

PENGEMBANGAN LKPD MATERI INOVASI TEKNOLOGI BIOLOGI SMA KELAS X DENGAN PEMANFAATAN TANAMAN KEARIFAN LOKAL BUAH PEDADA PADA PEMBUATAN MINUMAN FERMENTASI KOMBUCHA

Nur Azizah ^{1*)}, Imam Mahadi ²⁾, Zulfarina ³⁾

^{1*)}E-mail: nur.azizah1574@student.unri.ac.id, imam.mahadi@lecturer.unri.ac.id,
zulfarina@lecturer.unri.ac.id

^{1*)2)3)} Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Riau

Abstract

*This study aims to develop a contextual-based Student Worksheet (LKPD) for Grade X Senior High School on the topic of Technological Innovation in Biology by utilizing pedada fruit (*Sonneratia ovata*) as a primary ingredient in the production of probiotic kombucha. Pedada fruit is a mangrove-derived plant rich in vitamins and antioxidants, yet it remains underutilized in both health and educational contexts. The research was conducted in two stages: experimental kombucha production and LKPD development using the ADDIE model, carried out up to the development stage. The experimental method applied a factorial Completely Randomized Design (CRD) with two treatment factors: pedada juice concentration (150 ml, 200 ml, 250 ml, and 300 ml) and fermentation duration (4, 6, 8, and 10 days), each replicated three times. The parameters observed included sensory evaluations for color, aroma, and taste. The results showed that the optimal treatment was P1T1 (150 ml of juice fermented for 4 days), producing kombucha with a clear yellow color, slightly sour aroma, and sweet-sour taste. These experimental findings were then integrated into the LKPD design, which was validated by experts and received an average score of 3.57, categorized as highly valid. This research demonstrates that the innovation of kombucha made from local fruit ingredients not only creates a health-promoting beverage but also has significant potential to be developed into a contextual and innovative learning tool for biotechnology education in secondary schools.*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis kontekstual pada materi Inovasi Teknologi Biologi kelas X SMA dengan memanfaatkan buah pedada (*Sonneratia ovata*) sebagai bahan pembuatan minuman probiotik kombucha. Buah pedada merupakan buah dari tanaman mangrove yang kaya akan vitamin dan antioksidan, namun belum dimanfaatkan secara optimal dalam dunia pendidikan maupun kesehatan. Penelitian ini terdiri dari dua tahap, yaitu eksperimen pembuatan kombucha dan pengembangan LKPD menggunakan model pengembangan ADDIE sampai pada tahap pengembangan (*development*). Metode eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor, yaitu konsentrasi sari buah pedada (150 ml, 200 ml, 250 ml, dan 300 ml) serta lama fermentasi (4 hari, 6 hari, 8 hari, dan 10 hari) yang masing-masing diulang tiga kali. Parameter yang diamati meliputi uji organoleptik terhadap warna, aroma, dan rasa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan terbaik adalah pada kombinasi P1T1 (150 ml sari buah pedada dan fermentasi selama 4 hari) dengan karakteristik warna kuning bening, aroma agak masam, dan rasa asam manis. Selanjutnya, hasil penelitian diintegrasikan ke dalam rancangan LKPD, yang telah divalidasi oleh ahli dan memperoleh rata-rata skor 3,57, dengan kategori sangat valid. Penelitian ini menunjukkan bahwa produk minuman kombucha berbahan lokal memiliki potensi besar sebagai bahan ajar kontekstual yang inovatif dalam pembelajaran bioteknologi di sekolah menengah.

Article History

Submitted: 30 April 2025

Accepted: 3 Mei 2025

Published: 4 Mei 2025

Key Words

LKPD; kombucha;
pedada fruit;
fermentation;;
conventional
biotechnology

Sejarah Artikel

Submitted: 30 April 2025

Accepted: 3 Mei 2025

Published: 4 Mei 2025

Kata Kunci

LKPD; kombucha; buah
pedada; fermentasi;
bioteknologi
konvensional

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di Indonesia saat ini sudah semakin berkembang dan memberikan pengaruh yang besar dalam berbagai bidang salah satunya di bidang pendidikan. Seperti saat ini dengan diberlakukannya kurikulum merdeka di sekolah khususnya sekolah menengah atas (SMA) memberikan tantangan tersendiri dalam proses pembelajaran untuk dapat terus meningkatkan kualitas pendidikan. Kurikulum merdeka merupakan kurikulum pembelajaran yang dirancang dengan konten pembelajaran yang sesuai dan kontekstual agar peserta didik mempunyai waktu yang cukup untuk mendalami konsep dan meningkatkan kompetensi peserta didik (Hattarina *et al.*, 2022). Penerapan kurikulum merdeka merupakan suatu upaya untuk meningkatkan hasil pembelajaran yang kreatif dan inovatif di semua mata pelajaran yang dipelajari peserta didik di sekolah, terutama yaitu pada mata pelajaran biologi. Mata pelajaran biologi seperti yang diketahui tidak hanya dipelajari melalui teori melainkan juga harus diimbangi dengan melakukan percobaan dan praktik yang bertujuan untuk meningkatkan keterampilan proses peserta didik (Noviati, 2023). Salah satu materi dalam mata pelajaran biologi yang dapat meningkatkan keterampilan peserta didik adalah materi inovasi teknologi biologi yang dipelajari di kelas X SMA pada saat ini.

Materi inovasi teknologi biologi merupakan salah satu materi yang mengharuskan peserta didik untuk dapat melakukan pembelajaran di laboratorium melalui proses praktikum atau percobaan yang dapat membantu mengembangkan potensi dan kemampuan peserta didik. Dalam pelaksanaan kegiatan praktikum atau percobaan dalam pembelajaran inovasi teknologi biologi tentunya dibutuhkan bahan ajar yang dapat membantu dan menunjang kegiatan peserta didik. Salah satu bentuk bahan ajar yang sangat diperlukan dalam kegiatan praktikum atau percobaan adalah Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD).

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) merupakan salah satu bahan ajar dan sumber belajar yang berperan sebagai penunjang dalam proses pembelajaran (Septian *et al.*, 2019). Pada umumnya, LKPD berisi petunjuk praktikum, percobaan yang akan dilakukan, materi diskusi, dan soal-soal latihan maupun segala bentuk petunjuk yang mampu mengajak peserta didik untuk beraktivitas dalam proses pembelajaran (Azzadev *et al.*, 2023). Namun, dalam dunia pendidikan terkadang mengalami suatu kendala ataupun permasalahan dalam proses pembelajaran di sekolah misalnya kurang tersedianya bahan ajar, kurang interaktifnya media pembelajaran ataupun kegiatan praktikum yang dianggap siswa monoton dan belum ada inovasi di sekolah. Berkaitan dengan permasalahan yang ditemukan ini, maka dilakukan survei dan wawancara bersama salah seorang guru biologi dari SMA Negeri 1 Dumai terkait dengan problematika yang terjadi di sekolah dalam proses pembelajaran dan didapatkan informasi mengenai belum adanya inovasi terbaru dari LKPD yang digunakan di sekolah untuk menunjang kegiatan praktikum biologi pada materi inovasi teknologi biologi kelas X.

Berdasarkan hasil survei dan wawancara di sekolah yang sudah dilakukan terkait dengan penggunaan bahan ajar tersebut didapatkan bahwa dalam materi pembelajaran inovasi teknologi biologi, jenis percobaan dan LKPD yang digunakan dapat dikatakan belum menerapkan inovasi baru, atau LKPD sederhana berdasarkan hasil wawancara dengan guru mata pelajarannya. Pelaksanaan praktikum dan percobaan untuk materi inovasi teknologi biologi hanya melakukan percobaan pembuatan tapai singkong dan guru memberikan LKPD sederhana berupa pertanyaan terkait praktikum lalu didiskusikan bersama, dan belum ada praktikum mengenai pemanfaatan buah kearifan lokal dalam praktikumnya. Berdasarkan hal tersebut, sesuai dengan materi inovasi teknologi yang dipelajari terkhusus pada submateri bioteknologi konvensional di sekolah tentunya

harus menerapkan suatu inovasi pada kegiatan praktikum dan percobaan yang dilakukan peserta didik. Salah satu topik inovatif yang dapat dilakukan untuk meningkatkan motivasi dan rasa ingin tahu peserta didik di sekolah adalah melalui kegiatan pembuatan minuman fermentasi kombucha.

Minuman kombucha merupakan minuman teh fermentasi yang berasal dari China. Kandungan minuman kombucha sebagian besar adalah asam-asam organik yang menurut beberapa penelitian menunjukkan banyak manfaat bagi kesehatan karena terbuat dari mikroorganisme SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*) yang membantu dalam fermentasi kombucha (Dufresne & Farnworth, 2000). Proses pembuatan teh kombucha umumnya dibuat dengan berbagai jenis teh seperti teh. Namun tidak hanya itu saja, pembuatan kombucha juga dapat menggunakan buah-buahan. Minuman kombucha yang dibuat menggunakan sari buah dikatakan sebagai teh herbal. Sebagaimana menurut Wahdaniar *et al.*, (2023) bahwa teh herbal merupakan minuman yang berasal dari berbagai jenis daun-daunan, buah-buahan, kulit kayu, biji-bijian, bunga, dan bagian botani lainnya yang dapat memberikan manfaat bagi kesehatan. Maka dari itu dalam penelitian ini pembuatan teh kombucha ini diinovasikan dengan menggunakan sari buah untuk memunculkan inovasi rasa kombucha dengan menggunakan buah kearifan lokal. Untuk itu peneliti akan memaksimalkan pemanfaatan buah kearifan lokal tersebut salah satunya dalam pembuatan minuman kombucha dari buah pedada.

Buah pedada merupakan buah dari mangrove yang memiliki banyak khasiat. Umumnya buah pedada dimanfaatkan oleh masyarakat setempat yang tinggal di sekitaran mangrove namun masih jarang diketahui oleh masyarakat umum akan manfaat dari buah pedada (Ramadan *et al.*, 2023). Pemanfaatan buah pedada bahkan telah banyak diolah untuk dijadikan beberapa produk pangan seperti dodol, selai dan sirup (Rahman *et al.*, 2016). Dan buah pedada yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis *Sonneratia ovata* yang juga merupakan buah pedada yang dikonsumsi masyarakat sekitar hutan mangrove. Menurut penelitian Dari *et al.*, (2020), kandungan gizi dari buah pedada sangat tinggi yaitu mengandung vitamin A, vitamin B, vitamin B2, dan vitamin C. Selain itu, buah pedada memiliki nutrisi yang baik untuk kesehatan diantaranya kandungan fitokimia dan kandungan serat pangan untuk mencegah beberapa penyakit (Sanjaya *et al.*, 2023). Pemanfaatan potensi buah pedada ini belum banyak diketahui masyarakat umum. Maka salah satu upaya dalam pemanfaatan buah pedada sebagai buah kearifan lokal yaitu dengan mengolahnya menjadi minuman kombucha.

Pemanfaatan buah pedada yang diolah menjadi suatu minuman probiotik ini tentunya tidak hanya bermanfaat dalam bidang kesehatan dan ekonomi, namun juga membantu permasalahan terkait dengan kegiatan praktikum dan perancangan LKPD materi inovasi teknologi biologi untuk kelas X SMA di sekolah. Penelitian ini dapat memanfaatkan potensi buah kearifan lokal yang ada di kota Dumai dan membimbing peserta didik untuk mempelajari proses pembuatan minuman fermentasi kombucha dengan sari buah pedada yang nantinya akan digunakan sebagai rancangan dalam mengembangkan LKPD pada materi inovasi teknologi biologi yaitu pada CP fase E kelas X, sebagai bantuan bahan ajar yang dapat digunakan di dalam proses pembelajaran biologi SMA kelas X.

METODE PENELITIAN

Penelitian terdiri dari dua tahapan penelitian eksperimen dan rancangan LKPD yang dilaksanakan di dilakukan di Laboratorium PMIPA Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Riau dan Laboratorium Faperta, Universitas Riau. Waktu penelitian yaitu bulan Mei - September 2024. Metode pada penelitian ini adalah metode eksperimen dengan rancangan percobaan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang disusun secara faktorial (RAL-Faktorial) dengan dua faktor perlakuan. Faktor pertama yaitu konsentrasi sari buah pedada (P) yang terdiri dari 4 perlakuan (150 ml, 200 ml, 250 ml, dan 300 ml) dan 3 ulangan. Faktor kedua yaitu lama fermentasi (T) yang terdiri dari 4 level (4 hari, 6 hari, 8 hari, 10 hari). Adapun Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah Uji Organoleptik yang terdiri dari aspek penilaian berupa warna, aroma, rasa dan tekstur dan juga potensi hasil parameter untuk dijadikan LKPD yang menggunakan metode ADDIE (*Analysis, Design, Development dan Implementation*) namun pada penelitian ini hanya dilakukan hingga pada tahapan *Development*.

Uji Organoleptik

Uji Organoleptik mengacu pada skala uji yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Skala Uji Organoleptik (Kriteria Uji Deskriptif)

Parameter	Skor	Deskripsi
Warna	1	Kuning bening
	2	Kuning cerah
	3	Kuning madu
	4	Kuning kecoklatan
Aroma	1	Berbau sangat masam
	2	Berbau masam
	3	Berbau agak masam
	4	Tidak berbau masam
Rasa	1	Sangat asam
	2	Asam
	3	Asam manis
	4	Manis

Uji Hedonik

Uji hedonik merupakan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap minuman kombucha sari buah pedada secara keseluruhan. Uji Organoleptik mengacu pada skala uji yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Skala Uji Hedonik (Kriteria Uji Tingkat Kesukaan)

Skor	Kriteria Tingkat Kesukaan
1	Sangat tidak suka
2	Kurang suka
3	Suka
4	Sangat suka

Data yang diperoleh dianalisis dengan ANOVA untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan perlakuan, dan apabila terdapat perbedaan antar perlakuan dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan*

Multiple Range Test) dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$. Data hasil penelitian ditampilkan dalam bentuk tabel berdasarkan pada hasil parameter yang diukur dan dianalisis secara deskriptif kualitatif. Hasil penelitian ini kemudian akan diintegrasikan menjadi Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang dilakukan dengan melalui tahapan. Tahapan yang akan dilakukan ialah dimulai dari tahapan *analysis*, *design* dan *development*. Pada tahap analisis dilakukan analisis kurikulum dan analisis materi pembelajaran. Kemudian akan dilakukan tahap desain. Pada tahap desain rancangan LKPD pada penelitian ini disesuaikan dengan hasil modifikasi dari Yanasin *et al.*, (2023) yang didalamnya memuat cover, identitas, capaian pembelajaran, tujuan kegiatan, wacana, sumber belajar, petunjuk kegiatan, alat dan bahan, cara kerja, dan tugas peserta didik. Kemudian dilanjutkan dengan tahap pengembangan melalui validasi produk oleh validator.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Uji organoleptik

Uji organoleptik merupakan cara pengujian yang bersifat subjektif dengan menggunakan indra manusia sebagai alat utama untuk daya penerimaan terhadap makanan. Uji organoleptik dilakukan berdasarkan *score sheet*. Uji organoleptik pada penelitian ini dilakukan pada akhir penelitian untuk melihat tingkat kesukaan responden/panelis terhadap karakteristik suatu produk makanan yang dalam hal ini adalah kombucha sari buah pedada. Dalam uji ini panelis diminta untuk menentukan tingkat kesukaannya terhadap warna, aroma, dan rasa kombucha sari buah pedada.

- Organoleptik warna

Berdasarkan hasil uji organoleptik yang telah dilakukan, rata-rata hasil pengujian warna kombucha sari buah pedada dapat dilihat pada Tabel 3. sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil Uji Organoleptik berdasarkan warna

Kode Sampel	Perlakuan	Rata-rata	Kriteria Warna
P1T1	150 ml sari buah + 4 hari fermentasi	1,27	Kuning bening
P2T1	200 ml sari buah + 4 hari fermentasi	1,30	Kuning bening
P3T1	250 ml sari buah + 4 hari fermentasi	1,70	Kuning cerah
P4T1	300 ml sari buah + 4 hari fermentasi	1,80	Kuning cerah
P1T2	150 ml sari buah + 6 hari fermentasi	1,40	Kuning bening
P2T2	200 ml sari buah + 6 hari fermentasi	1,47	Kuning bening
P3T2	250 ml sari buah + 6 hari fermentasi	1,77	Kuning cerah
P4T2	300 ml sari buah + 6 hari fermentasi	2,13	Kuning cerah
P1T3	150 ml sari buah + 8 hari fermentasi	1,27	Kuning bening
P2T3	200 ml sari buah + 8 hari fermentasi	1,63	Kuning cerah
P3T3	250 ml sari buah + 8 hari fermentasi	1,77	Kuning cerah
P4T3	300 ml sari buah + 8 hari fermentasi	2,20	Kuning cerah
P1T4	150 ml sari buah + 10 hari fermentasi	2,60	Kuning madu
P2T4	200 ml sari buah + 10 hari fermentasi	2,63	Kuning madu
P3T4	250 ml sari buah + 10 hari fermentasi	2,77	Kuning madu
P4T4	300 ml sari buah + 10 hari fermentasi	2,97	Kuning madu

Hasil pengujian organoleptik warna pada Tabel 3 dapat dilihat dari semua perlakuan yang diberikan, perlakuan P4T4 (konsentrasi 300ml + fermentasi 10 hari) memiliki rerata nilai paling tinggi yaitu 2,97 dengan kriteria warna kuning madu yang disebabkan oleh lamanya waktu fermentasi dan konsentrasi sari buah pedada yang lebih banyak. Sedangkan perlakuan P1T1 (konsentrasi 150ml + fermentasi 4 hari) memiliki penilaian warna terendah dengan nilai rerata yaitu 1,27 dengan kriteria warna kuning bening yang merupakan warna pada saat setelah sari buah dipanaskan dan diberikan penambahan gula. Selanjutnya pada perlakuan P3T1, P4T1, P3T2, P4T2, P2T3, P3T3, dan P4T3 didapatkan nilai rerata 1,70-2,20 dengan kriteria warna kuning cerah yang didapatkan selain dari konsentrasi buah pedada, juga dari lama waktu fermentasi yang menyebabkan sedikit adanya perubahan yang tampak membuat warna kombucha sari buah pedada berubah menjadi cerah (tidak bening) dan cenderung sedikit keruh.

Hal ini menunjukkan bahwa lama waktu fermentasi dan adanya perbedaan konsentrasi sari buah memberikan pengaruh terhadap warna. Sesuai dengan pernyataan Bayani (2016) bahwa reaksi perubahan warna enzimatis dapat terjadi dalam masa fermentasi yang mengandung senyawa fenolik. Oleh karena itu, semakin tinggi konsentrasi sari buah yang diberikan dan lama waktu fermentasi bertambah, maka warna minuman kombucha sari buah pedada juga menunjukkan perubahan.

- Organoleptik aroma

Berdasarkan hasil uji organoleptik yang telah dilakukan, nilai rerata hasil pengujian aroma dapat dilihat pada Tabel 4. sebagai berikut:

Tabel 4. Rata-rata hasil pengujian aroma kombucha sari buah pedada

Kode Sampel	Perlakuan	Rata-rata	Kriteria Aroma
P1T1	150 ml sari buah + 4 hari fermentasi	3,07	Berbau agak masam
P2T1	200 ml sari buah + 4 hari fermentasi	2,83	Berbau agak masam
P3T1	250 ml sari buah + 4 hari fermentasi	2,70	Berbau agak masam
P4T1	300 ml sari buah + 4 hari fermentasi	2,50	Berbau masam
P1T2	150 ml sari buah + 6 hari fermentasi	2,60	Berbau agak masam
P2T2	200 ml sari buah + 6 hari fermentasi	2,47	Berbau masam
P3T2	250 ml sari buah + 6 hari fermentasi	2,47	Berbau masam
P4T2	300 ml sari buah + 6 hari fermentasi	2,33	Berbau masam
P1T3	150 ml sari buah + 8 hari fermentasi	2,57	Berbau masam

P2T3	200 ml sari buah + 8 hari fermentasi	2,43	Berbau masam
P3T3	250 ml sari buah + 8 hari fermentasi	2,00	Berbau masam
P4T3	300 ml sari buah + 8 hari fermentasi	2,10	Berbau masam
P1T4	150 ml sari buah + 10 hari fermentasi	1,57	Berbau masam
P2T4	200 ml sari buah + 10 hari fermentasi	1,53	Berbau masam
P3T4	250 ml sari buah + 10 hari fermentasi	1,53	Berbau masam
P4T4	300 ml sari buah + 10 hari fermentasi	1,47	Berbau sangat masam

Berdasarkan Tabel 4 dilihat dari semua perlakuan yang diberikan, aroma yang mendapatkan nilai rerata tertinggi yaitu perlakuan P1T1 (konsentrasi sari buah 150ml + fermentasi 4 hari) dengan nilai 3,07 dengan kategori berbau agak masam, dan untuk nilai rerata terendah diperoleh pada perlakuan P4T4 (konsentrasi sari buah 300ml + fermentasi 10 hari) yaitu 1,47 dengan kategori berbau sangat masam.

Aroma asam pada produk kombucha sari buah pedada disebabkan oleh adanya komponen asam yang terbentuk saat proses fermentasi yang menyebabkan terbentuknya senyawa volatil yang dapat dicium oleh indra penciuman manusia. Hal ini juga sesuai dengan pernyataan Ramadani *et al.*, (2020) bahwa semakin lama proses fermentasi, maka terjadi peningkatan senyawa kimia seperti asam asetat yang bersifat volatil yang akan menghasilkan aroma kuat dan menusuk yang tajam. Berdasarkan tabel 4 menunjukkan bahwa dengan adanya perbedaan konsentrasi sari buah pedada dan lama waktu fermentasi 4 hari, 6 hari, 8 hari, dan 10 hari memberikan pengaruh yang berbeda pada aroma yang dihasilkan kombucha sari buah pedada pada uji mutu hedonik aroma. Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa lama waktu fermentasi memberikan pengaruh terhadap kualitas aroma kombucha sari buah pedada.

- Organoleptik rasa

Berdasarkan hasil uji organoleptik yang telah dilakukan, nilai rata-rata hasil pengujian rasa dapat dilihat pada Tabel 5. sebagai berikut:

Tabel 5. Rata-rata hasil pengujian rasa kombucha sari buah pedada

Kode Sampel	Perlakuan	Rata-rata	Kriteria Rasa
P1T1	150 ml sari buah + 4 hari fermentasi	3,00	Asam manis
P2T1	200 ml sari buah + 4 hari fermentasi	2,97	Asam manis
P3T1	250 ml sari buah + 4 hari fermentasi	2,73	Asam manis
P4T1	300 ml sari buah + 4 hari fermentasi	2,67	Asam manis
P1T2	150 ml sari buah + 6 hari fermentasi	2,67	Asam manis
P2T2	200 ml sari buah + 6 hari fermentasi	2,57	Asam manis

P3T2	250 ml sari buah + 6 hari fermentasi	2,53	Asam manis
P4T2	300 ml sari buah + 6 hari fermentasi	2,37	Asam
P1T3	150 ml sari buah + 8 hari fermentasi	2,53	Asam manis
P2T3	200 ml sari buah + 8 hari fermentasi	2,37	Asam
P3T3	250 ml sari buah + 8 hari fermentasi	2,20	Asam
P4T3	300 ml sari buah + 8 hari fermentasi	2,27	Asam
P1T4	150 ml sari buah + 10 hari fermentasi	1,70	Asam
P2T4	200 ml sari buah + 10 hari fermentasi	1,73	Asam
P3T4	250 ml sari buah + 10 hari fermentasi	1,57	Asam
P4T4	300 ml sari buah + 10 hari fermentasi	1,43	Sangat asam

Berdasarkan Tabel 5 didapatkan hasil dengan nilai rerata rasa tertinggi yang paling disukai adalah pada perlakuan P1T1 (konsentrasi 150ml + fermentasi 4 hari) yaitu 3,00 dengan kriteria rasa asam manis. Sedangkan nilai rerata terendah diperoleh pada perlakuan P4T4 (konsentrasi sari buah 300ml + fermentasi 10 hari) yaitu 1,43 dengan kriteria rasa sangat asam. Berdasarkan hasil penilaian jumlah panelis kombucha sari buah pedada yang telah dilakukan, maka hasil pada Tabel 4. menunjukkan bahwa dari segi rasa, lama waktu fermentasi kombucha sari buah pedada cenderung memberikan pengaruh yang berbeda nyata sehingga kombucha sari buah pedada memiliki tingkat perubahan rasa dari asam manis hingga ke rasa khas yang asam.

Hal ini sejalan dengan penelitian Ita Purnami *et al.*, (2018) yang mengemukakan bahwa rasa, aroma, dan jumlah kandungan kimia kombucha dapat berubah selama proses fermentasi. Menurut Akbar & Noviani (2019) karakteristik sensori benar-benar dipengaruhi oleh lamanya proses fermentasi. Semakin lama proses fermentasi maka semakin banyak asam organik yang diproduksi oleh bakteri dan khamir selama proses fermentasi, sehingga kandungan asam organik total kombucha semakin tinggi, hal ini karena adanya simbiosis antara bakteri *Acetobacter* dan *Gluconacetobacter* yang mengubah alkohol menjadi asam asetat dan memberikan rasa asam yang khas. Hal ini juga sesuai dengan penelitian Lestari & Sa'diyah (2020) yang mendapatkan hasil bahwa jumlah waktu yang dibutuhkan untuk fermentasi mempengaruhi tingkat keasaman makanan atau minuman, terutama minuman kombucha.

Semakin lama waktu fermentasi menyebabkan meningkatnya rasa asam pada kombucha sari buah pedada. Hal ini dikarenakan adanya peran dari mikroba yang terdiri dari khamir dan bakteri, dimana gula akan diurai oleh khamir dan merubahnya menjadi CO₂ dan akan dihasilkan sejumlah asam-asam organik seperti asam asetat dan asam glukonat oleh bakteri *Acetobacter* yang menyebabkan meningkatnya jumlah asam pada kombucha sari buah pedada. Semakin lama waktu fermentasi menyebabkan nilai organoleptik rasa semakin menurun.

Perlakuan dengan lama waktu fermentasi 4 hari merupakan perlakuan yang memiliki nilai rerata paling tinggi dan terbaik dibandingkan dengan perlakuan pada lama waktu fermentasi 6 hari, 8 hari, dan 10 hari. Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa lama waktu fermentasi dan perbedaan konsentrasi sari buah berpengaruh terhadap kualitas rasa kombucha sari buah pedada.

2. Uji Hedonik

Berdasarkan hasil uji hedonik yang telah dilakukan, nilai rata-rata tingkat kesukaan panelis dapat dilihat pada Tabel 6. sebagai berikut:

Tabel 6. Rata-rata hasil uji hedonik kombucha sari buah pedada

Kode Sampel	Perlakuan	Rerata	Tingkat Kesukaan
P1T1	150 ml sari buah + 4 hari fermentasi	3,03	Suka
P2T1	200 ml sari buah + 4 hari fermentasi	2,87	Suka
P3T1	250 ml sari buah + 4 hari fermentasi	2,53	Suka
P4T1	300 ml sari buah + 4 hari fermentasi	2,50	Kurang suka
P1T2	150 ml sari buah + 6 hari fermentasi	2,77	Suka
P2T2	200 ml sari buah + 6 hari fermentasi	2,50	Kurang suka
P3T2	250 ml sari buah + 6 hari fermentasi	2,50	Kurang suka
P4T2	300 ml sari buah + 6 hari fermentasi	2,43	Kurang suka
P1T3	150 ml sari buah + 8 hari fermentasi	2,50	Kurang suka
P2T3	200 ml sari buah + 8 hari fermentasi	2,17	Kurang suka
P3T3	250 ml sari buah + 8 hari fermentasi	2,17	Kurang suka
P4T3	300 ml sari buah + 8 hari fermentasi	2,13	Kurang suka
P1T4	150 ml sari buah + 10 hari fermentasi	1,63	Tidak suka
P2T4	200 ml sari buah + 10 hari fermentasi	1,63	Tidak suka
P3T4	250 ml sari buah + 10 hari fermentasi	1,80	Tidak suka
P4T4	300 ml sari buah + 10 hari fermentasi	1,60	Tidak suka

Berdasarkan tabel 6 perolehan nilai rata-rata tingkat kesukaan panelis tertinggi didapatkan pada perlakuan P1T1 (konsentrasi sari buah 150ml + fermentasi 4 hari) yaitu dengan nilai 3,03. Sedangkan untuk uji tingkat kesukaan dengan nilai terendah ada pada perlakuan P4T4 (konsentrasi sari buah 300ml + fermentasi 10 hari) yaitu dengan nilai 1,60. Tingkat kesukaan ini dipengaruhi juga oleh uji organoleptik yang meliputi warna, aroma, dan rasa. Hal ini sejalan dengan pernyataan Sari et al., (2020) bahwa rasa suka konsumen terhadap suatu bahan pangan dipengaruhi oleh beberapa faktor yang meliputi warna, aroma, dan rasa produk, serta penampilan yang menarik

dengan nilai gizi tinggi dan menguntungkan bagi tubuh. Dari hasil uji hedonik dapat dilihat bahwa panelis cenderung lebih menyukai kombucha sari buah pedada dengan lama waktu fermentasi 4 hari. Hal ini dikarenakan aroma pada perlakuan 4 hari masih kategori agak masam dan kategori rasa asam manis sehingga masih banyak disukai. Sedangkan perlakuan dengan lama waktu fermentasi 6, 8, dan 10 hari cenderung dari aroma sudah mulai berbau masam, dan rasanya juga sudah semakin asam.

Potensi Hasil Penelitian sebagai Rancangan LKPD Pembelajaran SMA

a. *Analyze*

Tahap awal pada tahap analisis yang dilakukan peneliti yaitu menganalisis kurikulum yang digunakan oleh Sekolah Menengah Atas (SMA) sesuai yang dikeluarkan oleh Kemendikbud 2022. Berdasarkan analisis tersebut, perancangan LKPD disesuaikan dengan Alur Tahapan Pembelajaran (ATP) terhadap Capaian Pembelajaran (CP) pada fase E sesuai dalam kurikulum Merdeka. Berdasarkan hasil analisis, peneliti melakukan perancangan LKPD dengan inovasi kegiatan praktikum dan produk yang memanfaatkan buah lokal yaitu buah pedada sehingga nantinya pembelajaran dapat lebih inovatif dan kontekstual. Langkah selanjutnya yang dilakukan peneliti yaitu melakukan analisis materi yang sesuai dengan LKPD yang akan dikembangkan. Materi yang telah dianalisis untuk rancangan LKPD dapat dilihat pada Tabel 7.

Tab 7. Analisis materi yang berpotensi untuk dapat dikembangkan dalam LKPD hasil penelitian

Hasil Analisis Materi	Sub-materi	Kelas
Materi Inovasi Teknologi Biologi Membuat minuman probiotik kombucha dengan bahan utama sari buah pedada	Contoh produk konvensional	bioteknologi X/II

Berdasarkan analisis materi yang telah dilakukan, didapatkan bahwa data-data hasil penelitian mempunyai potensi untuk digunakan sebagai pengayaan pada materi inovasi teknologi biologi kelas X/II dikarenakan pembelajaran yang berbasis riset dan praktikum yang menggunakan langkah-langkah metode ilmiah terdapat pada materi tersebut. Pada materi tersebut terdapat langkah-langkah metode ilmiah yang terdiri dari adanya suatu permasalahan, melakukan eksperimen, menyimpulkan dan kegiatan melaporkan hasil yang didapatkan. Hal ini juga sejalan dengan penerapan model pembelajaran yang digunakan yaitu *Project Based Learning* (PjBL) untuk melatih dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis pada peserta didik. Jadi, materi yang dipilih pada penelitian ini adalah materi Inovasi Teknologi Biologi yaitu pada pertemuan ketiga pada sub-materi contoh produk bioteknologi konvensional. Capaian Pembelajaran yang sesuai untuk rancangan LKPD dilihat pada Tabel 8 sebagai berikut:

Tabel 8. Capaian pembelajaran terkait penelitian

Capaian Pembelajaran	Sub-Materi	Pertemuan	Tujuan Pembelajaran
Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait	Contoh produk Bioteknologi Konvensional	3	1.3.10 Peserta didik mampu membuat produk bioteknologi konvensional

pemahaman keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya, virus dan peranannya, inovasi teknologi biologi, komponen ekosistem dan interaksi antar komponen serta perubahan lingkungan.

1.3.11 Peserta didik mampu menganalisis peranan mikroorganisme yang berperan dalam pembuatan produk yang akan dibuat

1.3.12 Peserta didik menyajikan laporan hasil praktikum pembuatan produk bioteknologi konvensional

Dari analisis di atas peneliti menentukan bahwa CP fase E mengenai peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahaman keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya, virus dan peranannya, inovasi teknologi biologi, komponen ekosistem dan interaksi antar komponen serta perubahan lingkungan berdasarkan *scientific method* dijadikan sebagai CP yang paling terkait dengan konsep peneliti tentang Pengaruh Lama Fermentasi SCOBY (*Symbiotic Culture Of Bacteria And Yeast*) Terhadap Kualitas Kombucha Sari Buah Pedada Sebagai Rancangan LKPD Materi Bioteknologi SMA Kelas X.

b. Design

Pada tahap desain, perancangan LKPD yang akan dirancang sesuai dengan kurikulum merdeka. Perancangan design terdiri dari 2 tahap:

1. Perancangan perangkat pembelajaran yang diawali dengan menyusun Alur Tujuan Pembelajaran (ATP), modul ajar dan instrument penilaian.
2. Tahap Desain LKPD yang merupakan tahap perancangan konsep materi yang berkaitan dengan dengan fakta dan data yang didapatkan dari hasil penelitian. Adapun desain LKPD pada penelitian ini dapat dilihat pada cover pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain cover LKPD

Berikut adalah penerapan dari format LKPD pada materi bioteknologi konvensional:

- 1) Cover, merupakan bagian halaman sampul LKPD yang disajikan empat gambar meliputi gambar buah pedada, SCOBY (starter kombucha), fermentasi kombucha, dan kombucha sari buah pedada yang sudah jadi di dalam toples.
- 2) Identitas, merupakan bagian yang memberikan keterangan mendasar mengenai struktur LKPD.
- 3) Capaian pembelajaran, merupakan bagian yang berisi pemaparan terkait kemampuan atau kompetensi yang harus dicapai peserta didik di akhir setiap fase pembelajaran.
- 4) Tujuan kegiatan, bagian pada LKPD yang memuat poin materi yang harus dilakukan peserta didik dalam pembelajaran.
- 5) Wacana, berisi berbagai informasi umum yang dapat melengkapi bahan ajar, sehingga peserta didik semakin mudah dalam mengerjakan LKPD.
- 6) Sumber belajar, bagian LKPD yang memuat sumber informasi yang dapat digunakan peserta didik sebagai referensi untuk menyelesaikan tugas peserta didik yang terdapat dalam LKPD.
- 7) Petunjuk kegiatan, bagian yang berisi langkah-langkah bagi peserta didik dalam mengerjakan LKPD.
- 8) Alat dan Bahan, bagian LKPD yang memuat informasi peralatan dan bahan yang akan digunakan selama pelaksanaan praktikum.
- 9) Cara kerja, merupakan langkah-langkah yang disusun secara sistematis mengenai proses pembuatan tempoyak agar memudahkan peserta didik dalam proses pembuatannya.
- 10) Tugas peserta didik, merupakan kegiatan mengumpulkan data dan selanjutnya mencatat hasil praktikum yang dilakukan ke dalam tabel pelaporan serta berisi soal kegiatan maupun materi yang sedang diajarkan.

c. Development

Setelah dilakukan desain LKPD maka tahap selanjutnya adalah melakukan validasi produk yang telah dikembangkan. Adapun hasil dari validasi produk dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Tabulasi Validasi LKPD

Aspek	Kriteri a	Validator		Σ Skor	Skor rata-rata per Aspek	Kriteria
		I	II			
Kelengkapan Komponen LKPD	1	4	4	23	3,83	Sangat Valid
	2	4	4			
	3	4	3			
Aspek Isi	1	4	3	42	3,5	Sangat Valid
	2	4	4			
	3	3	4			
	4	4	4			
	5	3	3			
	6	3	3			
Aspek Bahasa	1	3	4	31	3,87	Sangat Valid
	2	4	4			
	3	4	4			
	4	4	4			

Kepraktisan	1	3	4	7	3,5	Sangat Valid
Aspek Kegrafisan	1	4	3	19	3,17	Sangat Valid
	2	3	3			
	3	3	3			
Jumlah		61	61	122	17,87	
Rata-rata		3,58	3,58		3,57	

Berdasarkan Tabel 8. didapatkan hasil validasi LKPD pada kelengkapan komponen LKPD, aspek isi, aspek bahasa, aspek kepraktisan, dan aspek kegrafisan sebesar 3,57 dari validator ahli materi dan ahli media. Rata-rata skor validasi LKPD dari kedua validator yaitu sebesar 3,57 yang termasuk ke dalam kategori sangat valid. Hal ini menunjukkan bahwa LKPD yang dirancang sudah sesuai dengan kriteria media pembelajaran yang baik. Dengan demikian, LKPD ini dapat digunakan dalam proses pembelajaran pada materi inovasi teknologi biologi, khususnya pada sub materi produk bioteknologi konvensional.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji organoleptik dan uji hedonik yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa perlakuan terbaik yang disukai oleh panelis adalah P1T1 (konsentrasi sari buah 150ml + fermentasi 4 hari) dengan lama waktu fermentasi 4 hari yaitu dengan kategori aroma agak masam, dan rasa asam manis. Hal ini dapat dilihat dari perolehan hasil uji hedonik panelis dengan nilai tertinggi yaitu 3,03 dengan kategori suka. Hasil penelitian ini berpotensi sebagai salah satu bahan ajar berupa Lembar Kerja Peserta Didik yang dapat membantu meningkatkan motivasi belajar dan membantu dalam proses pembelajaran pada materi Inovasi Teknologi Biologi peserta didik kelas X SMA.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, A., & Noviani, N. (2019). Tantangan dan Solusi dalam Perkembangan Teknologi Pendidikan di Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Program Pascasarjana Universitas Pgri Palembang*, 2(1), 18–25.
- Azzadev, Q. A., Fadilah, M., Arsih, F., & Fajrina, S. (2023). Validasi Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Pembuatan Nata De Saccha Berbasis Project Pemanfaatan Air Sari Tebu Pada Materi Inovasi Teknologi Biologi Untuk Fase E SMA. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 22972–22980.
- Bayani, F. (2016). Uji Aktivitas Antioksidan dari Ekstrak Buah Sentul (*Sandoricum koetjape* Merr.). *Prisma Sains : Jurnal Pengkajian Ilmu Dan Pembelajaran Matematika Dan IPA IKIP Mataram*, 4(2), 47. <https://doi.org/10.33394/j-ps.v4i2.1148>
- Dari, D. W., Ananda, M., & Junita, D. (2020). KARAKTERISTIK KIMIA SARI BUAH PEDADA (*Sonneratia caseolaris*) SELAMA PENYIMPANAN. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 24(2), 189. <https://doi.org/10.25077/jtpa.24.2.189-195.2020>
- Dufresne, C., & Farnworth, E. (2000). Tea, Kombucha, and health: a review. *Food Research International*, 33(6), 409–421.
- Hattarina, S., Saila, N., Faradilla, A., Putri, D. R., & Putri, R. R. G. A. (2022). Implementasi Kurikulum Medeka Belajar Di Lembaga Pendidikan. *Seminar Nasional Sosial, Sains, Pendidikan, Humaniora (SENASSDRA)*, 1(1), 181–192.

- Ita Purnami, K., Anom Jambe, A., & Wisaniyasa, N. W. (2018). Pengaruh Jenis Teh Terhadap Karakteristik Teh Kombucha. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 7(2), 1. <https://doi.org/10.24843/itepa.2018.v07.i02.p01>
- Lestari, K. A. P., & Sa'diyah, L. (2020). Karakteristik Kimia dan Fisik Teh Hijau Kombucha pada Waktu Pemanasan yang Berbeda. *Journal of Pharmacy and Science*, 5(1), 15–20. <https://doi.org/10.53342/pharmasci.v5i1.158>
- Noviati, W. (2023). Penerapan model pembelajaran Problem Based Learning (PBL) dalam meningkatkan hasil belajar IPA di SD. *Jurnal Kependidikan*, 7(2), 19–27.
- Rahman, R., Pato, U., & Harun, N. (2016). PEMANFAATAN BUAH PEDADA (*Sonneratia caseolaris*) DAN PEMBUATAN FRUIT LEATHER. *JOM Faperta*, 3(2), 1–15.
- Ramadan, R., Rifai, M. B., & Faluti, M. Z. (2023). Optimalisasi Potensi Ekowisata Di Bantaran Aliran Sungai Siak Kota Pekanbaru Provinsi Riau. *Jurnal Sains Terapan Pariwisata*, 8(2), 101–111. <https://doi.org/10.56743/jstp.v8i2.267>
- Ramadani, D. T., Dari, D. W., & Aisah, A. (2020). Daya Terima Permen Jelly Buah Pedada (*Sonneratia Caseolaris*) dengan Penambahan Karagenan. *Jurnal Akademika Baiturrahim Jambi*, 9(1), 15. <https://doi.org/10.36565/jab.v9i1.151>
- Sanjaya, Y. A., Pratiwi, Y. S., Merdekawati, S., & Tantri, H. K. (2023). Pengembangan Potensi Mangrove sebagai Produk Pangan Intermediate di Kelurahan Wonorejo, Surabaya. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 64–69. <https://doi.org/10.59562/abdimas.v1i2.728>
- Sari, S. R., Pratama, F., Widowati, T. W., & Prariska, D. (2020). Karakteristik Sensoris Microwaveable Kemplang Palembang dengan Perbedaan Ketebalan dan Level Daya pada Proses Pematangan. *Clarias: Jurnal Perikanan Air Tawar*, 1(1), 13–18.
- Septian, R., Irianto, S., & Andriani, A. (2019). Pengembangan lembar kerja peserta didik (LKPD) matematika berbasis model realistic mathematics education. *Jurnal Educatio Fkip Unma*, 5(1), 59–67.
- Wahdaniar, Ade Irma, & Miladiarsi. (2023). Pelatihan Pembuatan Minuman Kombucha Sebagai Upaya Peningkatan Fungsi Fisiologis Tubuh di Kantor Desa Moncongloe Bulu' Kecamatan Mongcongloe Kab Maros. *Jurnal Nusantara Berbakti*, 1(1), 74–79. <https://doi.org/10.59024/jnb.v1i1.60>
- Yanasin, M., Yuhanna, W. L., & Sulistyarsi, A. (2023). Pengembangan LKPD Biologi Fase E Kurikulum Merdeka Terintegrasi Higher Order Thinking Skills. *Prosiding SEMDIKJAR (Seminar Nasional Pendidikan Dan Pembelajaran)*, 6, 1312–1328.