk jawaban “sangat setuju” diberi skor 5, jawaban “setuju” diberi skor 4, jawaban “cukup setuju” diberi skor 3, jawaban “kurang setuju” diberi skor 2, dan untuk jawaban “sangat tidak setuju” diberi skor 1.

## 2. Angket Praktikalitas

Praktikalitas dimaksudkan untuk mengetahui tingkat keterpakaian LKPD yang dikembangkan, yakni praktis, mudah dipahami dan mudah dalam penggunaannya serta menurut *review* keterlaksanaan LKPD tergolong baik atau sangat baik. Angket praktikalitas dilakukan dengan mengimplementasikan produk kepada siswa, yakni ke kelompok kecil dan kelompok besar/terbatas. Angket praktikalitas dilakukan

menggunakan angket praktikalitas untuk guru dan siswa.

Angket paraktikalitas diberikan kepada 2 orang pendididk dan 20 orang siswa untuk praktikalitas kelas diluar daripada sampel penelitian Sebelum angket praktikalitas siswa yang telah dirancang diberikan kepada siswa, angket tersebut terlebih dahulu divalidasi oleh validator instrumen. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah angket yang dirancang tersebut sudah valid atau belum. Aspek yang dinilai terdiri dari format angket, bahasa yang digunakan serta isi pernyataan angket. Angket respons siswa ini akan digunakan sebagai uji praktikalitas.

Dimana dengan angket ini peneliti akan mengetahui sejauh mana tingkat kepraktisan LKPD berbasis digital telah digunakan. Angket ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana tingkat praktikalitas LKPD dalam pembelajaran. Maka dari itu, angket respons siswa ini dirancang dengan meminta pendapat siswa terhadap kemudahan pemakaian dan pemahaman materi yang dipelajari. Aspek penilaian atau komponen penilaian yang terdapat pada angket ini ialah tentang tampilan LKPD, proses penggunaan, serta efisiensi waktu.

Angket ini menggunakan format skala bertingkat atau *rating scale*. Dimana skala penilaian angket ini berada diantara 1 sampai 5. Untuk jawaban “sangat setuju” diberi skor 5, jawaban “setuju” diberi skor 4, jawaban “cukup setuju” diberi skor 3, jawaban “kurang setuju” diberi skor 2, dan untuk jawaban “sangat tidak setuju” diberi skor 1.

3. Tes

Analisis uji coba instrumen dilakukan dengan melihat kualitas instrumen berdasarkan kriteria tertentu. Kriteria tersebut di antaranya validitas, reliabilitas, daya pembeda, dan tingkat kesukaran.

#### 1) Validitas Soal

Ciri pertama dari tes hasil belajar yang baik adalah bahwa tes hasil belajar tersebut bersifat valid atau memiliki validitas.<sup>33</sup>

$$r_{xy} = \frac{N\sum XY - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{(N\sum X^2 - (\sum X)^2)(N\sum Y^2 - (\sum y)^2)}}$$

Sebuah tes dikatakan memiliki validitas apabila tes tersebut mengukur apa yang seharusnya diukur. Dalam penelitian ini, peneliti akan mengukur validitas butir soal untuk mengetahui tinggi rendahnya validitas masing-masing butir soal. Adapun rumus yang digunakan adalah rumus *Pearson Product Moment* yaitu:<sup>34</sup>

$r_{xy}$  = koefisien korelasi suatu butir/item

$N$  = jumlah subjek (responden)

$X$  = skor suatu butir/item

$Y$  = skor total

<sup>33</sup> Siregar, Sofian. *Statistik Pendidikan: Metode Kuantitatif untuk Analisis Data Pendidikan*. Jakarta: Rajawali Pers, 2020, hlm. 125.

<sup>34</sup> Sugiyono. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2021, hlm.183.

Setelah setiap butir soal dihitung besarnya koefisien korelasi dengan skor totalnya, maka langkah selanjutnya adalah menghitung uji- $t$  dengan rumus sebagai berikut:

$$t_{hitung} = \frac{r \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

Keterangan:

$t_{hitung}$  = nilai  $t$  hitung

$r$  = koefisien korelasi hasil  $r$  hitung

$n$  = jumlah responden

Nilai  $t_{tabel}$  diperoleh berdasarkan tabel nilai  $t$  pada taraf signifikan  $\alpha = 5\%$  atau  $0,05$  untuk uji dua pihak dan derajat kebebasan  $dk = n - 2$ . Adapun kaidah yang digunakan adalah:

- 1) Jika  $t_{hitung} > t_{tabel}$ , berarti valid
- 2) Jika  $t_{hitung} \leq t_{tabel}$ , berarti tidak valid

Berikut hasil perhitungan validitas butir soal yang disajikan dalam tabel berikut:

**Tabel III. 10**  
**Hasil perhitungan validitas butir soal**

No soal	Koefisien Korelasi $r_{hitung}$	Harga $t_{hitung}$	Harga $t_{tabel}$	Keputusan
1	0,775	3,466	1,860	Valid
2	0,836	4,317	1,860	Valid
3	0,898	5,779	1,860	Valid
4	0,816	3,997	1,860	Valid
5	0,613	2,196	1,860	Valid

## 2) Reliabilitas Soal

Suatu tes dikatakan reliabel apabila skor-skor atau nilai-nilai yang diperoleh testee adalah stabil, kapan dan dimana saja ataupun oleh siapa saja tes itu dilaksanakan, diperiksa, dan dinilai. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan rumus *Alpha*, karena rumus *Alpha* dapat digunakan untuk mencari reliabilitas instrumen yang

$$S_i = \frac{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{N}}{N}$$

skornya bukan 1 dan 0, misalnya angket atau soal bentuk uraian.

Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:<sup>35</sup>

- a) Menghitung varians skor setiap butir soal dengan rumus:
- b) Mencari jumlah varians skor item secara keseluruhan dengan menggunakan rumus berikut:

$$\sum_i S = S_{i1}^2 + S_{i2}^2 + S_{i3}^2 + S_{i4}^2 + S_{i5}^2$$

- c) Menghitung varians total ( $S^2$ ) dengan menggunakan rumus berikut:

$$S_t = \frac{\sum X_t^2 - \frac{(\sum X_t)^2}{N}}{N}$$

- d) Mencari koefisien reliabilitas tes dengan menggunakan rumus alpha:

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1}\right) \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2}\right)$$

<sup>35</sup> Arikunto, Suharsimi. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta, 2021, hlm. 239.

Keterangan:

$S^2$  = Varians skor butir soal (item)

$X_i$  = Skor butir soal

$X_t$  = Skor total

$N$  = Jumlah *testee*

$S_t^2$  = Varians total

$n$  = Banyaknya butir soal yang dikeluarkan dalam tes

$r_{11}$  = Koefisien reliabilitas tes

Adapun pemberian interpretasi terhadap koefisien reliabilitas tes menggunakan patokan sebagai berikut:<sup>36</sup>

**Tabel III. 11**  
**Klasifikasi Koefisien Reliabilitas**

Besar $r$	Interpretasi
$0,90 \leq r \leq 1,00$	Sangat tinggi
$0,70 \leq r < 0,90$	Tinggi
$0,40 \leq r < 0,70$	Sedang/ Cukup
$0,20 \leq r < 0,40$	Rendah
$r < 0,20$	Sangat rendah

Berdasarkan hasil perhitungan reliabilitas tes diperoleh koefisien reliabilitastes ( $r_{11}$ ) sebesar 0,840. Jika hasil ( $r_{11}$ ) dikonsultasikan dengan nilai tabel  $r$  *Product Moment* dengan  $dk = n - 2 = 10 - 2 = 8$ , signifikansi 5% maka diperoleh  $r_{tabel} = 0,707$ . Adapun keputusan didasarkan pada kaidah berikut:

a) Jika  $r_{11} \geq r_{tabel}$  berarti reliabel

<sup>36</sup> Sugiyono. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta, 2021, hlm. 183.

b) Jika  $r_{11} < r_{tabel}$  berarti tidak reliabel

Dengan koefisien reliabilitas ( $r_{11}$ ) sebesar 0,840, dapat dinyatakan bahwa instrumen penelitian bentuk tes uraian dengan menyajikan lima butir soal dan diikuti oleh 10 *testee* tersebut sudah memiliki reliabilitas tes yang tinggi, sehingga dapat dinyatakan pula bahwa instrumen penelitian yang digunakan sudah memiliki kualitas yang baik.

### 3) Daya Pembeda Soal

Daya pembeda merupakan kemampuan suatu butir tes hasil belajar dalam membedakan *testee* yang berkemampuan tinggi dengan *testee* yang berkemampuan rendah.<sup>37</sup> Daya pembeda dapat diketahui melalui besar kecilnya angka indeks diskriminasi item dan disimbolkan dengan huruf DP (*discriminatory power*). Daya pembeda suatu soal tes dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:<sup>38</sup>

$$DP = \frac{SA - SB}{\frac{1}{2} N(S_{max} - S_{min})}$$

Keterangan:

DP	= Daya Pembeda
SA	= Jumlah skor kelompok atas
SB	= Jumlah skor kelompok bawah
N	= Jumlah siswa pada kelompok atas dan bawah

<sup>37</sup> Arifin, Zainal. *Evaluasi Pembelajaran: Prinsip, Teknik, Prosedur*. Bandung: Remaja Rosdakarya, 2020, hlm. 272.

<sup>38</sup> Arikunto, Suharsimi. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara, 2021, hlm. 223.

$S_{max}$  = Skor maksimum

$S_{min}$  = Skor minimum

Adapun klasifikasi daya pembeda adalah sebagai berikut:

**Tabel III. 12 Klasifikasi daya pembeda**

Nilai	Interpretasi Daya Pembeda
$0,70 < DP \leq 1,00$	Sangat Baik
$0,40 < DP \leq 0,70$	Baik
$0,20 < DP \leq 0,40$	Cukup
$0,00 < DP < 0,20$	Buruk
$DP \leq 0,00$	Sangat Buruk

#### 4) Tingkat kesukaran soal

Bermutu atau tidaknya suatu soal dapat diketahui dengan melihat tingkat kesukaran atau taraf kesulitan yang dimiliki oleh masing- masing butir item tersebut. Tingkat kesukaran tersebut dapat diketahui dengan besar kecilnya angka indeks kesukaran item (*difficulty index*). Adapun rumus yang digunakan untuk mencari indeks kesukarannya adalah sebagai berikut:<sup>39</sup>

$$TK = \frac{[SA + SB [S_{min}]]}{T [S_{max} - S_{min}]}$$

Keterangan:

$TK$  = Tingkat kesukaran soal

$SA$  = Jumlah skor kelompok atas

$SB$  = Jumlah skor kelompok bawah

<sup>39</sup> Sudijono, Anas. Pengantar Evaluasi Pendidikan. Jakarta: Rajawali Pers, 2021, hlm. 370.

$T$  = Jumlah siswa pada kelompok atas dan bawah

$S_{max}$  = Skor maksimum

$S_{min}$  = Skor minimum

Adapun interpretasi terhadap tingkat kesukaran soal dapat dilihat pada tabel berikut:<sup>40</sup>

**Tabel III. 13**  
**Interpretasi terhadap tingkat kesukaran soal**

Nilai Tingkat Kesukaran	Interpretasi
$TK = 0,00$	Terlalu Sukar
$0,00 < TK \leq 0,30$	Sukar
$0,30 < TK \leq 0,70$	Sedang
$0,70 < TK \leq 1,00$	Mudah
$TK = 1,00$	Terlalu Mudah

#### a. Teknik Analisis Data

Data yang digunakan peneliti, dalam penelitian ini yaitu dengan cara mengumpulkan data melalui instrument pengumpulan data, kemudian dianalisis dengan deskriptif kuantitatif, selanjutnya dikonversikan ke data kualitatif dengan skala likert terendah 1 dan tertinggi 4. Analisis yang akan dilakukan sebagai berikut:

##### 1. Analisis Validitas LKPD

Data dari hasil validasi ahli media dan ahli materi dianalisis untuk mengetahui tingkat kevalidan LKPD. Pengumpulan data mengenai LKPD menggunakan angket validasi dengan beberapa aspek dan indikator sesuai dengan kesesuaian media, dan kesesuaian materi yang dikembangkan. Angket validitas ahli berisi kisi kisi mengenai kriteria

---

<sup>40</sup> Sudijono, Anas. *Pengantar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Rajawali Pers, 2021, hlm. 372.

dari LKPD yang dikembangkan. Data diperoleh dari skor penilaian lembar validasi ahli media dan ahli materi. Penilaian untuk lembar validasi sebagai berikut:<sup>41</sup>

**Tabel III. 14**  
**Kategori Validasi Produk**

<b>Data Kualitatif</b>	<b>Sekor</b>
Sangat Baik	4
Baik	3
Kurang Baik	2
Sangat Kurang	1

Data yang terkumpul dihitung skor rata-ratanya dengan rumus presentase:

$$P = \frac{\sum x}{\sum xi} \times 100\%$$

Keterangan:

P = presentase

$\sum$  = jumlah keseluruhan penilaian ahli setiap aspek

$\sum i$  = jumlah keseluruhan nilai ideal setiap aspek

Untuk menafsirkan hasil analisis data, digunakan interpretasi sebagai berikut:<sup>42</sup>

---

<sup>41</sup> Tegeh, I Made, dkk. *Model Penelitian Pengembangan*. Singaraja: Universitas Pendidikan Ganesha Pers, 2020, hlm. 45.

<sup>42</sup> Riduwan. *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta, 2021, hlm. 89.

**Tabel III . 15**  
**Kriteria Kevalidan**

Skor Presentase (%)	Tingkat Validitas
85,01% - 100,00%	Sangat Valid
70,01% - 85,00%	Cukup Valid
50,01% - 70,01%	Kurang Valid
01,00% - 50,01%	Tidak Valid

LKPD sebagai media pembelajaran pada materi bioteknologi konvensional dianggap valid secara teoritis apabila rata-rata validasi dikategorikan cukup valid atau sangat valid.

2. Analisis Kepraktisan data yang digunakan dalam perhitungan analisis data penelitian siswa untuk menentukan kepraktisan penggunaan modul digital menggunakan 4 skala likert yang akan dianalisis untuk mengetahui kepraktisan LKPD. Penilaian skala likert akan dijelaskan pada tabel di bawah ini.

**Tabel III. 16**  
**Nilai Praktikalitas Produk**

Data Kualitatif	Skor
Sangat Baik	4
Baik	3
Kurang Baik	2
Sangat Kurang Baik	1

Keterangan:

Data yang terkumpul dihitung skor rata-ratanya dengan rumus presentase

$$P = \frac{\sum x}{\sum xi} \times 100\%$$

P = presentase

$\sum$  = jumlah keseluruhan penilaian ahli setiap aspek

$\sum i$  = jumlah keseluruhan nilai ideal setiap aspek

Hasil yang diperoleh diinterpretasikan dengan menggunakan kriteria berikut.

**Tabel. III. 17**

**Kategori Penilaian Praktikalitas Produk<sup>48</sup>**

Skor Presentase (%)	Tingkat Praktikalitas
$80 < P \leq 100$	Sangat Praktis
$60 < P \leq 80$	Praktis
$40 < P \leq 60$	Cukup Praktis
$20 < P \leq 40$	Kurang Praktis
$P \leq 20$	Tidak Praktis

**Tabel III. 18**  
**Efektivitas Produk**

No	Indikator	Skor Penilaian			
		1	2	3	4
1	Apakah anda mengikuti pembelajaran bioteknologi konvensional dengan perasaan senang				
2	Apakah anda bersemangat belajar bioteknologi konvensional ketika guru mengajar dengan menggunakan LKPD				

3	Apakah LKPD mengukur kreativitas belajar anda				
4	Apakah anda merasa memahami materi pelajaran bioteknologi konvensional setelah menggunakan LKPD				
5	Apakah anda mengalami kesulitan dalam memahami materi bioteknologi konvensional saat menggunakan LKPD				
Jumlah skor					

Langkah-langkah penganalisaan sebagai berikut:

1. Menghitung hasil dengan rumus berikut:

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

keterangan: P = Persentase aktivitas siswa

F = Frekuensi siswa yang melaksanakan aktifitas N = Jumlah siswa

#### a. Uji Efektivitas

##### 1. Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk mengetahui apakah persebaran data skor sampel kelas Kontrol dan kelas eksperimen normal atau tidak. Teknik pengujian yang digunakan adalah *Uji lilifors* menggunakan hipotesis sebagai berikut:

H<sub>0</sub> : Data berdistribusi normal

H<sub>1</sub> : Data tidak berdistribusi normal

Adapun langkah – langkah untuk menguji normalitas adalah sebagai berikut: <sup>49</sup>

- 1) Peneliti menyusun nilai raport

- 2) Menghitung rerata nilai dan simpangan baku
- 3) Membuat table untuk membantu menghitung normalitas
- 4) Menghitung frekuensi dari nilai raport
- 5) Menghitung nilai z dari setiap skor dengan rumus

$z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s}$  dimana  $\bar{x}$  adalah rata - rata sampel dan s adalah simpangan baku

- 6) Untuk setiap bilangan baku, dan menggunakan daftar distribusi normal baku, kemudia dihitung peluang

$$F(Z_i) = P(z \leq Z_i)$$

- 7) Setelah itu dihitung frekuensi kumulatif  $z_1, z_2, \dots, z_n$  yang lebih kecil atau sama dengan  $Z_i$ .

Banyaknya  $z_1, z_2, \dots, z_n \leq z_i$

$$S(Z_i) = \frac{\text{Banyaknya } z_1, z_2, \dots, z_n \leq z_i}{n}$$

- 8) Selanjutnya dihitung selisih  $F(z_i) - S(z_i)$  dan tentukan harga mutlak
- 9) Peneliti memilih nilai paling besar diantara selisih nilai mutlak tersebut. Sebutlah selisih harga mutlak dengan *Lhitung* Penolakan atau penerimaan Hipotesis nol, dilakukan dengan cara membandingkan *Lhitung* dengan *Ltabel* dengan taraf signifikan 5%. Jika  $Lhitung < Ltabel$  maka  $H_0$  diterima atau data bersifat normal. Jika  $Lhitung \geq Ltabel$  maka  $H_0$  ditolak atau data bersifat tidak normal.

## 2. Uji Homogenitas

Uji Homogenitas digunakan untuk mengetahui apakah data yang diperoleh homogen atau tidak. Selain itu Uji homogenitas juga dilakukan untuk menyelidiki kelompok data yang digunakan untuk kelas Kontrol dan kelas eksperimen memiliki varian yang sama atau tidak.<sup>50</sup>

Uji Homogenitas ini dilakukan dengan kriteria sebagai berikut:

$H_0$  = Data bervarians homogen

$H_1$  = Data bervarians tidak homogen

Penelitian ini menggunakan Uji Homogenitas dua varians, dengan rumus :

$$FF = \frac{S^2_2}{S^2_1} \text{ Dimana } S^2 = \frac{n\sum x^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}$$

Keterangan :

F = Homogenitas

$S^2_1$  = Varians Terbesar

$S^2_2$  = varians Terkecil

$H_0$  diterima Jika  $F_h \leq F_t$

$H_0$  ditolak Jika  $F_h \geq F_t$

## 3. Uji kesamaan Rata – rata

Uji kesamaan rata- rata digunakan untuk memperoleh nilai rata -rata kemampuan pemecahan masalah kelas Kontrol dan kelas eksperimen apakah sama atau tidak. Untuk hipotesis kesamaan rata -rata data awal dalam penelitian ini adalah:<sup>51</sup>

$H_0 = \mu_1 = \mu_2$  (rata – rata nilai raport kedua kelas sama)

$$t_{hitung} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S_{gabungan} \sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2}}}$$

$$\text{Dimana } S_{gabungan} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

$H_1 = \mu_1 \neq \mu_2$  (rata – rata nilai raport kedua kelas tidak sama)

Keterangan:

$\bar{x}_1$  = Rerata kemampuan kelas Kontrol

$\bar{x}_2$  = Rerata kemampuan kelas

eksperimen  $S_1^2$  = variabel

kemampuan kelas kontrol  $S_2^2$  =

variasi kemampuan kelas

eksperimen

$n_1$  = Banyaknya siswa kelas kontrol

$n_2$  = Banyaknya siswa kelas Eksperimen

Dengan Kriteria, Jika Signifikan  $> 0,05$  maka

$H_0$  diterima, jika signifikan  $< 0,05$  maka  $H_0$

ditolak. Dengan asumsi hipotesis:

a) Jika  $t_{hitung} \leq t_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima.

b) Jika  $t_{hitung} \geq t_{tabel}$  maka  $H_0$  ditolak.

#### 4. Uji perbedaan rata-rata

Eksperimen dan Kelas Kontrol untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan kemampuan pemecahan masalah matematis antara kelas eksperimen dan kelas kontrol setelah diberikan *posttes*.

$H_0: \mu_1 \leq \mu_2$  = Rata – rata kelas eksperimen kurang dari atau sama

dengan kelas control

$H_0: \mu_1 > \mu_2$  = Rata – rata kemampuan pemecahan masalah kelas eksperimen lebih dari kelas kontrol.

Dimana pengujian dilakukan menggunakan rumus:

$$t' \geq \frac{W_1 t_1 + W_2 t_2}{W_1 + W_2}$$

Keterangan:

$S_1$  = Simpangan baku kelas eskpermen

$S_2$  = Simpangan baku kelas kontrol

$n_1$  = Jumlah kelas eksperimen

$n_2$  = Jumlah kelas kontrol

$$w_1 = \frac{S_1}{n_1}$$

$$w_2 = \frac{S_2}{n_2}$$

$$t_1 = t_{1-(1-2\alpha)(n_1-1)}$$

Dengan kriteria uji  $H_0$  ditolak apabila  $t < (t_{1-a})$  dengan daftar distribusi t adalah  $(1 - a)$  dan dk masing – masing  $(n - 1)$

##### 5. Pengujian Hipotesis Secara Simultan (Uji F)

$$F = \frac{(n - k - 1)R^2 Y X_1 X_2}{k \times (1 - R^2 Y X X^1)^2}$$

Uji F digunakan untuk mengetahui apakah variabel independen secara bersama-sama mempunyai pengaruh terhadap

variabel dependen. Uji F dirumuskan sebagai berikut:

Keterangan:

$R^2$  : Koefisien Determinasi X1, X2 dan Y

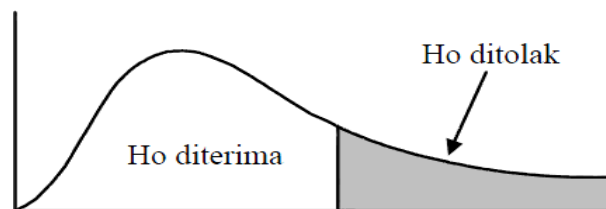
$k$  : Banyaknya variabel

$n$  : Jumlah observasi

Setelah mendapatkan F hitung ini, kemudian dibandingkan dengan nilai  $F_{tabel}$  dengan tingkat signifikan sebesar 0,005 atau 5%.

Adapun kriteria sebagai berikut:

- (1)  $H_0$  ditolak jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$
- (2)  $H_0$  diterima jika  $F_{hitung} \leq F_{tabel}$
- (3) Jika angka signifikan  $\geq 0,05$  maka  $H_0$  tidak ditolak
- (4) Jika angka signifikan  $< 0,05$  maka  $H_0$  ditolak



**Gambar III.2**  
**Daerah Penolakan Hipotesis**

Kemudian akan diketahui hipotesis dalam penelitian ini secara simultan ditolak atau tidak, adapun hipotesis secara simultan (Uji Statistik F) yaitu sebagai berikut:

$H_0 = 0$  Tidak terdapat pengaruh antara Efektivitas Penerapan LKPD terhadap minat dan kemampuan kognitif siswa

$H_a \neq 0$  Terdapat pengaruh antara Efektivitas Penerapan LKPD terhadap minat dan kemampuan kognitif siswa.

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Penelitian

Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) pada materi Bioteknologi Konvensional melalui kegiatan praktikum pembuatan tempe, tape, dan teh kombucha untuk kelas XI MAN 2 Padang Lawas. LKPD ini disusun mengacu pada Kurikulum 2013 dan disesuaikan dengan Kompetensi Dasar (KD) serta tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. LKPD terdiri dari beberapa komponen utama:

- 1) Cover dengan desain menarik, memuat judul, identitas mata pelajaran, kelas/semester, dan nama penulis.
- 2) Petunjuk penggunaan bagi peserta didik dan guru.
- 3) Tujuan pembelajaran yang sesuai dengan KD dan indikator.
- 4) Materi ringkas mengenai bioteknologi konvensional, fermentasi, serta deskripsi singkat tempe, tape, dan teh kombucha.
- 5) Langkah-langkah praktikum yang dilengkapi gambar dan tabel pengamatan.
- 6) Pertanyaan diskusi untuk melatih kemampuan berpikir kritis.
- 7) Refleksi dan kesimpulan.
- 8) Uji kompetensi untuk mengukur pemahaman peserta didik.

Produk ini dibuat dalam bentuk cetak (*hardcopy*) dan file PDF interaktif (*softcopy*) agar dapat digunakan dalam pembelajaran tatap muka maupun blended learning.

## 1. Hasil Tahap *Analysis* (Analisis)

Tahap *Analysis* merupakan tahapan pertama dari model pengembangan ADDIE. Pada tahap ini terdapat dua aspek yang dianalisis, yaitu analisis kebutuhan dan analisis kurikulum. Hasil dari kedua aspek tersebut diperoleh melalui wawancara dengan guru biologi di MAN 2 Padang Lawas serta penyebaran angket kepada siswa kelas XI IPA untuk mengidentifikasi permasalahan dan kebutuhan pembelajaran pada materi Bioteknologi Konvensional.

### a. Analisa Kebutuhan

Analisis kebutuhan merupakan langkah awal yang krusial dalam pengembangan LKPD pada materi Bioteknologi Konvensional. Hasil dari tahap ini menjadi landasan penting bagi pengembangan bahan ajar yang relevan dan efektif digunakan dalam pembelajaran. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan yang dilakukan melalui wawancara dengan guru biologi kelas XI IPA di MAN 2 Padang Lawas, diperoleh informasi bahwa LKPD yang digunakan sebelumnya pada materi Bioteknologi Konvensional belum sepenuhnya memenuhi kebutuhan siswa.

Instruksi praktikum pada materi bioteknologi konvensional masih kurang jelas dan minim ilustrasi, sehingga siswa kesulitan memahami langkah pembuatan tempe, tape, dan teh kombucha. Kondisi ini menyebabkan praktikum kurang optimal dan pemahaman konsep rendah. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan LKPD yang

sistematis, komunikatif, dan dilengkapi ilustrasi untuk memandu siswa dalam kegiatan praktikum.

LKPD lama juga cenderung hanya memuat materi secara singkat tanpa memberikan panduan praktikum yang runtut dan terstruktur. Hal ini membuat siswa kurang terarah saat melaksanakan kegiatan eksperimen, bahkan sering kebingungan dalam mengamati proses fermentasi dan menghubungkannya dengan konsep bioteknologi yang telah dipelajari. Selain itu, keterbatasan media visual seperti gambar dan tabel pengamatan menyebabkan pembelajaran menjadi kurang menarik dan kurang mampu memfasilitasi siswa dengan gaya belajar visual.

Kekurangan lainnya adalah LKPD sebelumnya belum mampu mengembangkan keterampilan proses sains secara optimal, seperti kemampuan mengamati, menganalisis data, berpikir kritis, dan bekerja sama dalam kelompok. Materi yang ada lebih berfokus pada definisi dan konsep, sehingga siswa cenderung menghafal tanpa memahami secara mendalam “bagaimana” dan “mengapa” proses bioteknologi konvensional terjadi.

Pengembangan LKPD baru yang berbasis praktikum dinilai sangat penting digunakan, dirancang dengan panduan yang jelas, ilustrasi pendukung, tabel pengamatan, dan pertanyaan diskusi. LKPD yang dikembangkan tidak hanya berfungsi sebagai panduan teknis, tetapi juga sebagai media pembelajaran yang memicu keterlibatan aktif,

diskusi, refleksi, serta membantu siswa mengaitkan konsep bioteknologi dengan kehidupan sehari-hari.

Pengembangan LKPD berbasis praktikum menawarkan solusi dengan memberikan kesempatan kepada siswa untuk belajar secara langsung melalui kegiatan eksperimen, mengamati proses fermentasi, dan mengaitkan konsep bioteknologi dengan kehidupan sehari-hari. Melalui pendekatan ini, siswa tidak hanya menghafal definisi dan konsep, tetapi juga memahami bagaimana dan mengapa proses tersebut terjadi. LKPD ini juga dirancang untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis, keterampilan ilmiah, serta kemampuan bekerja sama dalam kelompok.

Penggunaan LKPD yang dilengkapi gambar, tabel pengamatan, dan pertanyaan diskusi dapat mengukur kreativitas siswa serta keterlibatan siswa dalam pembelajaran. Dengan panduan yang jelas, LKPD ini membantu siswa untuk fokus pada tujuan pembelajaran sekaligus memfasilitasi guru dalam mengarahkan proses praktikum. Namun, perancangannya harus dilakukan secara strategis agar LKPD tidak hanya menjadi panduan teknis, tetapi juga dapat memicu diskusi, refleksi, dan pemahaman mendalam sesuai tujuan pembelajaran pada materi Bioteknologi Konvensional.

b. Analisis Kurikulum

Berdasarkan hasil wawancara dengan salah satu guru di MAN 2 Padang Lawas, diperoleh informasi bahwa MAN 2 Padang Lawas

menerapkan Kurikulum 2013 revisi yang telah disesuaikan dengan prinsip pembelajaran aktif. Materi yang digunakan adalah materi Bioteknologi Konvensional yang diajarkan pada siswa kelas XI IPA. Analisis kurikulum dalam penelitian ini mencakup pemetaan informasi umum, komponen inti, dan komponen pendukung. Informasi umum meliputi identitas bahan ajar (mata pelajaran, jenjang, kelas, semester, dan alokasi waktu), capaian pembelajaran (CP) yang berfokus pada kompetensi memahami konsep dan penerapan bioteknologi konvensional, serta penguatan Profil Pelajar Pancasila seperti bernalar kritis, kreatif, dan bekerja sama.

**Tabel IV.1 Informasi Umum, Komponen Inti, dan Komponen Pendukung LKPD Bioteknologi Konvensional**

No	Aspek	Deskripsi	Contoh dalam LKPD
1	<b>Identitas Modul</b>	Meliputi mata pelajaran, jenjang, kelas, semester, dan alokasi waktu.	Mata pelajaran: Biologi; Kelas: XI IPA; Semester: Genap; Alokasi waktu: 2 × 45 menit per kegiatan praktikum
2	<b>Capaian Pembelajaran (CP)</b>	Kompetensi yang ingin dicapai sesuai dengan perkembangan siswa.	Siswa mampu memahami konsep bioteknologi konvensional, menjelaskan proses fermentasi, dan menerapkannya.
3	<b>Profil Pelajar Pancasila (P5)</b>	Karakter dan kompetensi yang dikembangkan dalam pembelajaran.	Bernalar kritis, kreatif, bergotong royong.
4	<b>Tujuan Pembelajaran</b>	Hasil yang diharapkan setelah siswa menyelesaikan pembelajaran.	Siswa dapat menjelaskan proses fermentasi dan melakukan praktikum pembuatan tempe, tape, dan teh kombucha.
5	<b>Pemahaman Bermakna</b>	Konsep utama yang harus dipahami siswa.	Fermentasi memanfaatkan mikroorganisme untuk mengubah bahan pangan menjadi produk baru yang bermanfaat.

<b>6</b>	<b>Pertanyaan Pemantik</b>	Pertanyaan yang membangun rasa ingin tahu dan mendorong berpikir kritis.	“Mengapa tempe memiliki rasa dan tekstur yang berbeda dibanding kedelai mentah?”
<b>7</b>	<b>Kegiatan Pembelajaran</b>	Rangkaian aktivitas yang dirancang untuk mencapai tujuan pembelajaran.	Mengikuti prosedur praktikum, mengamati hasil fermentasi, mendiskusikan temuan, dan membuat laporan.
<b>8</b>	<b>Lembar Aktivitas Siswa</b>	Tugas atau latihan untuk memperkuat pemahaman.	Tabel pengamatan fermentasi, soal diskusi, latihan evaluasi.
<b>9</b>	<b>Glosarium</b>	Daftar istilah penting dalam pembelajaran.	Fermentasi, mikroorganisme, enzim, substrat.
<b>10</b>	<b>Daftar Pustaka</b>	Referensi yang digunakan dalam penyusunan LKPD.	Buku Biologi SMA, jurnal bioteknologi, sumber daring terpercaya.
<b>11</b>	<b>Lampiran</b>	Materi tambahan seperti media pembelajaran, rubrik penilaian, atau instrumen asesmen.	Foto prosedur praktikum, diagram fermentasi, rubrik penilaian laporan praktikum.

Kurikulum 2013 di MAN 2 Padang Lawas menekankan pembelajaran yang interaktif dan kontekstual, menggali potensi siswa dan guru, serta mempersiapkan peserta didik menghadapi tantangan abad 21. Pendekatan yang digunakan di antaranya adalah inkuiri, kolaboratif, dan berpusat pada siswa. Pendekatan inkuiri mendorong siswa melakukan penyelidikan untuk menjawab pertanyaan terkait proses fermentasi dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari, sedangkan pendekatan kolaboratif melatih kerja sama kelompok selama praktikum. Pendekatan pembelajaran yang diterapkan dalam Kurikulum 2013 pada materi Bioteknologi Konvensional di MAN 2 Padang Lawas mencakup tiga strategi utama, yaitu pendekatan inkuiri, pendekatan kolaboratif, dan pendekatan berpusat pada siswa.

Pendekatan inkuiri menuntut siswa untuk secara aktif melakukan penyelidikan langsung terhadap proses fermentasi, bukan sekadar menerima penjelasan dari guru. Proses ini dimulai dengan mengamati bahan baku yang digunakan, seperti kedelai untuk tempe, singkong atau beras ketan untuk tape, dan teh dengan gula untuk kombucha. Siswa kemudian diarahkan untuk mengikuti prosedur praktikum secara runtut, mulai dari tahap persiapan alat dan bahan, pengolahan bahan baku, penambahan inokulum, hingga proses penyimpanan selama masa fermentasi. Selama kegiatan berlangsung, siswa mencatat setiap perubahan yang terjadi, baik dari segi warna, aroma, tekstur, maupun rasa, pada tabel pengamatan yang telah disediakan dalam LKPD. Setelah praktikum selesai, siswa menganalisis data yang diperoleh untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan fermentasi, seperti kebersihan alat, lama fermentasi, dan suhu lingkungan. Pendekatan ini tidak hanya melatih keterampilan observasi dan pencatatan, tetapi juga mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa dalam menghubungkan teori bioteknologi dengan fenomena nyata yang mereka temui di lapangan.

Pendekatan kolaboratif menekankan pentingnya kerja sama antaranggota kelompok dalam setiap tahapan kegiatan praktikum, sehingga pembelajaran menjadi proses yang saling mendukung dan menguatkan. Dalam pelaksanaan praktikum bioteknologi konvensional, setiap anggota kelompok diberi peran yang jelas, misalnya ada yang

bertugas menyiapkan alat dan bahan, ada yang mengukur dan menimbang bahan baku seperti kedelai, singkong, atau teh, ada yang mengatur proses pencampuran dan penambahan inokulum, serta ada yang bertugas mendokumentasikan dan mencatat data pengamatan. Pembagian tugas ini dirancang agar semua anggota kelompok terlibat aktif, sekaligus melatih tanggung jawab dan keterampilan bekerja sama. Setelah proses praktikum selesai, siswa secara bersama-sama mendiskusikan temuan yang didapatkan, membandingkan hasil antar kelompok, dan menganalisis perbedaan yang terjadi berdasarkan faktor-faktor seperti waktu fermentasi, kualitas bahan, atau kebersihan peralatan. Diskusi ini tidak hanya bertujuan untuk menyatukan hasil pengamatan, tetapi juga untuk melatih kemampuan siswa dalam mengemukakan pendapat, menerima masukan, dan membangun kesimpulan bersama berdasarkan data yang ada.

Pendekatan berpusat pada siswa menempatkan guru sebagai fasilitator yang berperan membimbing, mengarahkan, dan memantau jalannya proses pembelajaran tanpa mendominasi aktivitas kelas. Dalam pendekatan ini, siswa menjadi subjek utama pembelajaran yang aktif mencari, menemukan, dan membangun pengetahuannya sendiri. Pada praktikum bioteknologi konvensional, siswa didorong untuk melakukan pengamatan secara mandiri terhadap bahan dan proses fermentasi, melaksanakan langkah-langkah eksperimen sesuai prosedur yang tercantum dalam LKPD, serta mendokumentasikan setiap temuan

yang diperoleh. Guru memberikan instruksi awal, memastikan kesiapan alat dan bahan, serta memfasilitasi apabila ada kendala teknis atau pertanyaan yang muncul selama kegiatan berlangsung. Setelah praktikum selesai, siswa mempresentasikan hasil pengamatan mereka di depan kelas, menjelaskan perubahan yang terjadi pada bahan selama proses fermentasi, dan menghubungkannya dengan konsep ilmiah yang telah dipelajari. Kegiatan presentasi ini juga diikuti sesi tanya jawab dan diskusi antar siswa untuk memperkuat pemahaman konsep. Dengan demikian, pendekatan ini tidak hanya menekankan penguasaan materi, tetapi juga melatih keterampilan komunikasi, kerja sama, dan tanggung jawab siswa dalam proses pembelajaran.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, pembelajaran berpusat pada siswa telah dilaksanakan, namun keterlibatan aktif siswa dalam praktikum masih belum optimal di seluruh kelas. Guru masih membutuhkan LKPD yang disusun secara jelas, sistematis, dan dilengkapi media pendukung agar siswa dapat memahami konsep bioteknologi konvensional secara mendalam dan aplikatif. Oleh karena itu, pengembangan LKPD berbasis praktikum diharapkan mampu meningkatkan kualitas pembelajaran, mengukur kreativitas siswa untuk lebih baik, serta membantu pencapaian kompetensi yang sesuai dengan tuntutan Kurikulum 2013.

## 2. Hasil Tahap *Design*

Setelah melalui tahap analisis kebutuhan siswa dan analisis kurikulum yang mendalam, langkah krusial berikutnya adalah merancang LKPD yang tidak hanya menarik secara tampilan, tetapi juga efektif dalam memandu siswa memahami materi Bioteknologi Konvensional. Pada tahap ini, hal-hal yang perlu dilakukan adalah menyusun materi sesuai capaian pembelajaran, merancang langkah-langkah praktikum secara sistematis, menambahkan ilustrasi atau gambar pendukung yang jelas, menyusun tabel pengamatan yang memudahkan pencatatan data, serta menyiapkan pertanyaan diskusi dan evaluasi yang dapat mengukur pemahaman siswa secara menyeluruh.

### a. Tahap Orientasi

Tahap orientasi diawali dengan penentuan tujuan pembelajaran yang selaras dengan Capaian Pembelajaran (CP) dan Kompetensi Dasar (KD) pada materi Bioteknologi Konvensional. Pada tahap ini, peneliti menetapkan bahwa LKPD yang dikembangkan harus mampu memandu siswa dalam memahami konsep fermentasi sekaligus mempraktikkannya melalui pembuatan tempe, tape, dan teh kombucha.

### b. Tahap Investigasi

Tahap investigasi dilakukan dengan mengumpulkan referensi dari berbagai sumber seperti buku teks biologi SMA, jurnal ilmiah, dan panduan praktikum terkait bioteknologi konvensional. Peneliti juga mempelajari prosedur praktikum yang aman, efektif, dan sesuai dengan

sarana-prasarana di MAN 2 Padang Lawas. Hasil investigasi ini digunakan untuk memastikan bahwa setiap langkah dalam LKPD relevan dengan kebutuhan siswa dan dapat diaplikasikan di kelas.

c. Tahap Sintesis

Tahap sintesis merupakan proses menggabungkan hasil analisis kebutuhan, analisis kurikulum, dan temuan dari tahap investigasi menjadi rancangan LKPD yang utuh. Pada tahap ini, peneliti mulai menyusun struktur LKPD yang terdiri dari identitas LKPD, tujuan pembelajaran, materi singkat, prosedur praktikum, tabel pengamatan, pertanyaan diskusi, soal evaluasi, glosarium, dan daftar pustaka. Selain itu, peneliti merancang tampilan LKPD agar menarik, mudah dibaca, dan sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar.

d. Tahap Evaluasi

Tahap evaluasi pada fase desain dilakukan secara internal oleh peneliti sebelum masuk tahap pengembangan. Evaluasi ini mencakup pengecekan kelengkapan komponen LKPD, kesesuaian isi dengan kurikulum, kejelasan instruksi praktikum, kesesuaian bahasa dengan tingkat pemahaman siswa, dan keterbacaan desain. Perbaikan dilakukan berdasarkan hasil evaluasi awal ini untuk memastikan LKPD siap divalidasi oleh para ahli pada tahap pengembangan berikutnya.

### **3. Hasil Tahap Pengembangan**

Pada tahap pengembangan, hal-hal yang perlu dilakukan oleh peneliti adalah setelah produk LKPD Bioteknologi Konvensional selesai

dikembangkan, langkah berikutnya adalah melakukan validasi. Proses ini mencakup tiga jenis validasi, yaitu validasi media, validasi materi, dan validasi bahasa. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa LKPD yang dikembangkan layak digunakan, baik dari segi isi, tampilan, maupun keterbacaan, sebelum diterapkan dalam proses pembelajaran. Pada tahap validasi, LKPD yang telah disusun diserahkan kepada para validator yang terdiri dari dosen ahli dan guru biologi. Para validator memberikan penilaian berdasarkan instrumen validasi yang telah disiapkan, sekaligus menyampaikan komentar dan saran perbaikan untuk meningkatkan kualitas LKPD. Instrumen validasi disusun menggunakan skala *Likert* dan hasil penilaian dari para ahli adalah sebagai berikut:

a. Validator Materi

Hasil perolehan skor validasi materi dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

**Tabel IV.2 Hasil Ahli Materi**

<b>Aspek yang Dinilai</b>	<b>Persentase</b>	<b>Kategori</b>
Kesesuaian tujuan dengan CP dan ATP	100%	Sangat Valid
Kelengkapan materi	75%	Valid
Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran	100%	Sangat Valid
Kejelasan penyampaian materi	75%	Valid
Sistematika materi	100%	Sangat Valid
Kesesuaian evaluasi dengan tujuan	75%	Valid
Kesesuaian evaluasi dengan materi	100%	Sangat Valid
Kemudahan memahami materi	75%	Valid
<b>Total</b>	<b>87,50%</b>	<b>Sangat Valid</b>

Berdasarkan tabel IV.2 diperoleh Hasil validasi LKPD memperoleh persentase kelayakan sebesar 87,50% dengan kategori Sangat Valid. Aspek yang memperoleh skor tertinggi (100%) mencakup kesesuaian tujuan, kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran, sistematika materi, dan kesesuaian evaluasi dengan materi. Sementara itu, aspek dengan skor 75% perlu ditingkatkan, yaitu kelengkapan materi, kejelasan penyampaian, kesesuaian evaluasi dengan tujuan, serta kemudahan memahami materi. Untuk lebih jelas terkait tabulasi data lengkap hasil validasi materi dapat dilihat pada lampiran 1. Secara keseluruhan, LKPD layak digunakan dengan sedikit revisi pada aspek yang nilainya belum maksimal.

b. Validator Media

Hasil perolehan skor validasi media dapat dilihat pada table sebagai berikut :

**Tabel IV.3 Hasil Ahli Media**

<b>Aspek yang Dinilai</b>	<b>Persentase</b>	<b>Kategori</b>
Efektivitas & efisiensi pengembangan	100%	Sangat Valid
Efektivitas & efisiensi penggunaan	75%	Valid
Kesesuaian tampilan & gaya bahasa	100%	Sangat Valid
Kemudahan memahami materi	100%	Sangat Valid
Kemudahan penggunaan	75%	Valid
Kejelasan teks, gambar, & warna	100%	Sangat Valid
Kesesuaian pemilihan huruf	75%	Valid
Kesesuaian tata letak	75%	Valid
Kerapian desain	100%	Sangat Valid
Menarik & mendukung pembelajaran	100%	Sangat Valid

<b>Total</b>	<b>90%</b>	<b>Sangat Valid</b>
--------------	------------	---------------------

Berdasarkan hasil validasi media, LKPD memperoleh skor 36 dari skor maksimal 40, dengan persentase kelayakan 90% yang termasuk kategori Sangat Valid. Aspek dengan skor tertinggi (100%) menunjukkan kekuatan LKPD pada efektivitas pengembangan, kesesuaian tampilan, kemudahan memahami materi, kejelasan visual, kerapian desain, serta daya tarik media. Sementara itu, aspek dengan skor 75% seperti efektivitas penggunaan, kemudahan penggunaan, pemilihan huruf, dan tata letak masih memerlukan sedikit penyempurnaan. Secara keseluruhan, LKPD dinyatakan layak digunakan dengan revisi minor pada beberapa aspek tampilan dan usability. Untuk melihat lebih jelas terkait tabulasi data lengkap hasil validasi media dapat dilihat pada lampiran 2.

c. Validator Bahasa

Hasil perolehan skor validasi bahasa dapat dilihat pada table sebagai berikut:

**Tabel IV.4 Hasil Ahli Bahasa**

<b>Aspek yang Dinilai</b>	<b>Persentase</b>	<b>Kategori</b>
Bahasa mudah dipahami siswa	100%	Valid
Bahasa sesuai EYD	100%	Sangat Valid
Bahasa sesuai dengan rangka berpikir siswa	75%	Valid
Kejelasan informasi	100%	Sangat Valid
Ketepatan dialog/teks dengan materi	75%	Valid
Bahasa mendukung pemahaman alur materi	100%	Sangat Valid

Bahasa santun & tidak mengurangi nilai pendidikan	100%	Sangat Valid
Dialog/teks memberikan penjelasan dengan baik	75%	Valid
<b>Total</b>	<b>90,63%</b>	<b>Sangat Valid</b>

Berdasarkan hasil tabel IV.4 mencakup hasil validasi bahasa, LKPD memperoleh skor 29 dari total skor maksimal 32, dengan persentase kelayakan 90,63% yang termasuk kategori Sangat Valid yang mana tabulasi data lengkap dari hasil validasi bahasa ini dapat dilihat pada lampiran 3. Aspek yang memperoleh nilai sempurna (100%) mencakup kesesuaian bahasa dengan kaidah EYD, kejelasan informasi, dukungan bahasa terhadap pemahaman alur, kesantunan bahasa, serta kemudahan bahasa dipahami siswa. Adapun aspek yang masih memerlukan perbaikan adalah kesesuaian bahasa dengan rangka berpikir siswa, ketepatan dialog/teks dengan materi, dan kemampuan dialog/teks dalam memberikan penjelasan, yang masing-masing mendapat skor 75%. Secara keseluruhan, bahasa dalam LKPD sudah sangat layak digunakan dengan revisi minor pada beberapa aspek.

#### 4. Hasil Tahap Implementasi

Pada tahap implementasi ini, peneliti secara langsung mengujicobakan LKPD Bioteknologi Konvensional berbasis praktikum kepada siswa dalam situasi pembelajaran yang sebenarnya. Proses ini bertujuan untuk mengevaluasi keefektifan LKPD dalam memfasilitasi pemahaman siswa serta mengidentifikasi sejauh mana instrumen yang digunakan dapat

memberikan umpan balik yang valid dan reliabel. Agar pembelajaran lebih efektif, kegiatan praktikum dirancang dengan tingkat kesulitan yang bervariasi, mulai dari aktivitas yang mengharuskan siswa memahami konsep dasar bioteknologi hingga kegiatan yang menantang mereka untuk menghubungkan beberapa konsep sekaligus, seperti pada praktikum pembuatan tempe, tape, dan teh kombucha. Setelah kegiatan praktikum selesai, guru dan peneliti memberikan umpan balik secara langsung melalui diskusi kelas maupun komentar tertulis terhadap hasil pengamatan siswa.

Uji coba dilakukan untuk mengevaluasi produk yang dikembangkan oleh peneliti. Uji coba perorangan dilaksanakan di kelas XI IPA pada saat jam pelajaran biologi. Setiap siswa diminta untuk menggunakan LKPD berbasis praktikum yang telah disusun, mengikuti langkah kerja yang tersedia, serta mencatat hasil pengamatan. Setelah itu, siswa diminta mengisi angket uji perorangan yang hasilnya telah disediakan oleh peneliti yang dapat dilihat pada lampiran 4. Hasil dari angket uji perorangan tersebut dapat dilihat pada Tabel IV.5 berikut :

**Tabel IV.5 Hasil Uji Praktikalitas Siswa**

<b>Keterangan</b>	<b>Hasil Analisis</b>
Jumlah Responden	36 siswa
Total Skor	1131
Persentase	79%
Kriteria	Praktis

Berdasarkan hasil angket uji perorangan terhadap 36 siswa, LKPD Bioteknologi Konvensional berbasis praktikum memperoleh persentase rata-rata 79% dengan kategori Praktis. Artinya, LKPD ini dinilai cukup menarik,

mudah digunakan, jelas, dan efektif dalam membantu pemahaman siswa, khususnya pada materi praktikum tempe, tape, dan teh kombucha. Guru berperan sebagai pengamat dalam uji coba kepraktisan LKPD Bioteknologi Konvensional berbasis praktikum yang dilaksanakan di MAN 2 Padang Lawas, guru berperan sebagai pengamat sekaligus penilai. Penilaian difokuskan pada aspek kemudahan penggunaan LKPD, kebermanfaatannya dalam mendukung kegiatan praktikum, serta kontribusinya terhadap kelancaran proses pembelajaran. Hasil penilaian kepraktisan yang diberikan oleh guru terhadap produk yang dikembangkan disajikan pada tabel berikut:

**Tabel IV.6 Hasil Uji Praktikalitas Guru**

<b>Keterangan</b>	<b>Hasil Analisis</b>
Responden	Guru
Total Skor	55
Persentase	85,94%
Kriteria	Sangat Praktis

Berdasarkan tabel di atas, diperoleh total skor kepraktisan yang diberikan oleh guru biologi di MAN 2 Padang Lawas sebesar 29 dengan persentase 85,94%. Persentase ini termasuk dalam kategori “Sangat Praktis”, yang menunjukkan bahwa LKPD Bioteknologi Konvensional berbasis praktikum sangat layak digunakan dalam proses pembelajaran.

## **5. Hasil Tahap Evaluasi**

Setelah implementasi, dilakukan evaluasi secara menyeluruh melalui observasi langsung selama proses pembelajaran, wawancara dengan siswa dan guru, serta analisis terhadap hasil penggunaan LKPD. Observasi dilakukan untuk mengamati tingkat keterlibatan siswa dalam kegiatan praktikum, pola kerja sama antaranggota kelompok, serta strategi yang

mereka gunakan dalam menyelesaikan prosedur praktikum pembuatan tempe, tape, dan teh kombucha. Wawancara dengan siswa bertujuan untuk menggali pengalaman mereka dalam menggunakan LKPD ini, termasuk kendala yang dihadapi dan aspek yang mereka anggap paling membantu dalam memahami materi bioteknologi konvensional. Sementara itu, wawancara dengan guru dilakukan untuk mendapatkan perspektif tentang efektivitas LKPD dalam meningkatkan pemahaman siswa serta kemudahan pelaksanaannya di kelas.

Berdasarkan hasil evaluasi, ditemukan bahwa siswa menjadi lebih aktif dalam berdiskusi, bekerja sama, dan terlibat langsung dalam setiap tahap praktikum. Mereka lebih berani mengungkapkan pendapat, mengeksplorasi berbagai kemungkinan penyebab perbedaan hasil praktikum, serta berpartisipasi dalam sesi refleksi setelah pembelajaran. Selain itu, penggunaan LKPD terbukti membantu guru dalam mengidentifikasi konsep yang masih sulit dipahami oleh siswa. Melalui analisis hasil praktikum dan lembar kerja, guru dapat dengan cepat mengetahui bagian mana yang perlu mendapatkan perhatian lebih lanjut dan memberikan penjelasan tambahan untuk memperjelas konsep yang masih membingungkan.

Sebagai langkah penyempurnaan, LKPD ini kemudian diperbaiki dengan menambahkan sesi refleksi pasca-praktikum. Dalam sesi ini, guru bersama siswa membahas hasil yang kurang sesuai, mengklarifikasi miskonsepsi, serta memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai

konsep fermentasi pada bioteknologi konvensional. Dengan adanya refleksi ini, siswa tidak hanya mengetahui apakah prosedur yang mereka lakukan sudah benar atau tidak, tetapi juga memahami alasan di balik setiap langkah kerja, sehingga mereka dapat belajar dari kesalahan dan meningkatkan pemahaman mereka secara lebih efektif.

## **B. Pembahasan Hasil Penelitian**

### **1. Prosedur Pengembangan LKPD pada Materi Bioteknologi Konvensional melalui Kegiatan Praktikum Pembuatan Tempe, Tape, dan Teh Kombucha**

Penelitian ini menggunakan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) sebagai pedoman mengembangkan LKPD pada materi Bioteknologi Konvensional melalui kegiatan praktikum pembuatan tempe, tape, dan teh kombucha. Model ADDIE digunakan karena langkah-langkahnya yang sistematis. Berikut tahap-tahap pengembangan LKPD sesuai dengan model ADDIE.

Pada tahap pertama yaitu tahap analisis, pada tahap ini ditinjau terhadap kurikulum dan karakteristik peserta didik. Tahap analisis kurikulum diperlukan sebelum mengembangkan suatu produk. Analisis kurikulum bertujuan untuk mengembangkan kompetensi dasar menjadi indikator dan tujuan pembelajaran yang akan dicapai. Sedangkan analisis karakteristik siswa dibutuhkan untuk mengembangkan kebutuhan siswa sesuai usianya. Pada tahap ini fokus utama adalah untuk memahami

dengan jelas apa yang ingin dicapai dan siapa audiens yang akan terlibat dalam pembelajaran. Proses ini dimulai dengan mengidentifikasi tujuan pembelajaran yang ingin dicapai, dengan menentukan apakah tujuan tersebut untuk menguji pemahaman siswa, memperkuat materi yang telah diajarkan, atau mengukur keaktifan siswa dalam pembelajaran.

Pentingnya menganalisis kebutuhan pengguna, yaitu memahami karakteristik siswa, seperti tingkat pengetahuan mereka, gaya belajar, dan kemampuan teknologi yang mereka miliki, agar dapat membuat LKPD yang sesuai dan efektif. Selain itu, pada tahap ini juga dilakukan penilaian konten pembelajaran untuk memastikan bahwa materi yang akan digunakan dalam pembelajaran menggunakan model pengembangan LKPD berbasis kegiatan praktikum bioteknologi konvensional yang relevan dan mendukung tujuan pembelajaran yang telah ditentukan.

Tahap kedua yaitu desain. Pada tahap ini, setelah melakukan analisis yang mendalam, fokus utama adalah merencanakan dan merancang elemen-elemen pembelajaran menggunakan LKPD yang memuat kegiatan praktikum bioteknologi konvensional, yang kemudian dimasukkan ke dalam. Perancangan LKPD dilakukan dengan menyusun skenario kegiatan praktikum yang sesuai dengan konsep bioteknologi konvensional, seperti pembuatan tempe, tape, dan teh kombucha, sehingga siswa dapat belajar melalui praktik secara langsung.

Selanjutnya, penggunaan LKPD dirancang dengan menentukan jenis tugas, langkah kerja praktikum, serta strategi penerapannya dalam

pembelajaran. Instrumen evaluasi seperti rubrik penilaian dan angket dikembangkan untuk mengukur efektivitas model pembelajaran yang dirancang. Tidak kalah penting, tahap ini juga mencakup pengembangan bahan ajar dan media pembelajaran yang mendukung integrasi kegiatan praktikum dan LKPD agar proses pembelajaran lebih interaktif. Dengan adanya perancangan yang matang, diharapkan model pembelajaran ini dapat diimplementasikan dengan baik.

Tahap ketiga yaitu tahap pengembangan. Pada tahap ini hal yang dilakukan adalah mengembangkan LKPD dengan memuat kegiatan praktikum bioteknologi konvensional menjadi sebuah produk pengembangan. Pada tahap ini, mencakup beberapa langkah penting. Pengembangan bahan ajar dan perangkat pembelajaran berbasis kegiatan praktikum bioteknologi konvensional dilakukan sesuai dengan desain yang telah dirancang sebelumnya.

Materi bioteknologi konvensional dikembangkan dalam bentuk petunjuk praktikum yang mendorong siswa untuk berpikir kritis dan memecahkan masalah secara mandiri atau kelompok. Pembuatan lembar evaluasi hasil praktikum dilakukan dengan memperhatikan aspek validitas, reliabilitas, dan tingkat kesulitan yang sesuai dengan kemampuan siswa. Selanjutnya, produk yang telah dikembangkan diuji secara terbatas melalui validasi oleh ahli, seperti pakar pendidikan atau guru biologi, untuk menilai kelayakan LKPD dan alat evaluasi yang digunakan. Jika ditemukan kekurangan atau perlu perbaikan, revisi dilakukan sebelum

masuk ke tahap implementasi. Dengan demikian, tahap *Development* memastikan bahwa LKPD dan alat evaluasi yang dikembangkan siap untuk diuji coba dalam lingkungan pembelajaran yang sesungguhnya.

Tahap yang keempat yaitu implementasi. Pada tahap ini produk pengembangan yang sudah divalidasi dan sudah dinyatakan valid kemudian dilakukan uji coba untuk melihat sejauh mana kebermanfaatan, kepraktisan, dan kemenarikan LKPD berbasis kegiatan praktikum bioteknologi konvensional. Tahap ini mencakup beberapa langkah penting. Pertama, LKPD yang telah dirancang dan dikembangkan diterapkan dalam kelas untuk menguji efektivitasnya dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi bioteknologi konvensional. Guru berperan dalam menyajikan skenario kegiatan praktikum, membimbing pelaksanaan, serta memfasilitasi refleksi dan diskusi baik secara individu maupun kelompok. Kemudian, evaluasi hasil praktikum digunakan untuk mengukur sejauh mana siswa memahami materi yang telah dipelajari. Siswa diberikan tugas dan panduan dalam LKPD yang telah dikembangkan sebelumnya, sehingga pembelajaran menjadi lebih menarik dan berkreasi.

Selama proses implementasi, dilakukan pengamatan dan pencatatan terhadap respons serta keterlibatan siswa dalam pembelajaran berbasis kegiatan praktikum bioteknologi konvensional. Jika ditemukan kendala, guru atau peneliti dapat melakukan penyesuaian untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran. Dengan demikian, tahap *Implementation* bertujuan untuk menguji sejauh mana LKPD berbasis kegiatan praktikum

bioteknologi konvensional dapat diterapkan dengan baik dalam lingkungan belajar yang nyata sebelum masuk ke tahap evaluasi.

Tahap yang kelima yaitu tahap evaluasi. Pada tahap ini merupakan fase untuk mengetahui keefektifan produk yang dihasilkan. Tahap ini mencakup dua jenis evaluasi, yaitu formative evaluation (evaluasi formatif) dan summative evaluation (evaluasi sumatif). Evaluasi formatif dilakukan selama proses implementasi dengan mengamati bagaimana siswa merespons pembelajaran menggunakan LKPD berbasis kegiatan praktikum bioteknologi konvensional serta bagaimana efektivitas pelaksanaan praktik. Jika ditemukan kekurangan atau kendala dalam penerapannya, maka dilakukan perbaikan atau penyesuaian. Sementara itu, evaluasi sumatif dilakukan setelah pembelajaran selesai untuk menilai dampak dari LKPD yang dikembangkan. Penilaian ini dapat dilakukan melalui tes hasil belajar siswa, angket kepuasan, wawancara dengan guru dan siswa, serta analisis data ketercapaian tujuan pembelajaran. Hasil dari evaluasi ini digunakan untuk menilai sejauh mana LKPD yang dikembangkan dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi bioteknologi konvensional.

Jika hasil evaluasi menunjukkan efektivitas yang tinggi, maka LKPD ini dapat direkomendasikan untuk diterapkan lebih luas. Apabila masih terdapat kelemahan, revisi dan pengembangan lebih lanjut dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas LKPD yang dikembangkan. Proses ini bertujuan untuk memastikan bahwa LKPD yang diterapkan benar-benar

efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa dan mencapai tujuan pembelajaran yang diharapkan. Pada tahap ini, data atau hasil yang diperoleh dari pelaksanaan praktikum, seperti hasil pengamatan siswa, tingkat partisipasi, serta umpan balik langsung dari siswa dan pengajar, akan dianalisis secara mendalam. Analisis ini tidak hanya berfokus pada aspek kuantitatif, seperti peningkatan nilai atau frekuensi keterlibatan siswa, tetapi juga aspek kualitatif, seperti pemahaman konsep, kreativitas belajar, dan interaksi di dalam kelas.

Berdasarkan hasil analisis tersebut, perbaikan dapat dilakukan dengan menyesuaikan strategi pembelajaran, memperbaiki materi yang kurang dipahami, atau mengoptimalkan kegiatan praktikum yang lebih interaktif dan adaptif. Dengan demikian, LKPD berbasis kegiatan praktikum bioteknologi konvensional yang dikembangkan akan semakin matang dan sesuai dengan kebutuhan siswa, sehingga dapat memberikan hasil yang lebih optimal dalam proses pembelajaran. Penelitian ini menggunakan angket respon guru dan siswa setelah dilakukannya penelitian. Dari hasil angket respon guru dan siswa didapatkan hasil bahwa siswa menjadi lebih aktif dan partisipatif dalam melaksanakan kegiatan praktikum dan mengisi LKPD, dan guru dapat lebih mudah menerapkan model pembelajaran berbasis praktikum bioteknologi konvensional. Dalam penerapan LKPD untuk mengukur perubahan pemahaman siswa sebelum dan setelah pembelajaran berlangsung, kegiatan praktikum memberikan

pengalaman belajar yang menyenangkan dan interaktif, sehingga siswa lebih berkreaitvitas dalam evaluasi tersebut.

*Pretest* diberikan di awal pembelajaran untuk mengukur pengetahuan awal siswa tentang materi yang akan dipelajari. Dalam konteks ini, *pretest* berfungsi sebagai alat evaluasi diagnostik, membantu peneliti mengetahui sejauh mana pemahaman siswa terhadap topik sebelum proses pembelajaran dimulai. Setelah pembelajaran dilaksanakan, *posttest* digunakan untuk mengukur pemahaman siswa terhadap materi setelah mereka terlibat dalam proses pembelajaran menggunakan LKPD pada materi bioteknologi konvensional melalui kegiatan praktikum pembuatan tempe, tape, dan teh kombucha.

Kemudian *posttest* berfungsi sebagai alat evaluasi sumatif untuk menilai sejauh mana model yang digunakan dan proses pembelajaran telah efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa. Dengan membandingkan hasil *pretest* dan *posttest*, pengajar dapat mengevaluasi keberhasilan pembelajaran, melihat seberapa besar perkembangan yang terjadi, dan mengidentifikasi apakah tujuan pembelajaran tercapai.

## **2. Kevalidan LKPD pada Materi Bioteknologi Konvensional melalui Kegiatan Praktikum Pembuatan Tempe, Tape, dan Teh Kombucha**

Kevalidan LKPD pada materi Bioteknologi Konvensional melalui kegiatan praktikum pembuatan tempe, tape, dan teh kombucha didapatkan dari hasil validasi yang dilakukan pada tahap *development*

(pengembangan). Validasi ini dilakukan oleh validator ahli media, validator ahli materi, dan validasi bahasa.

Adapun hasil validasi media tergolong ke dalam kategori “Sangat Valid” dengan hasil skor rata-rata yaitu 0,90 dan persentase sebesar 90%. Nilai ini menunjukkan bahwa media yang digunakan dalam LKPD, baik berupa tampilan visual, tata letak, kejelasan instruksi, hingga kesesuaian antara media dan tujuan pembelajaran, telah memenuhi standar kualitas yang diharapkan menurut penilaian validator ahli. Dengan demikian, media dalam LKPD dinyatakan layak untuk diuji coba dan digunakan dalam proses pembelajaran. Selain itu, media ini dianggap mampu mendukung keterlibatan siswa secara aktif dalam kegiatan praktikum serta mempermudah pemahaman terhadap konsep-konsep bioteknologi konvensional melalui pendekatan yang menarik, komunikatif, dan mudah diakses.

Hasil validasi materi tergolong ke dalam kategori “Valid” dengan hasil skor rata-rata sebesar 0,875 dan persentase sebesar 87,5%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa materi dalam LKPD telah memenuhi kriteria kelayakan secara substansi, namun masih diperlukan beberapa penyempurnaan. Oleh karena itu, materi dalam LKPD dinyatakan layak digunakan dengan catatan adanya perbaikan sebelum diuji coba. Perbaikan materi yang disarankan meliputi penggunaan soal dalam bentuk esai agar dapat mengukur kemampuan berpikir kritis siswa secara lebih mendalam,

serta penyusunan soal yang tidak membingungkan agar lebih mudah dipahami dan sesuai dengan tingkat perkembangan peserta didik.

Sedangkan hasil dari validator Bahasa yaitu sebesar 0,9063 dengan presentase 90,63% dengan kategori “Sangat Valid”. Maka Bahasa dalam LKPD pada materi Bioteknologi Konvensional melalui kegiatan praktikum pembuatan tempe, tape, dan teh kombucha juga dinyatakan layak dengan perbaikan sebelum diuji coba. Perbaikan Bahasa yang diminta adalah menyesuaikan kalimat dengan EYD dan membedakan penggunaan “di” sebagai “kata depan” dengan “imbuhan”.

Adapun hasil kevalidan dari seluruh validator dapat dilihat pada Tabel IV.11 berikut:

**Tabel IV.7 Kumulatif Hasil Kevalidan Dari Seluruh Validator**

No	Aspek yang Dinilai	Nilai Validasi	Persentase (%)	Kategori
1	Materi	0,875	87,50%	Sangat Valid
2	Media	0,90	90,00%	Sangat Valid
3	Bahasa	0,9063	90,63%	Sangat Valid
	<b>Jumlah</b>	<b>2,6813</b>	<b>268,13%</b>	
	<b>Rata-rata</b>	<b>0,8937</b>	<b>89,37%</b>	<b>Sangat Valid</b>
	<b>Jumlah</b>	<b>0,87</b>	<b>2,48</b>	
	<b>Rata-rata</b>	<b>0,83</b>	<b>83%</b>	<b>Sangat Valid</b>

### **3. Kepraktisan LKPD pada Materi Bioteknologi Konvensional melalui Kegiatan Praktikum Pembuatan Tempe, Tape, dan Teh Kombucha**

LKPD pada materi Bioteknologi Konvensional melalui kegiatan praktikum pembuatan tempe, tape, dan teh kombucha telah dinyatakan sangat valid oleh validator ahli media, validator ahli materi, dan validator bahasa. Selanjutnya, guru mata pelajaran biologi kelas XI IPA di MAN 2

Padang Lawas juga diminta untuk memberikan penilaian uji kepraktisan melalui angket yang telah disediakan oleh peneliti. Adapun rata-rata skor yang diperoleh dari angket ini yaitu sebesar 0,79 dengan nilai persentase sebesar 79%, dan masuk ke dalam kategori “Praktis”.

Selain guru, siswa kelas XI IPA di MAN 2 Padang Lawas juga diminta untuk memberikan penilaian dengan mengisi angket yang telah disediakan oleh peneliti, dan kemudian didapatkan skor rata-rata yaitu 0,8594 dengan nilai persentase 85,94%, yang juga masuk ke dalam kategori “Sangat Praktis” untuk digunakan.

#### **4. Keefektifan Pengembangan LKPD pada Materi Bioteknologi Konvensional melalui Kegiatan Praktikum Pembuatan Tempe, Tape, dan Teh Kombucha**

Untuk melihat keefektifan pengembangan LKPD pada materi Bioteknologi Konvensional melalui kegiatan praktikum pembuatan tempe, tape, dan teh kombucha, dilakukan pemberian tes pemahaman konsep kepada siswa sebelum dan setelah penggunaan LKPD tersebut. *Pretest* diberikan dalam bentuk sebanyak 5 soal essay yang bertujuan mengukur pemahaman awal siswa, sedangkan *posttest* yang juga terdiri dari 5 soal diberikan setelah pembelajaran menggunakan LKPD dilakukan, pada siswa kelas XI IPA di MAN 2 Padang Lawas dengan jumlah siswa sebanyak 36 orang.

Hasil perhitungan nilai dari *pretest* dan *posttest* dianalisis menggunakan aplikasi *Microsoft Excel*. Dari hasil tersebut ditemukan

bahwa hasil belajar siswa meningkat setelah pembelajaran menggunakan LKPD pada materi Bioteknologi Konvensional melalui kegiatan praktikum pembuatan tempe, tape, dan teh kombucha di kelas XI IPA di MAN 2 Padang Lawas. Berdasarkan hasil analisis data dari 36 siswa, nilai rata-rata *pretest* adalah 60 dengan nilai minimum 47 dan maksimum 73, sedangkan nilai rata-rata *posttest* meningkat menjadi 90 dengan nilai minimum 80 dan maksimum 100. Selain itu, skor N-Gain sebesar 0,88 menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan dalam pemahaman siswa setelah menggunakan LKPD pada materi Bioteknologi Konvensional melalui kegiatan praktikum pembuatan tempe, tape, dan teh kombucha. Dengan kata lain, pengembangan LKPD ini efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa.

Hasil yang diperoleh dalam skripsi ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Indah Salsadila yang mengembangkan LKPD Pembuatan Tempe Rempah Daun Sengkubak pada materi Bioteknologi tingkat SMA. Penelitian tersebut menggunakan metode Research and Development (R&D) dan menghasilkan LKPD yang dinyatakan layak digunakan berdasarkan hasil validasi ahli, serta memperoleh respons positif dari peserta didik terkait kemudahan penggunaan, kejelasan langkah praktikum, dan kontribusinya dalam membantu memahami proses fermentasi. Temuan ini menunjukkan bahwa LKPD berbasis praktikum

pembuatan tempe efektif dalam meningkatkan keterlibatan siswa dan pemahaman konsep bioteknologi konvensional.<sup>43</sup>

Hasil penelitian ini juga diperkuat oleh temuan dari Nurhaty Purnama Sari, Fenny Agustina, & Riska Henilian Saputri. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa LKPD bioteknologi berbasis fermentasi memperoleh respons sangat baik dari siswa, dengan persentase 89% pada uji kelompok kecil dan 87,81% pada uji kelompok besar. Hal ini membuktikan bahwa LKPD berbasis fermentasi efektif meningkatkan keterlibatan siswa dan mendukung pemahaman mereka terhadap konsep bioteknologi konvensional.<sup>44</sup>

Hasil dalam skripsi ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Agung Pratama dkk., yang mengembangkan Lembar Kerja (LK) berbasis inkuiri terbimbing pada praktikum pembuatan tempe daun singkong. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa LKPD yang dikembangkan melalui tahapan inkuiri terbimbing mampu memfasilitasi siswa untuk memahami konsep bioteknologi konvensional secara lebih mendalam melalui kegiatan praktikum fermentasi. Hasil validasi ahli menyatakan bahwa LK tersebut layak digunakan, sementara uji keterbacaan dan respons siswa juga menunjukkan kategori sangat baik. Temuan tersebut menguatkan bahwa penggunaan LKPD berbasis

---

<sup>43</sup> Indah Salsadila, Pengembangan LKPD Pembuatan Tempe Rempah Daun Sengkubak pada Materi Bioteknologi Tingkat SMA, Skripsi, Universitas Borneo Tarakan, 2023.

<sup>44</sup> Nurhaty Purnama Sari, Fenny Agustina, & Riska Henilian Saputri, Respon Siswa terhadap Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Materi Bioteknologi Produk Fermentasi Lokal di SMA Negeri, 2023, *Bio-Lectura: Jurnal Pendidikan Biologi*, Vol. 10, No. 1, 46–53.

praktikum fermentasi merupakan media pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep dan keterlibatan peserta didik.<sup>45</sup>

Penelitian yang dilakukan oleh Riena Asni Artia, Imam Mahadi, dan Zulfarina juga memperkuat temuan skripsi ini. Penelitian tersebut mengembangkan LKPD pada materi inovasi teknologi biologi melalui kajian pembuatan mandai, yaitu produk fermentasi yang berasal dari mesokarp cempedak. Hasil validasi ahli menunjukkan bahwa LKPD yang dikembangkan berada dalam kategori sangat layak, baik dari aspek isi, bahasa, maupun penyajian. Selain itu, uji keterbacaan dan respons peserta didik menunjukkan bahwa LKPD mandai mudah digunakan, menarik, serta mampu membantu siswa memahami konsep fermentasi dan penerapannya dalam bioteknologi konvensional. Dengan demikian, penelitian ini memberikan dukungan empiris bahwa LKPD berbasis fermentasi dapat menjadi media pembelajaran yang efektif dan kontekstual dalam pembelajaran biologi.<sup>46</sup>

### **C. Kelebihan Produk**

Berdasarkan penelitian ini, ditemukan sebuah hasil bahwa LKPD pada materi Bioteknologi Konvensional melalui kegiatan praktikum pembuatan tempe, tape, dan teh kombucha menjadi efektif digunakan untuk proses pembelajaran dan sebagai alat bantu evaluasi penguasaan materi.

---

<sup>45</sup> Agung Pratama, Tuti Kurniati, dan Sumiyati Sa'adah, "Pengembangan Lembar Kerja (LK) Berbasis Inkuiri Terbimbing pada Pembuatan Tempe Daun Singkong," *Jurnal Program Studi Pendidikan Biologi*, Vol. 9, No. 2, Agustus, ISSN 2338-7173, e-ISSN 2615-0417, 2023.

<sup>46</sup> Riena Asni Artia, Imam Mahadi, dan Zulfarina, "Pengembangan LKPD Materi Inovasi Teknologi Biologi melalui Kajian Pembuatan Mandai dari Fermentasi Mesokarp Cempedak," *Jurnal Kajian Ilmiah Interdisipliner*, Vol. 9, No. 5, e-ISSN 2118-7303, 2025.

Pengembangan produk final yang dihasilkan dalam penelitian ini berupa LKPD bioteknologi konvensional yang dilengkapi dengan langkah-langkah praktikum dan pemahaman konsep melalui pendekatan ilmiah. Sehingga terdapat beberapa kelebihan dari produk ini, di antaranya sebagai berikut:

1. LKPD yang dikembangkan menggunakan pendekatan praktikum langsung, yang dapat mengukur keterampilan siswa dalam memahami proses bioteknologi secara nyata melalui pembuatan tempe, tape, dan teh kombucha. Hal ini menciptakan suasana pembelajaran yang menyenangkan dan tidak membosankan karena siswa dapat belajar sambil melakukan.
2. LKPD ini mendorong siswa untuk lebih aktif terlibat dalam pembelajaran. Dengan adanya LKPD berbasis praktikum, siswa tidak hanya menerima materi secara teoritis, tetapi juga mengalami langsung proses fermentasi melalui pembuatan tempe, tape, dan teh kombucha. Pada saat praktikum, siswa terlibat mulai dari menyiapkan bahan, mencampur kultur mikroorganisme, mengamati perubahan selama proses fermentasi, hingga mengevaluasi hasil produk. Pengalaman langsung ini membuat siswa lebih mudah memahami peran mikroorganisme dalam bioteknologi konvensional, karena mereka dapat melihat, merasakan, bahkan membandingkan hasil fermentasi yang diperoleh. Dengan demikian, pembelajaran menjadi lebih bermakna, mendalam, dan meningkatkan keterampilan ilmiah siswa.

3. LKPD memiliki struktur yang sistematis dan *user-friendly*, baik untuk guru maupun siswa. Guru dapat dengan mudah membimbing kegiatan pembelajaran karena lembar kerja telah disusun sesuai sintaks pembelajaran, sementara siswa dapat mengikuti langkah-langkah kegiatan dengan jelas dan runtut.
4. Mendukung pengajaran yang *fleksibel*, karena aktivitas yang disusun dalam LKPD dapat disesuaikan dengan kondisi dan fasilitas sekolah. Guru juga dapat menyesuaikan tingkat kesulitan soal dan pengayaan materi sesuai kebutuhan siswa.
5. Memberikan umpan balik langsung, karena dalam LKPD terdapat bagian refleksi dan evaluasi, siswa dapat langsung mengetahui hasil belajarnya dan guru dapat dengan cepat menilai tingkat pemahaman siswa terhadap materi. Hal ini memungkinkan guru melakukan penyesuaian strategi mengajar jika diperlukan.

#### **D. Pembaruan (Novelty) Produk**

Berdasarkan hasil validasi, kepraktisan, dan keefektifan, LKPD pada materi Bioteknologi Konvensional yang dikembangkan melalui kegiatan praktikum pembuatan tempe, tape, dan teh kombucha terbukti layak digunakan sebagai media pembelajaran Biologi. Selain memberikan kontribusi praktis terhadap proses belajar mengajar, penelitian ini juga memiliki unsur kebaruan (*novelty*) yang membedakannya dari penelitian-penelitian sebelumnya. Adapun kebaruan penelitian ini terletak pada beberapa aspek berikut:

1. Integrasi tiga jenis produk fermentasi (tempe, tape, dan teh kombucha) dalam satu LKPD tematik Bioteknologi Konvensional. Sebagian besar penelitian sebelumnya hanya berfokus pada satu jenis produk fermentasi saja, sedangkan penelitian ini menggabungkan ketiganya untuk memberikan pemahaman yang lebih komprehensif tentang konsep bioteknologi konvensional.
2. Pengembangan LKPD berbasis kegiatan praktikum yang menekankan keterampilan proses sains dan kontekstualisasi teori dengan kehidupan sehari-hari siswa. LKPD ini tidak hanya mengarahkan siswa pada hasil produk, tetapi juga menuntun mereka memahami proses ilmiah di balik fermentasi, sesuai dengan pendekatan saintifik dalam Kurikulum 2013 dan prinsip pembelajaran aktif dalam Kurikulum Merdeka.
3. Desain LKPD yang dikembangkan secara sistematis menggunakan model ADDIE menghasilkan produk pembelajaran yang tidak hanya valid dan praktis, tetapi juga teruji efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan proses sains siswa, dengan nilai N-Gain sebesar 0,8247 (kategori sangat efektif).

Dengan demikian, hasil penelitian ini memberikan kontribusi teoretis dan praktis bagi pengembangan perangkat pembelajaran Biologi, khususnya dalam topik Bioteknologi Konvensional. Produk LKPD yang dihasilkan dapat menjadi alternatif inovatif dalam pembelajaran berbasis praktikum, serta menjadi rujukan bagi guru dan peneliti lain yang ingin mengembangkan media pembelajaran serupa.

### **E. Keterbatasan Produk**

Penelitian ini tidak sepenuhnya berjalan dengan lancar. Adapun keterbatasan dalam penelitian dan pengembangan ini adalah sebagai berikut:

1. Ruang lingkup materi terbatas, penelitian ini hanya difokuskan pada materi Bioteknologi Konvensional, khususnya melalui kegiatan praktikum pembuatan tempe, tape, dan teh kombucha, sehingga hasil pengembangan LKPD belum dapat digeneralisasikan untuk topik lain dalam mata pelajaran biologi atau mata pelajaran lainnya.
2. Subjek penelitian terbatas pada satu sekolah, yaitu siswa kelas XI IPA di MAN 2 Padang Lawas, sehingga hasil penelitian ini belum dapat mewakili populasi yang lebih luas.
3. Waktu pelaksanaan terbatas, penelitian dilaksanakan dalam jangka waktu tertentu yang relatif singkat, sehingga pengukuran efektivitas LKPD pada materi Bioteknologi Konvensional hanya mencakup jangka pendek dan belum mencakup dampak jangka panjang terhadap peningkatan hasil belajar siswa.
4. Keterbatasan sarana praktikum dan bahan, kegiatan praktikum dalam LKPD sangat bergantung pada ketersediaan alat dan bahan seperti kedelai, ragi tempe, singkong, ragi tape, dan starter teh kombucha. Dalam praktiknya, terdapat beberapa kendala seperti fermentasi yang tidak optimal, bahan yang tidak tersedia sesuai standar, serta keterbatasan alat laboratorium.

5. Variasi kemampuan awal siswa, heterogenitas kemampuan awal siswa dalam memahami konsep bioteknologi dapat memengaruhi hasil pembelajaran. Namun, dalam penelitian ini variasi tersebut belum sepenuhnya dikontrol atau dianalisis secara mendalam.

Melalui penelitian pengembangan ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam proses pembelajaran di kelas. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengembangan produk serupa pada materi lain dan diuji coba di sekolah yang berbeda untuk memperoleh hasil yang lebih representatif. Dengan demikian, pengembangan LKPD pada materi Bioteknologi Konvensional dapat menjadi solusi inovatif dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran biologi.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) pada materi Bioteknologi Konvensional melalui kegiatan praktikum pembuatan tempe, tape, dan teh kombucha, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Tingkat validitas Lembar Kerja Peserta Didik untuk mengukur kreativitas siswa terhadap materi Bioteknologi Konvensional yang telah diajarkan telah valid dan layak digunakan berdasarkan hasil validasi oleh ahli media, materi dan Bahasa yang presentase keseluruhannya mencapai 89,37% dengan kategori “Sangat Valid”.
2. Tingkat kepraktisan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) pada materi Bioteknologi Konvensional yang telah diajarkan telah dinyatakan praktis untuk digunakan, hal ini dapat dilihat dari hasil angket respon guru dan siswa yang mendapatkan hasil rata-rata skor keseluruhan sebesar 82,47% dengan kategori “Sangat Praktis”.
3. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) pada materi Bioteknologi Konvensional sudah dikatakan sangat efektif untuk digunakan didalam pembelajaran, hal ini berdasarkan dari hasil uji efektivitas yang didapatkan yaitu sebesar 0,8247 berada pada rentang 0,71-1,00 yang termasuk kedalam kategori tinggi atau sangat efektif.

## **B. Implikasi Penelitian**

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan LKPD pada materi Bioteknologi Konvensional melalui kegiatan praktikum pembuatan tempe, tape, dan teh kombucha, diperoleh beberapa implikasi sebagai berikut:

### **1. Implikasi Teoretis**

Penelitian ini memperkuat pandangan bahwa pembelajaran berbasis praktikum yang didukung dengan LKPD interaktif dan kontekstual mampu meningkatkan keterlibatan siswa, pemahaman konsep, dan keterampilan proses sains. Penggunaan contoh produk bioteknologi yang dekat dengan kehidupan sehari-hari membuat siswa lebih mudah mengaitkan teori dengan praktik, sehingga dapat memperkaya kajian literatur tentang pembelajaran sains berbasis kontekstual.

### **2. Implikasi Praktis**

- a. Bagi Guru : LKPD yang dikembangkan dapat menjadi media pembelajaran siap pakai untuk memandu siswa dalam kegiatan praktikum bioteknologi konvensional. Guru dapat menggunakannya untuk mengintegrasikan materi teori dan praktik secara seimbang.
- b. Bagi Siswa : LKPD ini membantu siswa memahami konsep bioteknologi melalui pengalaman langsung, meningkatkan

keterampilan berpikir kritis, dan menumbuhkan rasa ingin tahu terhadap proses ilmiah di balik pembuatan produk fermentasi.

- c. Bagi Sekolah : Penggunaan LKPD ini mendukung implementasi pembelajaran berbasis praktik di laboratorium dan dapat menjadi model pengembangan perangkat ajar untuk mata pelajaran sains lainnya.
- d. Bagi Peneliti Pendidikan : Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi untuk pengembangan bahan ajar serupa di topik dan jenjang pendidikan berbeda.

### 3. Implikasi Kebijakan Pendidikan

Dinas pendidikan dan pihak sekolah dapat mendorong guru untuk mengembangkan LKPD berbasis kontekstual yang terintegrasi dengan kegiatan praktikum, sehingga pembelajaran IPA lebih aplikatif dan sesuai dengan tuntutan Kurikulum Merdeka.

### 4. Implikasi Penelitian Lanjutan

Penelitian selanjutnya dapat menguji efektivitas LKPD ini pada populasi siswa yang lebih luas atau mengembangkan media pendukung digital berbasis LKPD untuk memfasilitasi pembelajaran jarak jauh dan hybrid.

## C. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

#### 1. Bagi Guru

Diharapkan guru Biologi dapat memanfaatkan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) ini sebagai alternatif media pembelajaran yang mengintegrasikan teori dan praktik. Guru juga disarankan untuk menyesuaikan pelaksanaan kegiatan praktikum dengan kondisi dan sarana yang tersedia di sekolah agar kegiatan pembelajaran berjalan lebih efektif dan bermakna.

#### 2. Bagi Siswa

Siswa diharapkan dapat menggunakan LKPD ini secara aktif dan mandiri dalam proses pembelajaran. Melalui kegiatan praktikum pembuatan tempe, tape, dan teh kombucha, siswa diharapkan mampu mengembangkan keterampilan proses sains, berpikir kritis, serta memahami penerapan konsep bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari.

#### 3. Bagi Sekolah

Pihak sekolah diharapkan dapat mendukung penerapan LKPD berbasis praktikum seperti ini dengan menyediakan sarana dan prasarana yang memadai, terutama fasilitas laboratorium dan bahan praktikum, agar kegiatan pembelajaran sains menjadi lebih kontekstual dan menyenangkan.

#### 4. Bagi Peneliti Selanjutnya

Penelitian lanjutan disarankan untuk mengembangkan LKPD dengan cakupan materi yang lebih luas, baik pada materi Bioteknologi

lainnya maupun pada topik lain dalam mata pelajaran Biologi. Selain itu, penelitian dapat diperluas pada lintas mata pelajaran untuk mengukur efektivitas dan keberlanjutan penggunaan LKPD secara lebih komprehensif..

## DAFTAR PUSTAKA

- Aprilliana, R., Devi, Y., Munawaroh, H., Hasani, R. M., & Anindita, N. S. (2023, Juli 22). *Bioteknologi Pangan Lokal Terfermentasi Berbasis Umbi: Pembuatan Tape Singkong (Manihot Utilissima)*. Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, LPPM Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta, 1.
- Arifin, Z. (2020). *Evaluasi Pembelajaran: Prinsip, Teknik, Prosedur*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Arikunto, S. (2021). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Arikunto, S. (2021). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Artia, R. A., Mahadi, I., & Zulfarina. (2025). Pengembangan LKPD materi inovasi teknologi biologi melalui kajian pembuatan mandai dari fermentasi mesokarp cempedak. *Jurnal Kajian Ilmiah Interdisiplinier*, 9(5).
- Artia, R. A., Mahadi, I., & Zulfarina. (2025). Pengembangan LKPD materi inovasi teknologi biologi melalui kajian pembuatan mandai dari fermentasi mesokarp cempedak. *Jurnal Kajian Ilmiah Interdisipliner*, 9(5).
- Azzahra, U., Yohana, W., Julita, W., & Achyar, A. (2022). Pengaruh lama fermentasi dalam pembuatan tape singkong (*Manihot utilissima*). Prosiding Seminar Nasional Biologi (SEMNAS BIO). Universitas Negeri Padang. ISSN 2809–8447.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach*. New York: Springer.
- Darme Yase, I. M., Basuki, B., & Savitri, S. (2020). Pengembangan lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis inkuiri pada materi sistem sirkulasi di SMA Negeri 5 Palangka Raya. *BiosciED: Journal of Biological Science and Education*, 1(1).

- Dewi, U. K., & Dewi, E. N. (2024). Karakteristik produk minuman kombucha berdasarkan komposisi bahan baku dan waktu fermentasi. *Distilat*, 10(4), 754–763. <https://doi.org/10.33795/distilat.v10i4.6593>.
- Dongoran, M., Nasution, W. N., & Sitorus, I. A. (2024). Identifikasi kandungan pada kombucha yang aman bagi penderita magh dan GERD. Program Studi Tadris Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan, UIN Syekh Ali Hasan Ahmad Addary Padangsidempuan, Sumatera Utara, Indonesia.
- Elista, C. E., & Kuntjoro, S. (2020). Validitas LKPD perubahan lingkungan berbasis contextual teaching and learning (CTL) untuk melatih keterampilan proses sains peserta didik kelas X SMA. *BioEdu: Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 9(3), 535–544.
- Endah, R. S., Widiastuti, D. A., & Nurmahyuni, A. (2017). *Buku ajar bioteknologi*.
- Facione, P. A. (2015). *Critical thinking: What it is and why it counts*. Insight Assessment.
- Fagan, J. L., & McNabb, R. J. (2019). *Bioteknologi: Prinsip dan aplikasi*. Musim Semi.
- Hardianti, & Sari, N. (2019). *Makalah bioteknologi konvensional*. STKIP Bima. [<https://id.scribd.com/document/403247008/MAKALAH-bioteknologi-konvensional-Copy-2-doc>](<https://id.scribd.com/document/403247008/MAKALAH-bioteknologi-konvensional-Copy-2-doc>)
- Hasanah, U., Siregar, L. N. K., & Hidayah, N. (2023). Pengembangan LKPD berbasis keterampilan abad 21 untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik. *Captura: Jurnal Pendidikan (IICET)*, 4 (2), 116–124.
- Iswanto, I. H. (2025). Pembelajaran IPA berbasis praktikum di pendidikan menengah: Literature review. *Al-Alam: Islamic Natural Science Education Journal*, 4(2), 74–84.
- Madrasah Aliyah Negeri 1 Kota Ternate. (2022). Lembaran Kerja Siswa (LKS) Biologi kelas X Laboratorium MIPA. Kementerian Agama Kota Ternate.

- Meirina. (2023). *Pengaruh berbagai jenis teh terhadap kualitas teh kombucha (Studi eksperimen sebagai bahan ajar peserta didik pada materi bioteknologi kelas XII SMA)*.
- Mukhlis, M., Hiqmatunnisaq, N., & Barisah, B. (2023). Pengembangan lembar kerja peserta didik berbasis sistem untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif. *Lantanida Journal*, 11 (1), 1–106.
- Mulyani, R., Adi, P., & Yang, J. J. (2022). Produk fermentasi tradisional Indonesia berbahan dasar pangan hewani (daging dan ikan): A review. *AHT: Journal of Applied Agriculture, Health, and Technology*, 1(2), 34–48.
- Nuai, A., & Nurkamiden, S. (2022). Urgensi kegiatan praktikum dalam pembelajaran ilmu pengetahuan alam di sekolah dasar dan menengah. *SEARCH: Science Education Research Journal*, 1(1).
- Pawiroharsono, S. (2008). Potensi pengembangan industri dan bioekonomi berbasis makanan fermentasi tradisional. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 5(2), 85–91.
- Pratama, A., Kurniati, T., & Sa'adah, S. (2023). Pengembangan lembar kerja (LK) berbasis inkuiri terbimbing pada pembuatan tempe daun singkong. *Jurnal Program Studi Pendidikan Biologi*, 9(2).
- Pratama, A., Kurniati, T., & Sa'adah, S. (2023). Pengembangan lembar kerja (LK) berbasis inkuiri terbimbing pada pembuatan tempe daun singkong. *Jurnal Program Studi Pendidikan Biologi*, 9(2).
- Purnama Sari, N., Agustina, F., & Saputri, R. H. (2023). Respon siswa terhadap Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) materi bioteknologi produk fermentasi lokal di SMA Negeri. *Bio-Lectura: Jurnal Pendidikan Biologi*, 10(1), 46–53.
- Rahmawati, A., Yuniarti, D., Munawaroh, H., Hasani, R. M., & Anindita, N. S. (2023). *Bioteknologi pangan lokal terfermentasi berbasis umbi: Pembuatan tape singkong (Manihot utilissima)*. Prosiding Seminar Nasional LPPM Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta, 1.

- Redi Aryanta, I. W. (2019). Pengertian tempe dan manfaat tempe untuk kesehatan. *E-Jurnal Widya Kesehatan*, 2(1).
- Riduwan. (2021). *Skala pengukuran variabel-variabel penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Salsadila, I. (2023). Pengembangan LKPD pembuatan tempe rempah daun sengkubak pada materi bioteknologi tingkat SMA (Skripsi). Universitas Borneo Tarakan.
- Salsadila, I. (2023). Pengembangan LKPD pembuatan tempe rempah daun sengkubak pada materi bioteknologi tingkat SMA (Skripsi). Universitas Borneo Tarakan.
- Sanjaya, W. (2013). *Strategi pembelajaran berorientasi standar proses pendidikan*. Jakarta: Prenadamedia Group.
- Sari, N. P., Agustina, F., & Saputri, R. H. (2023). Respon siswa terhadap Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) materi bioteknologi produk fermentasi lokal di SMA Negeri. *Bio-Lectura: Jurnal Pendidikan Biologi*, 10(1), 46–53.
- Siregar, S. (2020). *Statistik pendidikan: Metode kuantitatif untuk analisis data pendidikan*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Sudijono, A. (2021). *Pengantar evaluasi pendidikan*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Sugiyono. (2021). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sumiati, S., Hermina, D., & Salabi, A. (2024). Rancangan penelitian dan pengembangan (R&D) pendidikan agama Islam. *FIKRUNA: Jurnal Ilmiah Kependidikan dan Kemasyarakatan*, 6(1).
- Suryana, Y. (2013). *Kewirausahaan: Pedoman praktis, kiat dan proses menuju sukses*. Jakarta: Salemba Empat.
- Widiyanto, D. (2020). *Fermentasi tempe: Prinsip, proses, dan manfaatnya*.

## Lampiran 1

Tabulasi Validasi Materi

No	Aspek yang Dinilai	Skor Maks	Skor Peroleh	Persentase	Kategori
1	Kesesuaian tujuan dengan CP dan ATP	4	4	100%	Sangat Valid
2	Kelengkapan materi	4	3	75%	Valid
3	Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran	4	4	100%	Sangat Valid
4	Kejelasan penyampaian materi	4	3	75%	Valid
5	Sistematika materi	4	4	100%	Sangat Valid
6	Kesesuaian evaluasi dengan tujuan	4	3	75%	Valid
7	Kesesuaian evaluasi dengan materi	4	4	100%	Sangat Valid
8	Kemudahan memahami materi	4	3	75%	Valid
<b>Total</b>		<b>32</b>	<b>28</b>	<b>87,50%</b>	<b>Sangat Valid</b>

## Lampiran 2

## Tabulasi Validasi Media

No	Aspek yang Dinilai	Skor Maks	Skor Peroleh	Persentase	Kategori
1	Efektivitas dan efisiensi pengembangan	4	4	100%	Sangat Valid
2	Efektivitas dan efisiensi penggunaan	4	3	75%	Valid
3	Kesesuaian tampilan dan gaya bahasa	4	4	100%	Sangat Valid
4	Kemudahan memahami materi	4	4	100%	Sangat Valid
5	Kemudahan penggunaan	4	3	75%	Valid
6	Kejelasan teks, gambar, dan warna	4	4	100%	Sangat Valid
7	Kesesuaian pemilihan huruf	4	3	75%	Valid
8	Kesesuaian tata letak	4	3	75%	Valid
9	Kerapian desain	4	4	100%	Sangat Valid
10	Menarik dan mendukung pembelajaran	4	4	100%	Sangat Valid
<b>Total</b>		<b>40</b>	<b>36</b>	<b>90%</b>	<b>Sangat Valid</b>

## Lampiran 3

## Tabulasi Validasi Bahasa

No	Aspek yang Dinilai	Skor Maks	Skor Peroleh	Persentase	Kategori
1	Bahasa mudah dipahami siswa	4	4	100%	Valid
2	Menggunakan Bahasa Indonesia yang sesuai dengan EYD	4	4	100%	Sangat Valid
3	Kesesuaian bahasa dengan rangka berpikir siswa	4	3	75%	Valid
4	Kejelasan informasi yang disampaikan	4	4	100%	Sangat Valid
5	Ketepatan dialog/teks dengan materi	4	3	75%	Valid
6	Penggunaan bahasa mendukung kemudahan memahami alur materi	4	4	100%	Sangat Valid
7	Penggunaan bahasa yang santun dan tidak mengurangi nilai-nilai pendidikan	4	4	100%	Sangat Valid
8	Teks/dialog yang digunakan dalam LKPD dapat memberikan penjelasan dengan baik	4	3	75%	Valid
<b>Total</b>		<b>32</b>	<b>29</b>	<b>90,63%</b>	<b>Sangat Valid</b>

## Lampiran 4

## Analisis Hasil Penilaian Perorangan Siswa

No	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	Total	Maks	%	Kategori	Rata-Rata
1	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80	SP	79
2	4	4	4	4	4	4	4	3	31	40	78	P	
3	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80	SP	
4	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80	SP	
5	4	3	4	4	4	4	4	4	31	40	78	P	
6	4	4	4	4	4	4	3	4	31	40	78	P	
7	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80	SP	
8	4	4	4	4	3	4	4	4	31	40	78	P	
9	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80	SP	
10	4	3	4	4	4	4	4	4	31	40	78	P	
11	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80	SP	
12	4	4	4	3	4	4	4	4	31	40	78	P	
13	2	3	4	4	4	4	4	4	29	40	73	P	
14	4	4	2	4	4	4	4	4	30	40	75	P	
15	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80	SP	
16	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80	SP	
17	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80	SP	
18	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80	SP	
19	3	4	4	4	3	3	4	3	28	40	70	P	
20	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80	SP	
21	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80	SP	
22	4	4	4	4	3	4	4	4	31	40	78	P	
23	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80	SP	
24	4	4	3	4	4	4	4	4	31	40	78	P	
25	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80	SP	
26	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80	SP	
27	4	4	4	3	4	4	4	4	31	40	78	P	
28	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80	SP	
29	4	4	4	4	4	4	3	4	31	40	78	P	
30	4	3	4	4	4	3	4	4	30	40	75	P	
31	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80	SP	
32	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80	SP	
33	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80	SP	
34	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80	SP	
35	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80	SP	
36	4	4	4	4	4	4	4	4	32	40	80	SP	

<b>Jumlah</b>	<b>141</b>	<b>140</b>	<b>141</b>	<b>142</b>	<b>141</b>	<b>142</b>	<b>142</b>	<b>142</b>
<b>Skor max</b>	<b>180</b>	<b>180</b>	<b>180</b>	<b>180</b>	<b>180</b>	<b>180</b>	<b>180</b>	<b>180</b>
<b>%</b>	<b>78</b>	<b>78</b>	<b>78</b>	<b>79</b>	<b>78</b>	<b>79</b>	<b>79</b>	<b>79</b>
<b>Kriteria</b>	<b>P</b>	<b>P</b>	<b>P</b>	<b>P</b>	<b>P</b>	<b>P</b>	<b>P</b>	<b>P</b>
<b>Rata-Rata</b>	<b>79</b>							

## Lampiran 5

## Analisis Hasil Penilaian Perorangan Guru

No	Aspek yang Dinilai	Skor Maks per Guru	Skor Maks Total	Skor Peroleh	Persentase	Kategori
1	Kesesuaian materi video dengan kurikulum	4	8	7	87,50%	Sangat Praktis
2	Materi LKPD mempermudah pemahaman siswa	4	8	6	75%	Praktis
3	Penyajian LKPD mempermudah pemahaman	4	8	7	87,50%	Sangat Praktis
4	Kelengkapan materi dalam LKPD	4	8	8	100%	Sangat Praktis
5	Video meningkatkan minat & kemampuan kognitif	4	8	6	75%	Praktis
6	Bahasa LKPD mudah dipahami	4	8	7	87,50%	Sangat Praktis
7	Penyajian LKPD menarik perhatian	4	8	6	75%	Praktis
8	Materi video tersaji berurutan & lengkap	4	8	8	100%	Sangat Praktis
<b>Total</b>		<b>32</b>	<b>64</b>	<b>55</b>	<b>85,94%</b>	<b>Sangat Praktis</b>

## Lampiran 6

Tabulasi Instrumen *Pretest*

No	S1	S2	S3	S4	S5	Skor Maksimal	Total Skor	Nilai (%)
1	2	2	2	2	1	15	9	60
2	2	2	2	2	2		10	67
3	2	2	2	2	1		9	60
4	2	2	2	1	1		8	53
5	2	2	2	2	1		9	60
6	2	2	2	2	1		9	60
7	2	2	2	2	2		10	67
8	2	2	1	1	1		7	47
9	2	2	2	2	2		10	67
10	2	2	2	2	1		9	60
11	2	2	2	1	1		8	53
12	2	2	2	2	2		10	67
13	2	2	2	2	2		10	67
14	2	2	2	2	1		9	60
15	2	2	2	1	1		8	53
16	3	2	2	2	2		11	73
17	2	2	2	2	2		10	67
18	2	2	2	2	1		9	60
19	2	2	2	1	1		8	53
20	3	2	2	2	2		11	73
21	2	2	2	1	1		8	53
22	3	2	2	2	2		11	73
23	2	2	2	2	2		10	67
24	2	2	1	2	0		7	47
25	3	2	2	2	2		11	73
26	2	2	2	2	1		9	60
27	2	2	2	2	1		9	60
28	2	2	2	2	1		9	60
29	3	2	2	2	2		11	73
30	2	2	2	2	1		9	60
31	2	2	2	2	2		10	67
32	2	2	2	2	1		9	60
33	2	2	2	2	1		9	60
34	3	2	2	2	2		11	73
35	2	2	2	2	1		9	60
36	2	2	2	2	2		10	67
Total	78	72	70	66	50			
Nilai	72	67	65	61	46			

## Lampiran 7

Tabulasi Instrumen Posttest

No	P1	P2	P3	P4	P5	Skor Maksimal	Total Skor	Nilai (%)
1	3	3	3	3	2	15	14	93
2	3	3	3	3	3		15	100
3	3	3	3	3	2		14	93
4	2	3	3	3	2		13	87
5	3	3	3	3	3		15	100
6	3	3	2	3	3		14	93
7	3	3	3	3	3		15	100
8	2	2	3	3	2		12	80
9	3	3	3	3	3		15	100
10	3	3	3	3	2		14	93
11	3	2	3	3	3		14	93
12	3	3	3	3	3		15	100
13	3	3	3	3	3		15	100
14	3	3	3	3	2		14	93
15	2	3	3	2	3		13	87
16	3	3	3	3	3		15	100
17	3	3	3	3	3		15	100
18	3	3	2	3	3		14	93
19	2	3	3	3	2		13	87
20	3	3	3	3	3		15	100
21	2	3	2	3	3		13	87
22	3	3	3	3	3		15	100
23	3	3	3	3	3		15	100
24	2	3	2	3	2		12	80
25	3	3	3	3	3		15	100
26	3	3	3	3	2		14	93
27	3	3	2	3	3		14	93
28	3	3	3	3	2		14	93
29	3	3	3	3	3		15	100
30	2	3	3	3	3		14	93
31	3	3	3	3	3		15	100
32	3	3	3	3	2		14	93
33	2	3	3	3	3		14	93
34	3	3	3	3	3		15	100
35	2	3	3	3	3		14	93
36	3	3	3	3	3		15	100
Total	99	106	103	107	97			
Nilai	92	98	95	99	90			

## Lampiran 8

Hasil *Pretest* dan *Posttest* Siswa

No	Nilai		Post-Pre	100-Pre	N-Gain Score	100%
	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>				
1	60	93	33	40	0,83	83
2	67	100	33	33	1,00	100
3	60	93	33	40	0,83	83
4	53	87	34	47	0,72	72
5	60	100	40	40	1,00	100
6	60	93	33	40	0,83	83
7	67	100	33	33	1,00	100
8	47	80	33	53	0,62	62
9	67	100	33	33	1,00	100
10	60	93	33	40	0,83	83
11	53	93	40	47	0,85	85
12	67	100	33	33	1,00	100
13	67	100	33	33	1,00	100
14	60	93	33	40	0,83	83
15	53	87	34	47	0,72	72
16	73	100	27	27	1,00	100
17	67	100	33	33	1,00	100
18	60	93	33	40	0,83	83
19	53	87	34	47	0,72	72
20	73	100	27	27	1,00	100
21	53	87	34	47	0,72	72
22	73	100	27	27	1,00	100
23	67	100	33	33	1,00	100
24	47	80	33	53	0,62	62
25	73	100	27	27	1,00	100
26	60	93	33	40	0,83	83
27	60	93	33	40	0,83	83
28	60	93	33	40	0,83	83
29	73	100	27	27	1,00	100
30	60	93	33	40	0,83	83
31	67	100	33	33	1,00	100
32	60	93	33	40	0,83	83
33	60	93	33	40	0,83	83
34	73	100	27	27	1,00	100
35	60	93	33	40	0,83	83
36	67	100	33	33	1,00	100
<b>Mean</b>	<b>62</b>	<b>95</b>	<b>33</b>	<b>38</b>	<b>0,88</b>	<b>88</b>

## Lampiran 9

## Validitas Pretest

		Correlations					
		S1	S2	S3	S4	S5	TOTAL
S1	Pearson Correlation	1	.806**	.369	.622	.403	.820**
	Sig. (2-tailed)		.005	.294	.055	.248	.004
	N	10	10	10	10	10	10
S2	Pearson Correlation	.806**	1	.513	.508	.756*	.892**
	Sig. (2-tailed)	.005		.129	.134	.011	.001
	N	10	10	10	10	10	10
S3	Pearson Correlation	.369	.513	1	.361	.736*	.736*
	Sig. (2-tailed)	.294	.129		.305	.015	.015
	N	10	10	10	10	10	10
S4	Pearson Correlation	.622	.508	.361	1	.320	.739*
	Sig. (2-tailed)	.055	.134	.305		.368	.015
	N	10	10	10	10	10	10
S5	Pearson Correlation	.403	.756*	.736*	.320	1	.782**
	Sig. (2-tailed)	.248	.011	.015	.368		.008
	N	10	10	10	10	10	10
TOTAL	Pearson Correlation	.820**	.892**	.736*	.739*	.782**	1
	Sig. (2-tailed)	.004	.001	.015	.015	.008	
	N	10	10	10	10	10	10

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Item	r hitung (Pearson)	r tabel (5%)	Kevalidan
S1	0,820	0,632	Valid
S2	0,892	0,632	Valid
S3	0,736	0,632	Valid
S4	0,739	0,632	Valid
S5	0,782	0,632	Valid

## Lampiran 10

### Reliabilitas Pretest

#### *Reliability Statistics*

<i>Cronbach's Alpha</i>	<i>N of Items</i>
.846	5

<b>Keterangan</b>	<b>Nilai</b>
Cronbach's Alpha	0,846
N of Items	5
Kriteria	$\geq 0,80 =$ Tinggi
Keputusan	Reliabel

## Lampiran 11

## Tingkat Kesukran Pretest

**Statistics**

		S1	S2	S3	S4	S5
N	Valid	10	10	10	10	10
	Missing	0	0	0	0	0
Mean		2.00	2.30	1.90	2.10	2.30
Maximum		3	3	3	3	3

Item	Mean	Maximum	Indeks Kesukaran (IK)	Kategori
S1	2,00	3	0,67	Sedang
S2	2,30	3	0,77	Mudah
S3	1,90	3	0,63	Sedang
S4	2,10	3	0,70	Sedang
S5	2,30	3	0,77	Mudah

## Lampiran 12

## Daya Beda Pretest

## Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item- Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
S1	8.60	5.600	.690	.804
S2	8.30	5.789	.828	.773
S3	8.70	6.233	.585	.832
S4	8.50	5.833	.552	.848
S5	8.30	6.233	.666	.813

Item	Corrected Item-Total Correlation	Kategori Daya Pembeda
S1	0,690	Baik
S2	0,828	Sangat Baik
S3	0,585	Baik
S4	0,552	Baik
S5	0,666	Baik

## Lampiran 13

## Validitas Postest

		Correlations					
		S1	S2	S3	S4	S5	TOTAL
S1	Pearson Correlation	1	.846**	.645*	.356	.535	.838**
	Sig. (2-tailed)		.002	.044	.312	.111	.002
	N	10	10	10	10	10	10
S2	Pearson Correlation	.846**	1	.545	.553	.603	.865**
	Sig. (2-tailed)	.002		.103	.097	.065	.001
	N	10	10	10	10	10	10
S3	Pearson Correlation	.645*	.545	1	.553	.905**	.865**
	Sig. (2-tailed)	.044	.103		.097	.000	.001
	N	10	10	10	10	10	10
S4	Pearson Correlation	.356	.553	.553	1	.667*	.730*
	Sig. (2-tailed)	.312	.097	.097		.035	.016
	N	10	10	10	10	10	10
S5	Pearson Correlation	.535	.603	.905**	.667*	1	.869**
	Sig. (2-tailed)	.111	.065	.000	.035		.001
	N	10	10	10	10	10	10
TOTAL	Pearson Correlation	.838**	.865**	.865**	.730*	.869**	1
	Sig. (2-tailed)	.002	.001	.001	.016	.001	
	N	10	10	10	10	10	10

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Item	r hitung (Pearson)	r tabel (5%)	Kevalidan
S1	0,838	0,632	Valid
S2	0,865	0,632	Valid
S3	0,865	0,632	Valid
S4	0,730	0,632	Valid
S5	0,869	0,632	Valid

## Lampiran 14

### Reliabilitas Posttest

#### Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.884	5

Keterangan	Nilai
Cronbach's Alpha	0,884
N of Items	5
Kriteria	$\geq 0,80 =$ Tinggi
Keputusan	Reliabel

## Lampiran 15

## Tingkat Kesukran Postest

		Statistics				
		S1	S2	S3	S4	S5
N	Valid	10	10	10	10	10
	Missing	0	0	0	0	0
Mean		2.20	2.40	2.40	2.20	2.50
Maximum		3	3	3	3	3

Item	Mean	Maximum	Indeks Kesukaran (IK)	Kategori
S1	2,20	3	0,73	Mudah
S2	2,40	3	0,80	Mudah
S3	2,40	3	0,80	Mudah
S4	2,20	3	0,73	Mudah
S5	2,50	3	0,83	Mudah

## Lampiran 16

## Daya Beda Postest

## Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item- Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
S1	9.50	4.722	.713	.866
S2	9.30	4.900	.775	.847
S3	9.30	4.900	.775	.847
S4	9.50	5.611	.593	.887
S5	9.20	5.511	.808	.849

Item	Corrected Item-Total Correlation	Kategori Daya Pembeda
S1	0,713	Sangat Baik
S2	0,775	Sangat Baik
S3	0,775	Sangat Baik
S4	0,593	Baik
S5	0,808	Sangat Baik



S8	Pearson Correlation	.526*	.476*	.391	.170	.193	.035	.279	1	.649**
	Sig. (2-tailed)	.017	.034	.088	.474	.414	.885	.233		.002
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20
TOTAL	Pearson Correlation	.583**	.590**	.629**	.667**	.517*	.513*	.693**	.649**	1
	Sig. (2-tailed)	.007	.006	.003	.001	.020	.021	.001	.002	
	N	20	20	20	20	20	20	20	20	20

\*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Butir	r hitung dengan TOTAL	Sig. (2-tailed)	r tabel (5%)	Keterangan
S1	0,583	0,007	0,444	<b>Valid</b>
S2	0,590	0,006	0,444	<b>Valid</b>
S3	0,629	0,003	0,444	<b>Valid</b>
S4	0,667	0,001	0,444	<b>Valid</b>
S5	0,517	0,020	0,444	<b>Valid</b>
S6	0,513	0,021	0,444	<b>Valid</b>
S7	0,693	0,001	0,444	<b>Valid</b>
S8	0,649	0,002	0,444	<b>Valid</b>

## Lampiran 18

## Uji Reliabilitas Praktikalitas

## Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.745	8

Keterangan	Nilai
Cronbach's Alpha	0,745
N of Items	8
Kriteria	$\geq 0,60 =$ Cukup Tinggi
Keputusan	Reliabel

## DOKUMENTASI



**Siswa Mencatat Proses Pelaksanaan Praktikum**



**Praktik Pembuatan Teh Kombucha**



**Foto Bersama Siswa Selesai Melakukan Praktikum**



**Praktikum Pembuatan Tempe**



**Foto Bersama Siswa Selesai Melakukan Praktikum**



**Praktik Pembuatan Teh Kombucha**



**Foto Bersama Siswa Selesai Melakukan Praktikum**



**Siswa Mencatat Penjelasan Praktikum**



**Hasil Pratkik Pembuatan Tape**



**Foto Bersama Guru di MAN 2 Padang Lawas**

## VALIDASI AHLI MEDIA

### Pengembangan LKPD Bioteknologi Konvensional Pada Praktikum Pembuatan Tempe, Tape, Dan Teh Kombucha

**Judul Penelitian** : Pengembangan LKPD Bioteknologi Konvensional Pada Praktikum Pembuatan Tempe, Tape, Dan Teh Koumbucha

**Penyusun** : Widiya Wati Siregar

**Pembimbing** : 1. Fery Kurniawan, M.Si  
2. Misahradarsi Dongoran, M.Pd

**Instansi** : Universitas Islam Negeri Syehk Ali Hasan Ahmad Addary Padangsidempuan / Tadris Biologi Program Sarjana

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan adanya Pengembangan LKPD Bioteknologi Konvensional Pada Praktikum Pembuatan Tempe, Tape, Dan Teh Koumbucha, maka melalui instrumen ini dimohon kepada Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dan respon pada setiap pertanyaan dalam lembar kuesioner ini dengan memberikan tanda check list (✓) pada kolom.

Lembar validasi ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu selaku ahli media terhadap kelayakan media pembelajaran LKPD yang dikembangkan. Kritik, penilaian, komentar atau saran Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas media pembelajaran ini.

Keterangan skala:

Kriteria	Skor
Sangat Baik	5
Baik	4
Cukup	3
Kurang	2
Sangat Kurang	1

Sebelum melakukan penilaian, Bapak/Ibu mohon mengisi identitas secara lengkap terlebih dahulu

**IDENTITAS**

Nama Validator : Lia Junita Harahap, M.Pd  
 NIDN : 2009069403  
 Jabatan : Dosen  
 Instansi : Universitas Islam Negeri Syekh Ali Hasan Ahmad Addary  
 Padangsidempuan

**A. Penilaian Media Pembelajaran oleh Ahli Media**

Aspek	No	Indikator	Skor Penilaian				
			1	2	3	4	5
Efektivitas	1	Efektif dan efisien dalam Pengembangan					✓
	2	Efektif dan efisien dalam penggunaan					✓
Cocok dengan Sasaran	3	Kesesuaian tampilan, narasi, dan gaya bahasa pada media dengan karakteristik kebutuhan belajar siswa					✓
Kemudahan	4	Mempermudah siswa memahami Materi					✓
	5	Media mudah digunakan kapan dan dimana saja					✓
Aspek penyajian	6	Kejelasan penyajian teks, gambar, dan warna pada komik agar mudah Dipahami					✓
Kesesuaian	7	Kesesuaian gambar ilustrasi dengan Materi				✓	
	8	Kesesuaian pemilihan warna					✓
	9	Kesesuaian pemilihan huruf					✓
	10	Kesesuaian tata letak pola desain				✓	
	11	Keseimbangan proporsi gambar					✓
Kerapian	12	Kerapian desain				✓	

**B. Komentar dan Saran Perbaikan**

.....

.....

.....

.....

**C. Kesimpulan**

Bapak/Ibu dimohon memberikan tanda check list (✓) untuk memberikan kesimpulan terhadap Pengembangan LKPD pada materi bioteknologi konvensional melalui kegiatan praktikum tempe, tape, dan teh kombucha.

**Kesimpulan:**

Media pembelajaran belum dapat digunakan	
Media pembelajaran dapat digunakan dengan revisi	
Media pembelajaran dapat digunakan tanpa revisi	✓

Padangsidempuan, 22 Mei 2021

Ahli Media



Lia Junita Harahap, M.Pd  
NIDN: 2009069403

## Lampiran I

## VALIDASI AHLI MATERI

Pengembangan LKPD Pada Materi Bioteknologi Konvensional Melalui Kegiatan Praktikum Pembuatan Tempe, Tape, Dan Teh Kombucha

**Judul Penelitian** : Pengembangan LKPD pada materi bioteknologi konvensional melalui kegiatan praktikum pembuatan tempe, tape dan teh kombucha

**Penyusun** : Widiya Wati Siregar

**Pembimbing** : 1. Fery Kurniawan, M.Si  
2. Misahradarsi Dongoran, M.Pd

**Instansi** : UTN SYAHADA Padangsidempuan / Tadris Biologi Program Sarjana

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan adanya LKPD pada materi bioteknologi konvensional melalui kegiatan praktikum pembuatan tempe, tape, dan teh kombucha, maka melalui instrumen ini dimohon kepada Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dan respon pada setiap pertanyaan dalam lembar kuesioner ini dengan memberikan tanda check list (✓) pada kolom.

Lembar validasi ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu selaku ahli materi terhadap kelayakan media pembelajaran LKPD yang dikembangkan. Kritik, penilaian, komentar atau saran Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas media pembelajaran ini.

**Keterangan skala:**

Kriteria	Skor
Sangat Baik	5
Baik	4
Cukup	3
Kurang	2
Sangat Kurang	1

Sebelum melakukan penilaian, Bapak/Ibu mohon mengisi identitas secara lengkap terlebih dahulu

IDENTITAS  
 Nama Validator : *Hamidah Haritunn, S.Pd, M.Pd*  
 NIDN : *2009129202*  
 Jabatan : *Dosen. UIN Sunan Gunung Djati*  
 Instansi : *FTIK UIN Sunan Gunung Djati Bandung*

A. Penilaian Media Pembelajaran oleh Ahli Materi

Aspek	No	Indikator	Skor Penilaian				
			1	2	3	4	5
Desain Pembelajaran	1	Kesesuaian tujuan pembelajaran Dengan kurikulum, KD dan indikator dalam silabus				✓	
	2	Kelengkapan materi					✓
	3	Kesesuaian materi dengan tujuan Pembelajaran					✓
	4	Kejelasan penyampaian materi				✓	
	5	Kemudahan dalam memahami materi					✓
	6	Sistematika penyampaian materi					✓
	7	Kesesuaian evaluasi dengan tujuan Pembelajaran					✓
	8	Kesesuaian evaluasi dengan materi					✓

B. Komentar dan Saran Perbaikan

.....

.....

.....

.....

.....

**C. Kesimpulan**

Bapak/Ibu dimohon memberikan tanda check list (✓) untuk memberikan kesimpulan terhadap Pengembangan LKPD pada materi bioteknologi konvensional melalui kegiatan praktikum pembuatan tempe, tape, dan teh kombucha.

**Kesimpulan:**

Media pembelajaran belum dapat digunakan	
Media pembelajaran dapat digunakan dengan rvisi	
Media pembelajaran dapat digunakan tanpa revisi	✓

Padangsidempuan, 26 Mei 2015

Ahli Materi



Humnidah Haribunn, S.Pd, M.Pd  
NIP/NIDN 2009120202

Lamp.

## VALIDASI AHLI BAHASA

**Pengembangan LKPD Pada Materi Bioteknologi Konvensional Melalui Kegiatan Praktikum Pembuatan Tempe, Tape, Dan Teh Kombucha**

**Judul Penelitian** : Pengembangan LKPD pada materi bioteknologi konvensional melalui kegiatan praktikum pembuatan tempe, tape, dan teh kombucha

**Penyusun** : Widiya Wati Siregar

**Pembimbing** : 1. Fery Kurniawan, M.Si  
2. Misahradarsi Dongoran, M.Pd

**Instansi** : UIN SYAHADA Padangsidempuan / Tadris Biologi Program Sarjana

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan adanya LKPD pada materi bioteknologi konvensional melalui kegiatan praktikum pembuatan tempe, tape, dan teh kombucha, maka melalui instrumen ini dimohon kepada Bapak/Ibu untuk memberikan penilaian dan respon pada setiap pertanyaan dalam lembar kuesioner ini dengan memberikan tanda check list (✓) pada kolom.

Lembar validasi ini dimaksudkan untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu selaku ahli bahasa terhadap kelayakan media pembelajaran LKPD yang dikembangkan. Kritik, penilaian, komentar atau saran Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas media pembelajaran ini.

**Keterangan skala:**

Kriteria	Skor
Sangat Baik	5
Baik	4
Cukup	3
Kurang	2
Sangat Kurang	1

Sebelum melakukan penilaian, Bapak/Ibu mohon mengisi identitas secara lengkap terlebih dahulu

**IDENTITAS**

Nama Validator

: *twmmidel turtibnm. A.PJ, M.Si*

NIDN

: *200912202*

Jabatan

: *Dosen tetap non PWT.*

Instansi

: *PTIK UIN SYEKH AH MATHAN MUHAMMAD SALLEH PADANGSIDEMP*

**A. Penilaian Media Pembelajaran oleh Ahli Bahasa**

No	Indikator	Skor Penilaian				
		1	2	3	4	5
1	Ketepatan struktur kalimat pada pengemasan LKPD pada materi bioteknologi konvensional melalui kegiatan praktikum tempe, tape dan teh kombucha				✓	
2	Kebakuan istilah pada LKPD pada materi bioteknologi konvensional melalui kegiatan praktikum tempe, tape dan teh kombucha					✓
3	Keefektivan kalimat pada LKPD pada materi bioteknologi konvensional melalui kegiatan praktikum tempe, tape dan teh kombucha					✓
4	Penempatan bahasa pada LKPD pada materi bioteknologi konvensional melalui kegiatan praktikum tempe, tape dan teh kombucha					✓
5	Kesesuaian bahasa dengan standar KBBI pada LKPD pada materi bioteknologi konvensional melalui kegiatan praktikum tempe, tape dan teh kombucha				✓	
6	Kejelasan bahasa narator pada pengemasan LKPD pada materi bioteknologi konvensional melalui kegiatan praktikum tempe, tape dan teh kombucha					✓
7	Peletakan bahasa apakah sudah sesuai dengan LKPD pada materi bioteknologi konvensional melalui kegiatan praktikum tempe, tape dan teh kombucha					✓
8	Ketepatan ejaan pada media				✓	

9	Kemudahan pemahaman bahasa yang digunakan dalam LKPD						✓
10	Kesesuaian dengan perkembangan intelektual siswa						✓

### B. Komentar dan Saran Perbaikan

.....

.....

.....

.....


.....

**C. Kesimpulan**  
 Bapak/Ibu dimohon memberikan tanda check list (✓) untuk memberikan kesimpulan terhadap Pengembangan LKPD pada materi bioteknologi konvensional melalui kegiatan praktikum pembuatan tempe, tape dan teh kombucha.

Kesimpulan:

Media pembelajaran belum dapat digunakan	
Media pembelajaran dapat digunakan dengan revisi	
Media pembelajaran dapat digunakan tanpa revisi	✓

Padangsidempuan, 26 Mei 2025  
 Ahli Bahasa

  
 Hasmidah Hahibunn, S.Pi, M.Si  
 NRP/NIDN 2009123202

Nama:  
Kelas:

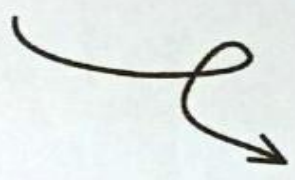
Tanggal:  
Nilai:

# "MEMBUAT TEMPE"

## Tujuan :

1. Menjelaskan konsep fermentasi sebagai proses biologi yang digunakan dalam pembuatan tempe.
2. Mengidentifikasi peran mikroorganisme (*Rhizopus sp.*) dalam fermentasi kedelai menjadi tempe.

## Ilustrasi



Lihat gambar di atas! Bagaimana kedelai bisa berubah menjadi tempe? Tempe adalah makanan tradisional Indonesia yang dibuat dari kedelai yang difermentasi. Makanan ini sangat populer di berbagai daerah, terutama di Jawa, dan dikenal hingga mancanegara sebagai sumber protein nabati yang kaya gizi. Pembuatan tempe melibatkan kedelai sebagai bahan utama dan ragi tempe (*Rhizopus oligosporus*) yang ditaburkan pada kedelai yang telah direbus dan dikupas kulitnya. Proses fermentasi ini menghasilkan tempe dengan tekstur padat dan cita rasa khas. Ada berbagai jenis tempe, seperti tempe segar yang lembut atau tempe semangit yang memiliki aroma lebih tajam. Bagaimana cara membuat tempe tersebut? Mari kita melakukan eksperimen berikut!

## Alat :

1. Panci
2. Saringan
3. Kain/lap bersih
4. Sendok
5. Daun pisang/plastik
6. Baskom
7. Pisau
8. Tempat inkubasi/rak

## Bahan :

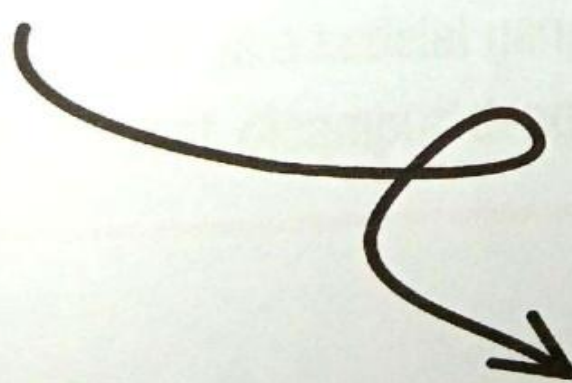
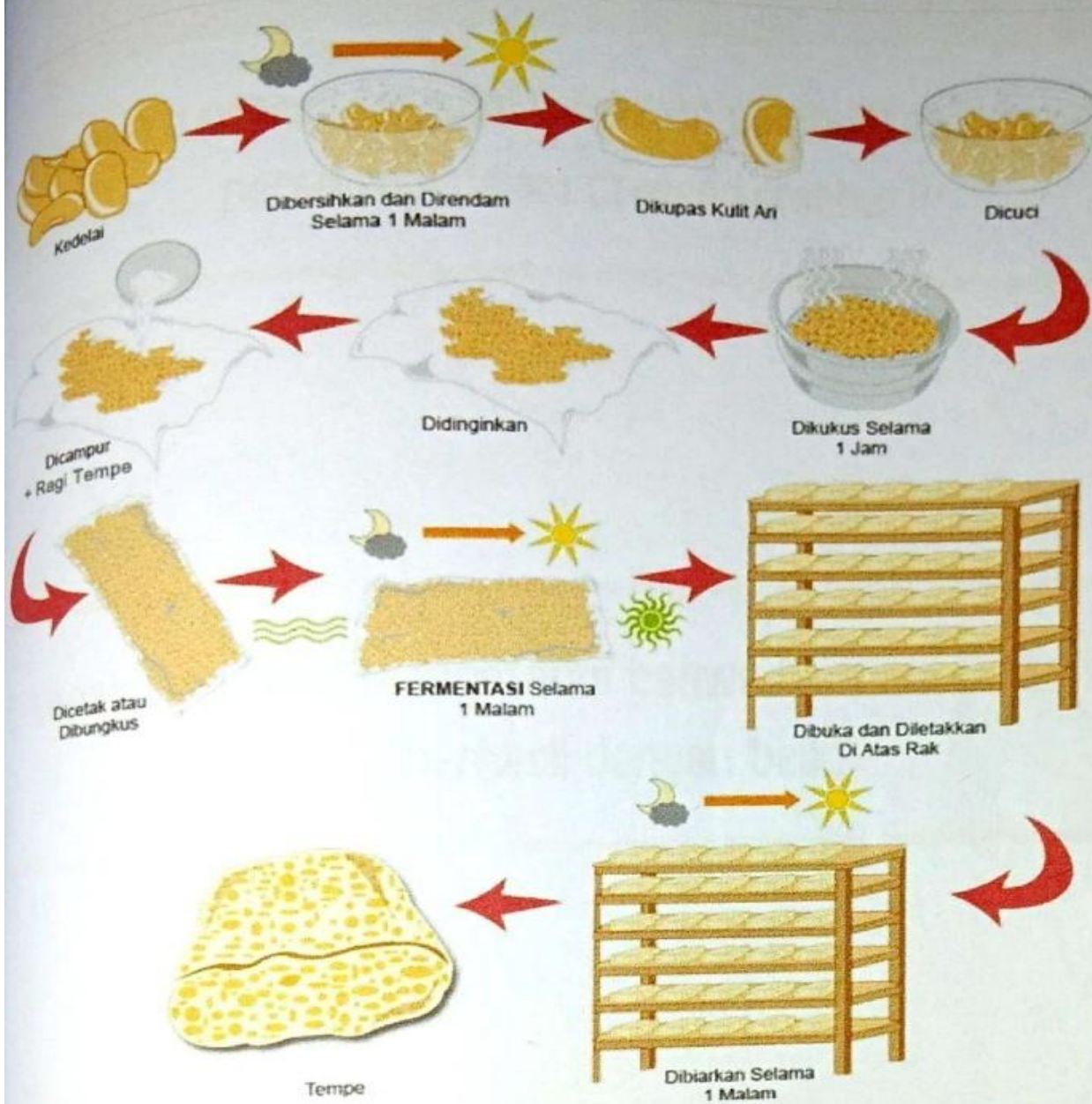
1. Kedelai 1 kg
2. Ragi tempe
3. Air bersir

## Langkah Kerja :



1. Ambil setengah kilogram kedelai yang telah direndam dan dicuci.
2. Rebus kedelai tersebut kira-kira 1 jam.
3. Bersihkan kulit kedelai dengan meremas-remas perlahan selagi hangat.
4. Cuci bersih lalu dinginkan di atas tampah.
5. Taburkan ragi tempe menggunakan sendok ke seluruh bagian kedelai.
6. Bungkus kedelai dengan daun pisang/plastik..
7. Lalu letakkan di tempat yang lembab dan hangat selama 2-3 hari.
8. Jika biji-biji kedelai telah tertutup rapat oleh benang-benang jamur tempe berwarna putih siap dipanen.

# Skema kerja pembuatan tempe



# Analisis dan Diskusi

1. Jelaskan proses fermentasi dalam pembuatan tempe dan peran ragi dalam proses tersebut!!

2. Bagaimana cara mengetahui bahwa fermentasi tempe sudah berhasil dengan baik?

3. Apa yang terjadi jika kedelai yang digunakan masih basah saat dicampur dengan ragi?

# Kunci Jawaban

1. Jelaskan proses fermentasi dalam pembuatan tempe dan peran ragi dalam proses tersebut!!

Proses Fermentasi dalam tempe :

- Persiapan bahan baku: Kedelai dicuci, direbus, dan dikupas kulit arinya untuk melunakkan biji dan menyiapkannya bagi proses fermentasi.
- Pendinginan dan pengeringan: Kedelai ditiriskan dan didinginkan hingga lembap tetapi tidak basah agar jamur dapat tumbuh dengan baik.
- Inokulasi ragi: Kedelai dicampur dengan ragi tempe yang mengandung jamur *Rhizopus oligosporus*, lalu diaduk hingga merata.
- Fermentasi: Campuran dibungkus dan disimpan pada suhu ruang selama 24-48 jam. Jamur tumbuh membentuk miselium putih yang menyatukan biji kedelai, sambil menghasilkan enzim yang memecah protein, lemak, dan karbohidrat menjadi senyawa sederhana.
- Hasil akhir: Terbentuk tempe padat berwarna putih dengan aroma khas. Jika dibiarkan terlalu lama, tempe bisa menguning dan berbau amonia.

Peran ragi dalam proses pembuatan tempe

- Sebagai agen fermentasi utama, yang memicu pertumbuhan miselium dan mengubah kedelai menjadi tempe.
- Menghasilkan enzim untuk memecah protein dan lemak menjadi asam amino dan asam lemak bebas menambah cita rasa dan meningkatkan pencernaan.
- Meningkatkan kandungan gizi: proses fermentasi menambah kadar vitamin B kompleks, terutama B12.
- Memberikan tekstur padat dan aroma khas karena miselium yang tumbuh menyelimuti kedelai.

## Kunci Jawaban

2. Bagaimana cara mengetahui bahwa fermentasi tempe sudah berhasil dengan baik?

Fermentasi tempe berhasil jika hasilnya berwarna putih merata menandakan jamur tumbuh baik. Teksturnya padat, kompak, dan biji kedelai saling menempel kuat. Memiliki aroma khas tempe, tidak berbau busuk atau menyengat. Permukaannya kering, tidak berlendir, dan tidak ada bintik hitam menandakan jamur *Rhizopus oligosporus* tumbuh optimal tanpa kontaminasi. Dan waktu fermentasi nya biasanya diantara 24-48 jam pada suhu 30-37° C.

3. Apa yang terjadi jika kedelai yang digunakan masih basah saat dicampur dengan ragi?

Kedelai yang masih basah saat dicampur ragi akan menyebabkan pertumbuhan jamur terhambat, tempe gagal padat, dan mudah busuk. Karena itu, kedelai harus dikiriskan hingga hanya lembab (tidak ada air menggenang) sebelum ragi ditambahkan.

# Rubrik Penilaian

Aspek yang Dinilai	Skor 4 (Sangat Baik)	Skor 3 (Baik)	Skor 2 (Cukup)	Skor 1 (Kurang)
Pemahaman konsep dan urutan proses	Menjelaskan seluruh tahapan fermentasi (persiapan, inokulasi, fermentasi, hasil akhir) dan peran ragi dengan jelas dan lengkap.	Menjelaskan sebagian besar tahapan fermentasi dan peran ragi cukup jelas.	Menyebutkan sebagian tahapan tanpa penjelasan detail atau kurang menjelaskan peran ragi.	Penjelasan tidak runtut atau tidak sesuai konsep.
Ketepatan identifikasi ciri tempe berhasil	Menyebutkan semua ciri tempe berhasil (warna, aroma, tekstur, permukaan, waktu fermentasi) dengan benar.	Menyebutkan sebagian besar ciri tempe berhasil dengan penjelasan cukup tepat.	Menyebutkan hanya sebagian ciri dengan penjelasan kurang tepat.	Jawaban tidak sesuai atau salah konsep.
Pemahaman sebab-akibat dan penerapan konsep	Menjelaskan dengan lengkap akibat kedelai basah (jamur tidak tumbuh, tempe gagal padat, mudah busuk, fermentasi tidak merata).	Menyebutkan sebagian besar akibat dengan penjelasan cukup tepat.	Menyebutkan 1-2 akibat saja tanpa penjelasan sebab-akibat.	Jawaban tidak tepat atau tidak relevan.

## Kriteria Penilaian Akhir:

- Skor Maksimal : 12
- Kategori : 10-12 (Sangat Baik)  
7-9 (Baik)  
4-6 (Cukup)  
1-3 Kurang

Nama:  
Kelas:

Tanggal:  
Nilai:

## "MEMBUAT TAPE SINGKONG"

Tujuan :

1. Mengetahui cara penerapan bioteknologi dengan fermentasi tape singkong.
2. Mengenal peranan organisme *Saccharomyces cereviceae* dalam fermentasi

### Ilustrasi



Lihat gambar di atas! Bagaimana bisa ketela pohon atau singkong berubah menjadi tape? Tape singkong adalah tape yang dibuat dari singkong yang difermentasi. Makanan ini populer di Jawa dan dikenal di seluruh tempat, mulai dari Jawa Barat hingga Jawa Timur. Pembuatan tape melibatkan umbi singkong sebagai substrat dan ragi tape (*Saccharomyces cerevisiae*) yang dibalurkan pada umbi yang telah dikupas kulitnya. Ada dua teknik pembuatan yang menghasilkan tape biasa, yang basah dan lunak, dan tape kering, yang lebih legit dan sedikit keras namun tidak lunak. Bagaimana cara membuat tape singkong tersebut? Mari kita melakukan eksperimen berikut!

## Alat :

1. Baskom
2. Kain lap
3. Kompot
4. Panci kukus
5. Penyaring
6. Pisau
7. Piring
8. Sendok dan garpu

## Bahan :

1. Udara secukupnya
2. Daun pisang
3. Ragi yang dihaluskan
4. Singkong 1/2
5. Gula secukupnya

## Langkah Kerja :

1. Mengupas singkong dan mengikis bagian kulitnya arinya hingga kesat
2. Memotong singkong yang telah dikupas sesuai dengan keinginan
3. Mencuci hingga bersih singkong yang telah dipotong
4. Sementara menunggu singkong kering, memasukkan air ke dalam panci sampai kira-kira terisi seperempat. Lalu Panaskan hingga mendidih.
5. Setelah air mendidih, memasukkan singkong ke dalam panci kukus, lalu mengukus hingga singkong  $\frac{3}{4}$  matang, kira-kira ketika daging singkong sudah bisa di tusuk dengan garpu.
6. Setelah matang, angkat singkong yang sudah  $\frac{3}{4}$  matang kemudian Menempatkannya di suatu wadah dan mendinginkannya.
7. Sambil mengipas-ngipas teman lainnya menyiapkan wadah sebagai tempat untuk mengubah singkong menjadi tape. Wadah itu terdiri dari baskom yang di dalamnya dilapisi dengan daun pisang.
8. Setelah singkong benar-benar dingin, Memasukkan singkong ke dalam wadah baskom tersebut kemudian menaburi dengan ragi yang telah dihaluskan dengan menggunakan saringan
9. Kemudian menutupnya kembali dengan daun pisang. Singkong ini harus benar-benar tertutup agar mendapatkan hasil yang maksimal.
10. Mendinginkannya selama 1-2 hari. Hingga sudah terasa manis dan manis. Saat itulah singkong telah menjadi tape.

# Skema kerja pembuatan tape singkong

## Cara Pembuatan Tape Singkong

KELOMPOK 2

1

Kupas kulit singkong dan cuci sampai bersih.



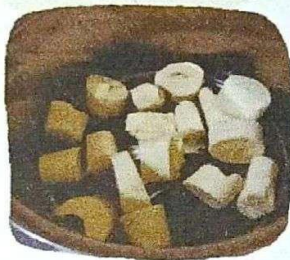
2

Potong kecil-kecil singkong dan kerik bagian luarnya.



3

Rebus singkong selama 25 menit. Lalu, angkat singkong yang telah masak dan biarkan singkong sampai benar-benar dingin.



4

Hancurkan 5 keping ragi tape sampai benar-benar halus, lalu taburi singkong dengan ragi yang telah dihaluskan.

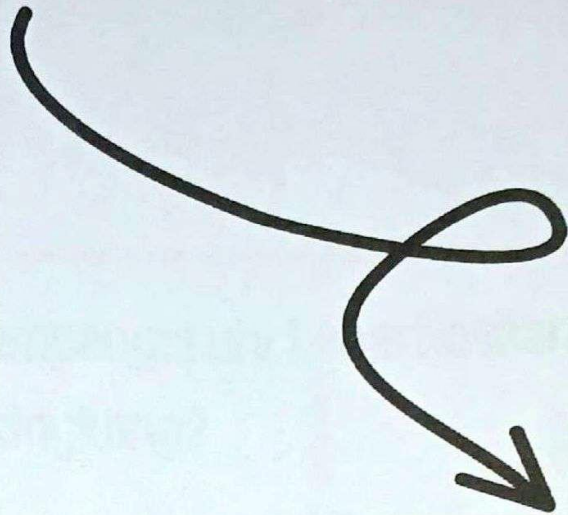
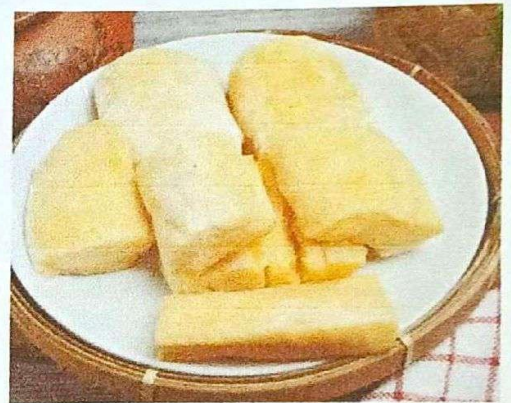


Tutup singkong yang telah diberi ragi dengan daun pisang. Tutup kembali dengan tutup wadah. Singkong harus benar-benar tertutup agar mendapatkan hasil yang maksimal.



5

Diamkan selama 2-3 hari.



## Analisis dan Diskusi

1. Jelaskan proses fermentasi dalam pembuatan tape singkong dan peran ragi dalam proses tersebut!

Blank space for answer to question 1.

2. Apa saja faktor yang dapat mempengaruhi keberhasilan fermentasi tape singkong?

Blank space for answer to question 2.

3. Jelaskan tiga manfaat tape singkong bagi kesehatan manusia!

Blank space for answer to question 3.

# Kunci Jawaban

Jelaskan proses fermentasi dalam pembuatan tape singkong dan peran ragi dalam proses tersebut!!

## Tahapan Proses Fermentasi Tape Singkong

### 1. Persiapan bahan:

- Singkong dikupas, dicuci bersih, lalu dikukus atau direbus hingga matang.
- Setelah matang, singkong didinginkan hingga mencapai suhu hangat (tidak panas lagi agar ragi tidak mati).

### 2. Pemberian ragi

- Ragi tape ditaburkan secara merata di permukaan singkong.
- Ragi ini mengandung mikroorganisme seperti yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) dan kapang (*Amylomyces rouxii*).

### 3. Fermentasi

- Singkong yang sudah diberi ragi disusun dalam wadah tertutup (biasanya daun pisang atau plastik) dan disimpan pada suhu kamar selama 2-3 hari.
- Selama proses ini terjadi perubahan kimia di dalam singkong.

Ragi memiliki peran utama dalam mengubah kandungan singkong melalui aktivitas mikroorganismenya, yaitu:

- *Amylomyces rouxii*, Menghasilkan enzim amilase yang memecah pati (karbohidrat kompleks) dalam singkong menjadi gula sederhana (glukosa).
- *Saccharomyces cerevisiae* Mengubah gula sederhana menjadi etanol (alkohol) dan karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ), yang memberikan rasa manis, aroma khas, dan tekstur lembut pada tape.
- Bakteri asam laktat (mis. *Lactobacillus* sp.) Menghasilkan asam laktat yang menambah rasa sedikit asam dan membantu menjaga tape agar tidak cepat rusak.

# Kunci Jawaban

apa saja faktor yang dapat mempengaruhi keberhasilan fermentasi tape singkong?

Keberhasilan fermentasi tape singkong dapat dipengaruhi oleh: kualitas singkong, kualitas ragi, suhu, lama fermentasi, kadar air, kebersihan alat, dan kondisi lingkungan.

Jika semua faktor tersebut dijaga dengan baik, maka tape singkong akan berhasil dengan rasa manis, lembut, dan beraroma khas

Jelaskan tiga manfaat tape singkong bagi kesehatan manusia!

Tape singkong tidak hanya lezat, tetapi juga bermanfaat bagi kesehatan, terutama karena:

- Mengandung probiotik untuk pencernaan
- Memberi energi cepat untuk tubuh, dan
- Menyediakan vitamin B kompleks yang baik bagi jantung dan metabolisme

# Rubrik Penilaian

Aspek yang Dinilai	Skor 4 (Sangat Baik)	Skor 3 (Baik)	Skor 2 (Cukup)	Skor 1 (Kurang)
Pemahaman konsep dan urutan proses	Menjelaskan seluruh tahapan fermentasi (persiapan, pemberian ragi, fermentasi, hasil akhir) dan peran ragi dengan jelas dan lengkap.	Menjelaskan sebagian besar tahapan fermentasi dan peran ragi cukup jelas.	Menyebutkan sebagian tahapan tanpa penjelasan detail atau kurang menjelaskan peran ragi.	Penjelasan tidak runtut atau tidak sesuai konsep.
Ketepatan menyebutkan faktor yang memengaruhi fermentasi	Menyebutkan dan menjelaskan minimal 5 faktor dengan alasan ilmiah yang benar.	Menyebutkan 3-4 faktor dengan penjelasan cukup tepat.	Menyebutkan 1-2 faktor tanpa penjelasan jelas.	Jawaban tidak relevan atau salah konsep.
Pemahaman manfaat tape singkong bagi kesehatan	Menjelaskan 3 manfaat tape singkong dengan penjelasan lengkap dan benar (pencernaan, energi, dan kesehatan jantung).	Menyebutkan 3 manfaat dengan penjelasan cukup benar.	Menyebutkan 1-2 manfaat tanpa penjelasan rinci.	Jawaban tidak tepat atau tidak sesuai konsep.

## Kriteria Penilaian Akhir:

- Skor Maksimal : 12
- Kategori : 10-12 (Sangat Baik)  
7-9 (Baik)  
4-6 (Cukup)  
1-3 Kurang

Nama:  
Kelas:

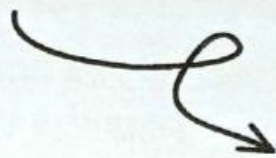
Tanggal:  
Nilai:

# "MEMBUAT TEH KOMBUCHA"

## Tujuan :

- 1.. Mempelajari prinsip fermentasi yang dilakukan oleh bakteri asam laktat, asam asetat, dan ragi dalam pembuatan kombucha.
- 2.Mengenalkan produk minuman teh kombucha dan khasiatnya bagi kesehatan tubuh

## Ilustrasi



Kombucha adalah minuman hasil fermentasi yang dibuat dari teh manis dan kultur bakteri serta ragi yang dikenal sebagai SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast). Minuman ini semakin populer di berbagai negara karena kandungan probiotiknya yang bermanfaat bagi kesehatan pencernaan. Pembuatan kombucha melibatkan teh sebagai bahan utama yang dicampur dengan gula dan ditambahkan SCOBY. Selama proses fermentasi, mikroorganisme dalam SCOBY mengubah gula menjadi asam organik, probiotik, dan sedikit karbonasi alami, sehingga menghasilkan kombucha dengan rasa yang sedikit asam dan segar. Ada berbagai variasi kombucha, seperti kombucha alami atau yang diberi tambahan rasa dari buah dan rempah-rempah. Bagaimana cara membuat kombucha tersebut? Mari kita melakukan eksperimen berikut!

## Alat :

1. Toples kaca
2. Kain bersih
3. Karet gelang
4. Sendok kayu/Plastik
5. Panci
6. Saringan
7. Botol kaca

## Bahan :

1. Teh
2. Gula pasir
3. Air matang
4. Scoby
5. Starter kombucha

## Langkah Kerja :

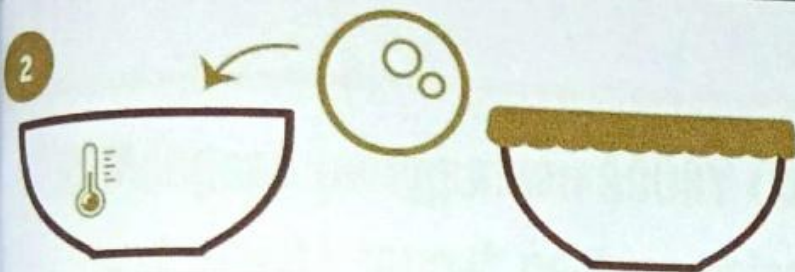
1. Pastikan semua alat yang digunakan dalam keadaan bersih dan kering.
2. Siapkan teh, gula, SCOBY, dan starter kombucha.
3. Panaskan 1 liter air hingga mendidih, lalu matikan api.
4. Masukkan 2-3 kantong teh atau 2 sdm teh daun, lalu diamkan selama 10-15 menit hingga larutan teh pekat terbentuk.
5. Tambahkan 100-150 gram gula pasir, aduk hingga larut.
5. Biarkan teh dingin hingga mencapai suhu ruang.
6. Tuang teh manis yang sudah dingin ke dalam toples kaca.
7. Tambahkan SCOBY dan 100-200 ml kombucha matang (starter kombucha) untuk mempercepat fermentasi.
9. Tutup bagian atas dengan kain bersih atau tisu dapur, lalu ikat dengan karet gelang agar tetap steril namun tetap memungkinkan sirkulasi udara.
9. Simpan toples di tempat yang hangat (suhu 24-30°C) dan tidak terkena sinar matahari langsung.
10. Biarkan fermentasi berlangsung selama 7-14 hari, tergantung tingkat keasaman yang diinginkan.
11. Setelah fermentasi selesai, keluarkan SCOBY dengan sendok bersih.
12. Saring kombucha dan tuang ke dalam botol kaca dengan tutup rapat.
13. Sisakan sedikit cairan kombucha untuk digunakan sebagai starter pada batch berikutnya.
14. Kombucha Siap Dikonsumsi, Sajikan kombucha dingin untuk segar lebih segar.

# Skema kerja pembuatan teh kombucha

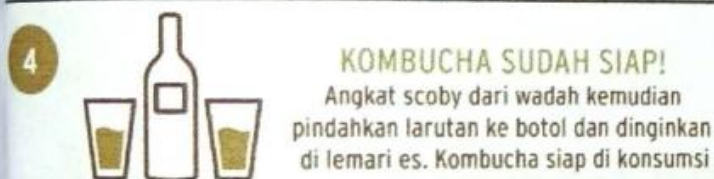
## MEMBUAT KOMBUCHA DI RUMAH



Masak air 6-10 menit, seduh teh dan campurkan gula, saring / buang kantung teh.



Pindahkan larutan teh ke wadah kaca dan tunggu sampai adem. Masukkan Scoby beserta larutannya (kira-kira 300ml). Tutup wadah dengan kain dan ikat dengan karet / tali agar tidak bergerak. Letakkan di tempat yang tidak terkena sinar matahari dengan suhu ruang



Simpan Scoby bersama larutan kombucha untuk membuat kombucha lagi.

JUARA



## Analisis dan Diskusi

1. Jelaskan secara singkat apa itu teh kombucha dan bagaimana proses fermentasinya!

2. Mengapa penggunaan SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast) sangat penting dalam fermentasi te kombucha

3. Apa perbedaan antara fermentasi aerob dan anaerob dalam proses pembuatan kombucha?

## Analisis dan Diskusi

4. Bagaimana faktor suhu dan waktu fermentasi mempengaruhi rasa serta kandungan nutrisi dalam kombucha?

5. Apa yang terjadi jika difermentasi teh kombucha terlalu lama?

6. Apa manfaat kesehatan dari teh kombucha? jelaskan berdasarkan kandungan yang ada di dalamnya!

# Kunci Jawaban

Tanyakan secara singkat apa itu teh kombucha dan bagaimana proses fermentasi nya?

Teh kombucha adalah minuman hasil fermentasi dari teh manis (biasanya teh hitam atau teh hijau) menggunakan kultur simbiotik antara bakteri dan ragi yang disebut SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast).

Proses Fermentasinya:

- **Pembuatan Teh Manis:** Teh diseduh dan dicampur dengan gula sebagai sumber energi bagi mikroorganisme.
- **Penambahan SCOBY:** Setelah teh dingin, SCOBY dimasukkan ke dalam larutan teh manis.
- **Fermentasi:** Campuran dibiarkan selama  $\pm 7-14$  hari pada suhu ruang. Ragi mengubah gula menjadi alkohol. Bakteri asam asetat mengubah alkohol menjadi asam organik.
- **Hasil Akhir:** Terbentuk minuman asam-manis yang sedikit berkarbonasi, mengandung probiotik, asam organik, dan sejumlah kecil alkohol alami.

Mengapa penggunaan SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast) sangat penting dalam fermentasi teh kombucha?

Penggunaan SCOBY penting karena berperan sebagai starter fermentasi yang mengandung bakteri dan ragi untuk mengubah gula menjadi asam, gas, dan senyawa bermanfaat, sehingga teh kombucha bisa terbentuk dengan rasa, aroma, dan manfaat khasnya.

# Kunci Jawaban

Apa yang terjadi jika difermentasi teh kombucha terlalu lama?

Jika teh kombucha difermentasi terlalu lama, rasanya akan menjadi sangat asam dan tajam karena gula habis diubah menjadi asam. Selain itu, kadar alkohol dan gas meningkat, serta tekstur SCOBY menebal, membuat kombucha kurang enak diminum dan bisa terasa seperti cuka.

# Rubrik Penilaian

Aspek yang Dinilai	Skor 4 (Sangat Baik)	Skor 3 (Baik)	Skor 2 (Cukup)	Skor 1 (Kurang)
Pemahaman konsep kombucha dan proses fermentasi	Menjelaskan pengertian kombucha dan tahapan fermentasi dengan runtut, lengkap, serta menyebut peran SCOBY dengan benar.	Menjelaskan pengertian dan sebagian tahapan fermentasi dengan cukup jelas.	Menyebutkan pengertian tanpa penjelasan tahapan fermentasi atau kurang tepat.	Penjelasan tidak runtut atau salah konsep.
Peran SCOBY dalam fermentasi	Menjelaskan fungsi SCOBY secara lengkap sebagai kultur bakteri dan ragi yang mengubah gula menjadi senyawa penting kombucha.	Menjelaskan fungsi SCOBY dengan cukup tepat, tetapi kurang detail.	Menyebutkan SCOBY hanya sebagai "starter" tanpa penjelasan peran mikroorganisme.	Jawaban tidak relevan atau salah konsep.
Perbedaan fermentasi aerob dan anaerob	Menjelaskan perbedaan dengan jelas serta peran masing-masing dalam pembentukan rasa kombucha.	Menjelaskan perbedaan dengan cukup tepat tetapi tanpa kaitan terhadap hasil fermentasi.	Menyebutkan perbedaan secara umum tanpa contoh.	Tidak dapat membedakan kedua jenis fermentasi.
Pengaruh suhu dan waktu fermentasi	Menjelaskan pengaruh suhu dan waktu terhadap rasa serta kandungan nutrisi secara lengkap dan ilmiah.	Menjelaskan pengaruh suhu dan waktu dengan cukup jelas namun kurang mendalam.	Menyebutkan pengaruh salah satu faktor tanpa penjelasan detail.	Jawaban tidak relevan atau salah konsep.

# Rubrik Penilaian

Dampak fermentasi terlalu lama	Menjelaskan secara lengkap akibat fermentasi berlebih terhadap rasa, tekstur, dan kualitas kombucha.	Menjelaskan akibat fermentasi lama tetapi belum lengkap.	Menyebutkan satu akibat tanpa penjelasan.	Jawaban salah atau tidak sesuai konsep.
--------------------------------	--	--	---	---

## Kriteria Penilaian Akhir:

- Skor Maksimal : 12
- Kategori : 10-12 (Sangat Baik)
  - 7-9 (Baik)
  - 4-6 (Cukup)
  - 1-3 Kurang



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
SYEKH ALI HASAN AHMAD ADDARY PADANGSIDIMPUAN  
FAKULTAS TARBIYAH DAN ILMU KEGURUAN**

Jalan T. Rizal Nurdin Km 4,5 Sihitang Kola Padang Sidempuan 22733  
Telepon (0634) 22080 Faximili (0634) 24022  
Website: [uinsyahada.ac.id](http://uinsyahada.ac.id)

Nomor: B-3035 /Un.28/E.1/TL.00.9/06/2025  
Hal : Izin Penelitian  
Penyelesaian Skripsi

12 Juni 2025

Yth. Kepala MAN 2 Padang Lawas

Dengan hormat, bersama ini kami sampaikan bahwa :

Nama : Widiya Wati Siregar  
NIM : 2120800016  
Program Studi : Tadris Biologi  
Fakultas : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan  
Alamat : Payabunging, Kec. Huristak, Kab. Padang Lawas

adalah Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan Universitas Islam Negeri Syekh Ali Hasan Ahmad Addary Padangsidimpuan yang sedang menyelesaikan Skripsi dengan Judul " Pengembangan LKPD Bioteknologi Konvensional Pada Praktikum Pembuatan Tempe, Tape dan Teh Kombucha Kelas XI MAN 2 Padang Lawas"

Sehubungan dengan itu, kami mohon bantuan Bapak/Ibu untuk memberikan izin penelitian sesuai dengan maksud judul diatas.

Demikian disampaikan, atas kerja sama yang baik diucapkan terimakasih.



a.n. Dekan  
Wakil Dekan Bidang Akademik dan  
Kelembagaan

Dr. Wis. Julianti Syafrida Siregar, S.Psi, M.A. |  
NIR. 19801224 200604 2 001



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA**  
**KANTOR KEMENTERIAN AGAMA KABUPATEN PADANG LAWAS**  
**MADRASAH ALIYAH NEGERI 2 PADANG LAWAS**  
 Jalan Besar Binanga – Gunungtua Kab. Padang Lawas Kode Pos 22755  
 e-mail: man2palas@gmail.com

**SURAT KETERANGAN PENELITIAN**  
 B- 104 /MA.02.28.02/PP.00.6/07/2025

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : SAHAT PARULIAN, S.Pd.I,SH  
 NIP : 197708102001051002  
 Pangkat/Gol : Pembina IV/a  
 Unit Kerja : MAN 2 PADANG LAWAS

Dengan ini menerangkan bahwa

Nama : Widiya Wati Siregar  
 NIM : 2120800016  
 Program Studi : Tadris Biologi  
 Fakultas : Tarbiyah dan Ilmu Keguruan  
 Judul : "Pengembangan LKPD Bioteknologi Konvensional Pada  
 Praktikum Pembuatan Tempe, Tape dan Kombucha Kelas XI  
 MAN 2 Padang Lawas".

Benar nama tersebut diatas telah melaksanakan penelitian dengan judul diatas sesuai dengan surat Universitas Islam Negeri Syekh Ali Hasan Ahmad Addary padang sidempuan. Yang dilaksanakan mulai Tanggal 13 Juni s/d 21 Juli 2025.

Demikian surat Keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Binanga, 21 Juli 2025  
 Kepala  
  
 Sahat Parulian

**DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

1. Nama : Widiya Wati Siregar
2. Jenis kelamin : perempuan
3. Tempat / tanggal lahir : Paya Bujing/10 April 2003
4. Pekerjaan : Mahasiswa
5. Anak ke : 3 dari 4 Bersaudara
6. No. Hp : 082272720843
7. Email : [Widiyaasiregar@gmail.com](mailto:Widiyaasiregar@gmail.com).
8. Alamat : Paya Bujing
9. Nama orangtua
  - a. Nama Ayah : Agam Siregar
  - b. Pekerjaan : Petani
  - c. Nama Ibu : Mesra Linda Mendrofa
  - d. Pekerjaan : Petani
  - e. Alamat Orangtua : Paya Bujing
10. Riwayat pendidikan
  - a. SD 0905 Aek Bongbongan
  - b. SMPN 1 Huristak
  - c. MAN 2 Padang Lawas
  - d. Universitas islam syekh ali hasan ahmad addary Padangsidempuan

---

 REVISI SIDANG WIDIYA WATI SIREGAR1000.docx
 

---

## ORIGINALITY REPORT

**12** %  
SIMILARITY INDEX

**3** %  
INTERNET SOURCES

**2** %  
PUBLICATIONS

**1** %  
STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

<b>1</b>	<b>etd.uinsyahada.ac.id</b> Internet Source	<b>3</b> %
<b>2</b>	<b>jurnal.uinsyahada.ac.id</b> Internet Source	<b>2</b> %
<b>3</b>	<b>repository.uin-suska.ac.id</b> Internet Source	<b>2</b> %
<b>4</b>	<b>www.halodoc.com</b> Internet Source	<b>2</b> %
<b>5</b>	<b>android62.com</b> Internet Source	<b>2</b> %
<b>6</b>	<b>www.detik.com</b> Internet Source	<b>2</b> %
<b>7</b>	<b>eprints.umg.ac.id</b> Internet Source	<b>1</b> %
<b>8</b>	<b>eprints.upgris.ac.id</b> Internet Source	<b>1</b> %
<b>9</b>	<b>ojs.unm.ac.id</b> Internet Source	<b>1</b> %
<b>10</b>	<b>bowosiswandoko.blogspot.com</b> Internet Source	<b>1</b> %
<b>11</b>	<b>eprints.uny.ac.id</b> Internet Source	<b>1</b> %
<b>12</b>	<b>journal.iain-samarinda.ac.id</b> Internet Source	<b>1</b> %
<b>13</b>	<b>123dok.com</b> Internet Source	<b>1</b> %

---