



Pengembangan Panduan Praktikum Bioteknologi Berbasis Hasil Fermentasi *Tepache* Nanas Kelud Varietas Lokal untuk Pembelajaran Biologi SMA

Jelly Dwi Renanda¹, Budhi Utami¹, Elysabet Herawati¹, Sulistiono¹, Rochmad Hariyadi²

¹ Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Ilmu Kesehatan dan Sains, Universitas Nusantara PGRI Kediri, Jl. Ahmad Dahlan No.76, Mojoroto, Kota Kediri, Jawa Timur, Indonesia

² SMA Negeri 6 Kediri, Jalan Ngasinan 52 Rejomulyo Kecamatan Kota, Kediri, Jawa Timur, Indonesia

*Email korespondensi: Jellyrenanda18@gmail.com

Diterima:
23 Juli 2025

Dipresentasikan:
26 Juli 2025

Terbit:
18 September 2025

ABSTRAK

Rendahnya ketersediaan bahan ajar kontekstual yang relevan dengan potensi lokal menjadi salah satu kendala dalam pembelajaran bioteknologi di SMA. Padahal, pendekatan pembelajaran berbasis potensi lokal dapat meningkatkan pemahaman, keterlibatan, dan keterampilan peserta didik dalam mengaitkan konsep bioteknologi dengan realitas di sekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan panduan praktikum bioteknologi berbasis fermentasi kulit nanas kelud varietas lokal sebagai sumber belajar kontekstual bagi siswa SMA, yang diharapkan mampu memfasilitasi proses pembelajaran yang lebih bermakna dan aplikatif. Metode penelitian yang digunakan yaitu Research and Development (R&D) dengan tahapan: studi pendahuluan, Focus Group Discussion (FGD), penyusunan produk awal, validasi oleh ahli, revisi produk, serta uji coba terbatas pada peserta didik. Validasi kelayakan panduan dilakukan oleh dosen ahli, guru biologi, dan peserta didik untuk memastikan kualitas isi, kemenarikan, serta kebermanfaatannya dalam praktik pembelajaran. Hasil validasi menunjukkan bahwa panduan praktikum memperoleh skor kelayakan sebesar 93% dari dosen ahli, 98% dari guru biologi, dan 85% dari peserta didik, yang semuanya tergolong kategori "sangat baik". Temuan ini mengindikasikan panduan praktikum layak digunakan dalam pembelajaran bioteknologi SMA. Selain itu, panduan ini juga terbukti meningkatkan relevansi pembelajaran dengan potensi lokal dan mendorong penerapan pendekatan saintifik melalui kegiatan praktikum. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam penyediaan bahan ajar kontekstual berbasis potensi lokal, serta merekomendasikan penelitian lanjutan untuk mengukur efektivitas panduan dalam meningkatkan hasil belajar dan keterampilan berpikir kritis siswa secara lebih mendalam.

Kata Kunci : *panduan praktikum; Tepache; fermentasi; pengembangan; bioteknologi.*

PENDAHULUAN

Pembelajaran Biologi di tingkat Sekolah Menengah Atas (SMA) menuntut peserta didik tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi juga mampu mengaitkan teori dengan praktik nyata melalui kegiatan praktikum. Kegiatan praktikum secara signifikan meningkatkan hasil belajar siswa, sebagaimana dibuktikan oleh penelitian yang menunjukkan bahwa siswa yang terlibat dalam

pekerjaan praktis mencapai skor yang lebih tinggi dari pada mereka yang tidak melakukannya (Ramadhan & Suyanto, 2020). Praktikum memiliki peran penting dalam membangun keterampilan proses sains, kemampuan berpikir kritis, serta menumbuhkan sikap ilmiah peserta didik. Selain itu, praktikum memungkinkan peserta didik untuk mengamati dan terlibat dengan fenomena biologis secara langsung, sehingga memperkuat pengetahuan teoritis melalui pengalaman langsung (Ardiansyah & Muthi, 2024). Namun demikian, dalam praktiknya masih banyak sekolah yang belum memiliki panduan praktikum yang kontekstual dan sesuai dengan lingkungan sekitar peserta didik. Panduan yang digunakan seringkali bersifat umum, tidak memanfaatkan potensi lokal, serta kurang menggambarkan aplikasi nyata dari konsep-konsep bioteknologi yang dipelajari di kelas (Ismiati, 2020). Kondisi tersebut berpotensi menghambat pengembangan keterampilan abad ke-21 seperti pemecahan masalah, kreativitas, dan inovasi. Oleh karena itu, panduan praktikum pengembangan berbasis potensi lokal sangat diperlukan untuk meningkatkan makna pembelajaran sekaligus menumbuhkan keterampilan tersebut secara optimal (Yarmalinda *et al.*, 2025). Hal ini menjadi tantangan bagi guru dalam menyampaikan materi bioteknologi secara kontekstual dan aplikatif, mengingat keterbatasan pengetahuan guru tentang konten bioteknologi, kekurangan sumber belajar, serta minimnya panduan praktikum berbasis potensi lokal yang dapat menghubungkan teori dengan praktik nyata di lingkungan siswa

Pendekatan pembelajaran berbasis potensi lokal merupakan solusi strategi untuk menjawab tantangan kurangnya keterkaitan antara materi pelajaran dengan kehidupan nyata peserta didik. Pemanfaatan potensi lokal dalam proses pembelajaran tidak hanya membuat kegiatan belajar menjadi lebih bermakna, tetapi juga menumbuhkan kepedulian terhadap pelestarian sumber daya lokal dan mendorong pemanfaatannya secara berkelanjutan. Salah satu potensi lokal yang menjanjikan untuk diangkat dalam praktikum Biologi adalah nanas, yang merupakan komoditas unggulan Kabupaten Kediri dengan tingkat produktivitas yang tinggi (Winahyu *et al.*, 2022). Komoditas ini memiliki potensi besar untuk dikembangkan dalam pembelajaran, khususnya pada materi bioteknologi. Kulit nanas yang selama ini dianggap sebagai limbah ternyata dapat difermentasi menjadi minuman tradisional bernama *Tepache*, yang tidak hanya memiliki nilai edukatif, tetapi juga relevansi ilmiah dalam konteks bioteknologi konvensional.

Fermentasi *Tepache* dari kulit nanas merupakan contoh penerapan bioteknologi konvensional yang sederhana, murah, dan aman untuk dilakukan di lingkungan sekolah. Proses fermentasi ini dapat menjadi media belajar bagi siswa untuk mengenal prinsip kerja mikroorganisme, reaksi biokimia, serta perubahan fisik dan kimia yang terjadi selama fermentasi berlangsung. Aktivitas praktikum ini tidak hanya mengasah keterampilan proses peserta didik, tetapi juga mendorong mereka untuk berpikir kritis dan memahami keterkaitan antara teori dengan praktik nyata di lapangan (Anggarkasih & Fatimah, 2022). Dengan merancang panduan praktikum berbasis fermentasi *Tepache*, guru dapat memberikan pengalaman belajar yang otentik dan kontekstual, serta memperkuat pemahaman konsep bioteknologi secara lebih konkret. Selain itu, kegiatan ini selaras dengan

pendekatan *pembelajaran berbasis proyek (project-based learning)* dan kurikulum merdeka, yang tekanannya pada pengembangan kompetensi melalui eksplorasi masalah-masalah nyata di sekitar peserta didik (Nursalam *et al.*, 2023). Praktikum semacam ini juga berpotensi meningkatkan motivasi belajar karena siswa merasa terlibat langsung dalam proses ilmiah yang aplikatif dan relevan dengan kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru mata pelajaran, hingga saat ini belum tersedia panduan praktikum terstruktur yang memanfaatkan fermentasi *Tepache* dari kulit nanas varietas lokal sebagai bahan terbuka dalam pembelajaran bioteknologi di SMA Negeri 6 Kediri. Padahal panduan praktikum yang dirancang dengan baik sangat diperlukan untuk memastikan kegiatan praktikum berjalan sistematis, aman, dan sesuai dengan pencapaian pembelajaran yang diharapkan. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan panduan praktikum yang tidak hanya sesuai dengan kurikulum Biologi SMA, tetapi juga divalidasi oleh para ahli dan diuji kelayakannya kepada peserta didik. Pengembangan ini diharapkan dapat memberikan alternatif pembelajaran bioteknologi yang lebih dekat dengan kehidupan sehari-hari dan meningkatkan minat belajar siswa terhadap sains. Integrasi praktikum berbasis potensi kontekstual dan lokal dalam pendidikan sains telah terbukti secara signifikan meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa. Dengan memasukkan budaya lokal, ekosistem, dan sumber daya masyarakat ke dalam kurikulum, pendidik dapat menciptakan lingkungan belajar yang lebih relevan dan merangsang. Pendekatan ini tidak hanya menumbuhkan pemikiran kritis dan keterampilan pemecahan masalah tetapi juga selaras dengan pengembangan kompetensi abad ke-21 (Izzata & Rini, 2024).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan panduan praktikum bioteknologi berbasis hasil fermentasi *Tepache* kulit nanas Kelud varietas lokal, serta menguji kelayakannya sebagai sumber belajar kontekstual dalam pembelajaran Biologi di SMA. Dengan demikian, diharapkan panduan ini dapat menjadi salah satu solusi atas kebutuhan bahan ajar praktikum yang inovatif, aplikatif, dan berbasis potensi lokal.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development (R&D)* yang bertujuan untuk mengembangkan dan menguji kelayakan produk berupa panduan praktikum bioteknologi berbasis hasil fermentasi *Tepache* dari kulit nanas kelud varietas lokal. Model pengembangan yang digunakan mengadaptasi langkah-langkah dari Borg & Gall yang disederhanakan menjadi enam tahap utama, yaitu: (1) studi pendahuluan, (2) penyusunan produk awal, (3) Focus Group Discussion (FGD) (4) revisi produk (5) validasi ahli, dan (6) uji coba terbatas.

Studi pendahuluan dilakukan melalui analisis kebutuhan guru dan siswa, serta telaah kurikulum untuk memastikan keterkaitan materi bioteknologi dengan potensi lokal yang dapat diintegrasikan ke dalam panduan praktikum. FGD dilaksanakan dengan melibatkan guru Biologi, dosen ahli, dosen pembimbing dan peneliti untuk merancang struktur dan isi panduan yang relevan dan aplikatif.

Penyusunan produk awal berupa panduan praktikum meliputi: petunjuk

umum, tujuan praktikum, dasar teori, alat dan bahan, prosedur kerja, lembar kerja siswa, serta lembar observasi dan evaluasi. Produk ini kemudian divalidasi oleh dua kategori ahli: dosen ahli bioteknologi dan guru Biologi SMA. Validasi ahli mencakup empat aspek penilaian, yaitu: kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, dan kegunaan.

Setelah divalidasi, panduan direvisi berdasarkan masukan para ahli. Tahap selanjutnya adalah uji coba terbatas yang dilakukan kepada 5 peserta didik kelas X di SMA Negeri 6 Kediri untuk mengetahui respon mereka terhadap panduan. Instrumen yang digunakan dalam pengumpulan data berupa angket penilaian dan lembar observasi.

Tempat dan waktu penelitian berlokasi di SMA Negeri 6 Kediri, yang dipilih secara *purposive* karena memiliki fasilitas laboratorium yang mendukung pelaksanaan praktikum Biologi. Kegiatan penelitian dilaksanakan pada bulan Mei 2025. Proses FGD dan validasi dilakukan di kampus Universitas Nusantara PGRI Kediri dan SMA Negeri 6 Kediri, sedangkan uji coba produk dilakukan di kelas X MIPA dengan melibatkan guru Biologi dan peserta didik sebagai subjek uji coba.

Teknik pengumpulan data dengan menggunakan data kuantitatif dan kualitatif untuk mengumpulkan data hasil uji validitas produk yaitu dengan wawancara, pengisian angket, dan dokumentasi. Analisis uji validitas menggunakan skala penilaian yaitu pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Hasil penilaian validasi.

No.	Kriteria	Skor
1.	Sangat Tidak Setuju	1
2.	Tidak Setuju	2
3.	Setuju	3
4.	Sangat Setuju	4

Perhitungan persentase validitas dosen ahli dan guru mapel menggunakan rumus

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

Keterangan :

P : presentase validasi

$\sum x$: jumlah keseluruhan penilaian ahli

$\sum xi$: jumlah keseluruhan nilai

Perhitungan persentase uji coba peserta didik menggunakan rumus

$$P = \frac{\text{Jumlah Skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor maksimal}} \times 10$$

Keterangan :

Jumlah skor diperoleh : nilai angket tiap responden

Jumlah skor maksimal : pertanyaan x jumlah responden x jumlah pilihan

Hasil persentase yang didapatkan kemudian dikategorikan kelayakan atau kevalidannya berdasarkan kategori interpretasi nilai menurut Arikunto (2021) yang tersaji pada tabel 2.

Tabel 2. Kualifikasi Kriteria Kevalidan

No.	Kriteria	Skor
1.	80% -100%	Sangat Baik
2.	60% - 79%	Baik
3.	40% - 59%	Cukup Baik
4.	0% - 39%	Tidak Baik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun tahapan-tahapan pengembangan panduan praktikum biologi berbasis digital ini adalah sebagai berikut:

1. Studi pendahuluan

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan peneliti di SMA Negeri 6 Kediri, kegiatan praktikum Biologi telah terlaksana dengan cukup baik. Namun demikian, pelaksanaannya masih terbilang sederhana. Saat ini, praktikum masih mengandalkan lembar kegiatan dalam bentuk cetak yang cenderung monoton karena hanya berisi paparan teori tanpa pendekatan kontekstual. Hal ini kurang mampu membangkitkan semangat eksplorasi dan keterlibatan aktif siswa dalam kegiatan praktikum.

Fakta di lapangan menunjukkan bahwa materi bioteknologi belum banyak dikaitkan dengan potensi lokal dan belum dikembangkan menjadi kegiatan praktikum yang konkret. Guru juga masih mengalami kendala dalam merancang kegiatan praktikum yang aplikatif dan menyenangkan. Oleh karena itu, diperlukan suatu inovasi bahan ajar praktikum yang tidak hanya interaktif dan berbasis digital, tetapi juga kontekstual dan relevan dengan lingkungan sekitar peserta didik.

Menanggapi kebutuhan tersebut, peneliti mengembangkan panduan praktikum bioteknologi berbasis hasil fermentasi *Tepache* dari kulit nanas Kelud varietas lokal. Panduan ini dirancang secara menarik dan sesuai dengan perkembangan teknologi serta karakteristik peserta didik masa kini.

Pengembangan panduan ini diharapkan dapat meningkatkan minat belajar siswa, memfasilitasi kegiatan praktikum yang bermakna, serta memberikan pengalaman belajar yang lebih konkret dan relevan melalui pemanfaatan potensi lokal yang ada di Kabupaten Kediri.

2. Penyusunan produk awal

Tahap ini dimulai dengan penyusunan draf awal panduan praktikum bioteknologi berbasis hasil fermentasi *Tepache* kulit nanas Kelud varietas lokal. Penyusunan produk awal didasarkan pada analisis kebutuhan, studi literatur, kurikulum Biologi SMA (Kurikulum Merdeka), serta hasil studi pendahuluan yang telah dilakukan sebelumnya. Produk awal ini mencakup komponen-komponen utama seperti tujuan praktikum, alat dan bahan, langkah kerja, lembar observasi, pertanyaan analisis, serta keterkaitan dengan kompetensi dasar dan indikator pembelajaran. Panduan juga dirancang dengan memperhatikan prinsip keterbacaan, kebermaknaan, dan keseimbangan konteks lokal.

3. *Focus Group Discussion* (FGD)

Setelah produk awal disusun, dilakukan kegiatan *Focus Group Discussion* (FGD) yang melibatkan dosen pembimbing, guru Biologi, dosen ahli bioteknologi. FGD bertujuan untuk memperoleh masukan kualitatif mengenai isi, kelayakan, bahasa, konteks lokal, dan kemungkinan penerapan pedoman di kelas. Masukan dari FGD menjadi landasan penting dalam memperbaiki dan menyempurnakan produk sebelum masuk ke tahap validasi dan uji coba. Diskusi dilakukan secara terstruktur dengan panduan pertanyaan dan didokumentasikan secara tertulis.

4. Revisi produk

Berdasarkan masukan dan saran yang diperoleh dari FGD, dilakukan revisi terhadap draf awal produk. Revisi terfokus pada aspek konten materi, tata bahasa, kesesuaian langkah kerja, ilustrasi, serta keterkaitan dengan pembelajaran kontekstual dan pendekatan berbasis proyek. Hasil revisi ini menghasilkan draf produk kedua yang lebih siap untuk divalidasi secara formal oleh para ahli.

5. Validasi ahli

Produk yang telah direvisi kemudian divalidasi oleh dosen ahli dan guru mapel. Validasi dilakukan dengan menggunakan instrumen penilaian yang mencakup aspek kelayakan isi, kebahasaan, kegrafikan, dan keterpakaian produk. Hasil validasi dianalisis secara kuantitatif dan kualitatif untuk mengetahui tingkat kelayakan produk dan menentukan tidak perlunya revisi lanjutan. Validasi dilakukan oleh dosen peninjau Bapak Dr. Sulistiono, M.Si, dan guru pengajar Bapak Rochmad Hariyadi, S.Pd.

- a. Hasil lembar validasi oleh dosen peninjau dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini.

Tabel 2. Hasil Validasi Dosen Ahli

No.	Pernyataan	Penilaian			
		1	2	3	4
1.	Desain panduan praktikum menarik dan tidak membosankan			√	
2.	Bahasa yang digunakan komunikatif sesuai dengan tingkat pemahaman peserta didik				√
3.	Bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah penulisan bahasa Indonesia			√	
4.	Materi pada panduan praktikum mendukung tercapainya tujuan pembelajaran				√
5.	Panduan praktikum memiliki struktur yang sistematis			√	
6.	Panduan praktikum memberikan informasi mengenai alat dan bahan yang digunakan untuk praktikum dengan jelas dan lengkap				√
7.	Panduan praktikum menjelaskan langkah-langkah pelaksanaan praktikum dengan jelas				√
8.	Dengan menggunakan panduan praktikum peserta didik dapat melakukan praktikum secara mandiri				√
9.	Bahan yang digunakan praktikum mudah untuk didapatkan				√
10.	Tabel pengamatan membantu peserta didik dalam mencatat dan menganalisis data				√
11.	Soal diskusi sesuai dengan materi dan hasil praktikum				√
Total		41			

Berdasarkan hasil penilaian dari dosen ahli, persentase kevalidan pengembangan panduan praktikum bioteknologi berbasis hasil fermentasi *Tepache* kulit nanas Kelud varietas lokal mencapai 93%. Persentase tersebut menunjukkan bahwa produk termasuk dalam kategori “sangat Baik”, berdasarkan kriteria kelayakan yang tercantum dalam Tabel 3 mengenai kualifikasi skor validasi ahli terhadap pengembangan produk. Hal ini menunjukkan bahwa produk telah memenuhi standar akademik, baik dari segi isi, sistematika penyusunan, maupun kebahasaan. Dosen ahli menilai bahwa produk sesuai dengan kompetensi dasar yang berlaku, memuat materi yang akurat dan relevan, serta disajikan secara sistematis. Dengan skor yang hampir sempurna, dapat disimpulkan bahwa dari sisi keilmuan, produk sangat layak untuk digunakan. Dosen ahli juga memberikan beberapa saran perbaikan minor, seperti menambahkan ilustrasi pendukung pada bagian cover agar lebih menarik secara visual. Masukan tersebut menunjukkan bahwa meskipun

produk sudah sangat baik, perbaikan estetika tetap diperlukan untuk mendukung pemahaman dan minat pengguna.

- b. Hasil lembar validasi oleh guru maprl dapat dilihat pada tabel 4 di bawah ini.

Table 3 Hasil Validasi Guru Mapel

No.	Pernyataan	Penilaian			
		1	2	3	4
1.	Desain panduan praktikum menarik dan tidak membosankan				√
2.	Bahasa yang digunakan komunikatif sesuai dengan tingkat pemahaman peserta didik				√
3.	Bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah penulisan bahasa Indonesia				√
4.	Materi pada panduan praktikum mendukung tercapainya tujuan pembelajaran				√
5.	Panduan praktikum memiliki struktur yang sistematis				√
6.	Panduan praktikum memberikan informasi mengenai alat dan bahan yang digunakan untuk praktikum dengan jelas dan lengkap				√
7.	Panduan praktikum menjelaskan langkah-langkah pelaksanaan praktikum dengan jelas				√
8.	Dengan menggunakan panduan praktikum peserta didik dapat melakukan praktikum secara mandiri				√
9.	Bahan yang digunakan praktikum mudah untuk didapatkan				√
10.	Tabel pengamatan membantu peserta didik dalam mencatat dan menganalisis data				√
11.	Soal diskusi sesuai dengan materi dan hasil praktikum				√
12.	Peserta didik dapat membuat kesimpulan hasil			√	
13.	Peserta didik dapat membuat laporan hasil praktikum				√
Total		51			

Berdasarkan hasil penilaian dari dosen ahli, persentase kevalidan pengembangan panduan praktikum bioteknologi berbasis hasil fermentasi *Tepache* kulit nanas Kelud varietas lokal mencapai 98%. Persentase tersebut menunjukkan bahwa produk termasuk dalam kategori “Sangat Baik”, berdasarkan kriteria kelayakan yang tercantum dalam Tabel 2 mengenai kualifikasi skor validasi ahli terhadap pengembangan produk. Guru kelas

menilai bahwa produk sesuai dengan karakteristik siswa, mudah dipahami, dan aplikatif dalam pelaksanaan di kelas. Penilaian ini penting karena guru adalah pelaksana langsung dalam proses pembelajaran, sehingga keberhasilan penggunaan produk sangat dipengaruhi oleh persepsi dan kesiapan guru dalam menerapkannya.

6. Uji coba terbatas.

Setelah dinyatakan layak oleh validator, panduan praktikum diuji coba secara terbatas kepada sejumlah siswa kelas X di SMA Negeri 6 Kediri. Uji coba ini bertujuan untuk mengukur respon siswa terhadap produk, kemudahan penggunaan, tingkat pemahaman, serta panduan efektivitas dalam mendukung proses pembelajaran. Instrumen yang digunakan dalam uji coba meliputi angket tanggapan siswa, observasi keterlibatan selama praktikum, dan wawancara terbatas. Data yang diperoleh dari uji coba ini akan menjadi dasar dalam melakukan revisi akhir terhadap praktikum panduan produk. Hasil uji coba peserta didik dapat dilihat pada tabel 5 berikut :

Table 4 Hasil Uji Coba Peserta Didik

No	Pernyataan	Responden					Tota l
		1	2	3	4	5	
1.	Desain panduan praktikum menarik dan tidak membosankan	4	4	3	3	3	17
2.	Bahasa yang digunakan dalam panduan praktikum ini mudah dipahami	3	3	3	4	3	16
3.	Panduan praktikum membantu saya memahami tujuan dari praktikum ini	4	3	4	4	3	18
4.	Panduan praktikum memberikan penjelasan yang cukup tentang alat dan bahan yang digunakan dalam praktikum	4	4	4	4	3	19
5.	Panduan praktikum membantu untuk memahami langkah-langkah praktikum	3	3	3	4	3	16
6.	Alat dan bahan yang digunakan dalam praktikum mudah didapatkan	4	4	4	3	3	18
7.	Dengan menggunakan panduan praktikum ini mempermudah saya untuk melakukan praktikum secara mandiri	4	3	3	3	3	16
8.	Tabel pengamatan dalam panduan praktikum mempermudah saya untuk mencatat hasil praktikum	3	3	3	4	4	17
9.	Soal diskusi mudah dipahami dan tidak membingungkan	3	4	4	2	3	16
10.	Soal diskusi sesuai dengan materi dan hasil praktikum yang dilakukan	3	4	4	3	4	18
Total		35	35	35	34	2	171



Berdasarkan hasil penilaian dari uji coba peserta didik, persentase kevalidan pengembangan panduan praktikum bioteknologi berbasis hasil fermentasi *Tepache* kulit nanas Kelud varietas lokal mencapai 85%. Persentase tersebut menunjukkan bahwa produk termasuk dalam kategori “sangat Baik”, berdasarkan kriteria kelayakan yang tercantum dalam Tabel 2 mengenai kualifikasi skor validasi ahli terhadap pengembangan produk. Pesan/kesan yang diberikan siswa/i berdasarkan hasil angket yaitu siswa memberikan kesan positif terhadap panduan praktikum bioteknologi berbasis hasil fermentasi *Tepache* kulit nanas Kelud varietas lokal. Secara umum, siswa/i tertarik pada panduan praktikum karena dianggap dapat membantu proses kegiatan praktikum dan dapat menarik minat siswa

Menurut Sembiring *et al.*, 2023 jika produk bahan ajar yang dikembangkan telah dinyatakan valid dan tidak memerlukan uji coba ulang, maka bahan ajar tersebut dapat dinyatakan layak dan siap digunakan dalam proses pembelajaran di sekolah. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa panduan praktikum bioteknologi berbasis hasil fermentasi *Tepache* kulit nanas varietas Kelud lokal ini layak digunakan sebagai bahan ajar pada kegiatan praktikum Biologi di SMA, khususnya dalam pembelajaran bioteknologi yang kontekstual dan aplikatif.

Secara keseluruhan, proses panduan pengembangan ini telah melalui tahapan sistematis mulai dari studi pendahuluan, perancangan, validasi hingga uji coba terbatas, dan menunjukkan hasil yang sangat positif. Validasi ahli dan tanggapan siswa menunjukkan bahwa produk ini tidak hanya valid, tetapi juga menarik, mudah digunakan, serta sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik peserta didik. Oleh karena itu, panduan ini berpotensi menjadi bahan alternatif yang inovatif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran Biologi yang berbasis potensi lokal dan mendukung pencapaian kompetensi abad ke-21.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil memberikan panduan praktikum bioteknologi berbasis pengembangan fermentasi kulit nanas Kelud varietas lokal sebagai sumber belajar kontekstual bagi siswa SMA. Hasil validasi oleh dosen ahli, guru biologi, dan peserta didik menunjukkan bahwa panduan praktikum tersebut layak digunakan dengan kategori “sangat baik”. Panduan ini tidak hanya meningkatkan relevansi pembelajaran dengan potensi lokal, tetapi juga mendorong penerapan pendekatan saintifik melalui kegiatan praktikum yang lebih bermakna dan aplikatif. Dengan demikian, panduan ini memberikan kontribusi penting dalam penyediaan bahan terbuka kontekstual yang mendukung pembelajaran bioteknologi di SMA. Penelitian selanjutnya direkomendasikan untuk menguji efektivitas panduan dalam meningkatkan hasil belajar dan keterampilan berpikir kritis siswa secara komprehensif.

DAFTAR RUJUKAN

- Afkarina Izzata Dini, N., & Febri Setiya Rini, E. (2024). Integration of Local Potential in Science Learning to Improve 21st-Century Skills. *IJCER (International Journal of Chemistry Education Research)*, 156–165.

<https://doi.org/10.20885/ijcer.vol8.iss2.art9>

Anggarkasih, M. G., & Fatimah, A. I. F. (2022). Penerapan Project Based Learning dalam Praktikum Teknologi Fermentasi di Sekolah Vokasi Institut Pertanian Bogor. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, 10(2), 891. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v10i2.6241>

Arikunto, S. (2021). *Dasar-dasar evaluasi pendidikan edisi 3* Bumi aksara

Ega Rizky Ardiansyah, & Ibnu Muthi. (2024). Penerapan Metode Praktikum untuk Meningkatkan Kinerja dalam Mata Pelajaran IPAS Materi Perubahan Wujud Zat Kelas Iv. *Jurnal Arjuna : Publikasi Ilmu Pendidikan, Bahasa Dan Matematika*, 2(4), 298–307. <https://doi.org/10.61132/arjuna.v2i4.1132>

Ismiati, I. (2020). Pembelajaran Biologi SMA Abad ke-21 Berbasis Potensi Lokal: Review Potensi di Kabupaten Nunukan-Kalimantan Utara. *Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Ilmu Pendidikan: E-Saintika*, 4(2), 222. <https://doi.org/10.36312/e-saintika.v4i2.218>

Nursalam, N., Sulaeman, S., & Latuapo, R. (2023). Implementasi Kurikulum Merdeka melalui Pembelajaran Berbasis Proyek pada Sekolah Penggerak Kelompok Bermain Terpadu Nurul Falah dan Ar-Rasyid Banda. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 8(1), 17–34. <https://doi.org/10.24832/jpnk.v8i1.3769>

Ramadhan, T., & Suyanto, S. (2020). Biology science practicum learning: An evaluation study in junior high school of Ngemplak-Indonesia. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 6(3), 361–366. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v6i3.13657>

Sembiring, A. K., Wahyuni, S., & Agustina, L. (2023). Pengembangan Panduan Praktikum Biologi Berbasis Digital Pada Materi Jaringan Hewan Kelas Xi Sma Nurul Falah Pekanbaru. *Bio-Lectura : Jurnal Pendidikan Biologi*, 10(1), 117–132. <https://doi.org/10.31849/bl.v10i1.13851>

Winahyu, N., Maharani, N., Helilusiatiningsih, N., Choirina, V. N., & Angesti, S. D. (2022). PERENCANAAN BISNIS PRODUK OLAHAN BERBASIS KOMODITAS NANAS DI KABUPATEN KEDIRI. *JURNAL PERTANIAN CEMARA*, 19(1), 65–76. <https://doi.org/10.24929/fp.v19i1.1983>

Yarmalinda, D., Imron, M., & Maria, A. (2025). *Vol 5 No 1 Tahun 2025 Hal 11-24 Pengembangan Modul Biologi Berbasis Kearifan Lokal Papua Menggunakan Model Inquiry Learning Pada Materi Konservasi Keanekaragaman Hayati*. 5(1), 11–24.