

Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis STEM Pada Materi Inovasi Teknologi Biologi Untuk Siswa SMA

Kania Khairunnisa^{1*}, Endang Widi Winarni¹, Neni Murniati¹

¹Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Bengkulu, Bengkulu, Indonesia.

*Corresponding author: kaniakhairun.kn@gmail.com

ABSTRAK

Kombucha bunga telang merupakan minuman probiotik yang terbuat dari hasil fermentasi larutan teh bunga telang dengan gula yang memanfaatkan simbiosis bakteri *Acetobacter xylinum* dan khamir *Saccharomyces* sp. Pembuatan kombucha bunga telang dapat dikembangkan sebagai alternatif bahan ajar berbentuk LKPD yang sifatnya dapat digunakan sebagai petunjuk praktikum. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan LKPD berbasis STEM pada materi Inovasi Teknologi Biologi kelas X SMA berdasarkan pembuatan kombucha bunga telang. Penelitian ini merupakan penelitian R & D (*Research and Development*) dengan model pengembangan yang digunakan adalah model 4D (*Define, Design, Development, Disseminate*) dibatasi hingga tahap ke-3 yaitu *development*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa karakteristik LKPD yang dikembangkan memunculkan unsur *science* berupa materi bioteknologi kombucha bunga telang, *technology* berupa barcode video dan penggunaan alat digital, *engineering* berupa merancang percobaan, dan *mathematics* berupa interpretasi data dan perhitungan jumlah bahan yang digunakan dalam pembuatan kombucha bunga telang. Kelayakan LKPD berbasis STEM oleh validator dinyatakan sangat valid dengan persentase 97,73% dan respon peserta didik terhadap LKPD sangat baik dengan presentase 93,91%. LKPD berbasis STEM pada materi inovasi teknologi biologi berdasarkan pembuatan kombucha bunga telang sudah layak untuk diuji cobakan kepada peserta didik.

Kata Kunci: LKPD; Kombucha Bunga Telang; Bioteknologi

Pendahuluan

Pembelajaran merupakan interaksi antara siswa, guru, dan sumber belajar dalam proses belajar mengajar untuk mencapai tujuan pendidikan (Permatasari *et al.*, 2019). Interaksi aktif yang terjadi antara guru dan siswa berperan penting agar apa yang disampaikan dapat diterima, dipahami dan dimaknai selama proses pembelajaran. Pembelajaran Biologi merupakan bagian dari ilmu sains yang menyediakan pengalaman belajar bagi siswa dalam memahami konsep dan proses sains yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Namun, pada kenyataannya, sebagian siswa menganggap pelajaran biologi adalah pelajaran yang cukup sulit, banyak istilah asing yang tidak dimengerti, banyak hafalan, dan cenderung membosankan (Jayawardana & Gita, 2020). Paradigma itulah yang harus diatasi melalui pengembangan komponen pembelajaran. Salah satu komponen yang sangat penting dan berdampak signifikan pada proses pembelajaran adalah bahan ajar (Permatasari *et al.*, 2019).

Bahan ajar adalah semua bentuk bahan yang dapat berupa buku bacaan, lembar kerja, maupun tayangan berisikan materi tentang aspek pengetahuan, keterampilan dan sikap yang digunakan oleh guru atau siswa untuk membantu proses pembelajaran (Kosasih, 2021). Pengembangan bahan ajar penting dilakukan karena ketersediaan bahan ajar harus sesuai

dengan kurikulum yang berlaku, serta sesuai juga dengan kebutuhan guru dan siswa. Pada saat ini, pembelajaran abad 21 menuntut peserta didik untuk menguasai kemampuan 4C yaitu *communication, collaborative, critical thinking and problem solving, dan creativity and innovation* (Septikasari & Frasandy, 2018). Salah satu alternatif pendekatan yang dapat digunakan dalam pengembangan bahan ajar untuk menunjang kemampuan 4C peserta didik yaitu pendekatan STEM.

STEM adalah sebuah pendekatan yang menggabungkan antara sains, teknologi, teknik dan matematika untuk mendorong kreativitas peserta didik melalui pemecahan masalah sehari-hari (Khairiyah, 2019). Adanya pembelajaran berbasis STEM menjadikan peserta didik tidak hanya memahami materi dari aspek pengetahuan sains saja, tetapi juga dapat mengembangkan keterampilan mereka dalam teknologi, teknik, dan matematika. Karakteristik pembelajaran STEM berbasis proyek dapat mengembangkan keterampilan, kreativitas serta sikap kolaboratif peserta didik (Supriyatun, 2019). Hasil penelitian Desi *et al* (2023) menunjukkan adanya pengaruh pembelajaran PjBL berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kreatif dan dapat meningkatkan hasil belajar siswa pada materi ekosistem. Melalui pendekatan STEM berbasis proyek, siswa akan berdiskusi dan bekerja sama sehingga siswa terdorong untuk berpikir kritis dalam menemukan solusi atas permasalahan dan berperan lebih aktif dalam pembelajaran. Salah satu materi pembelajaran dalam Biologi yang memerlukan adanya proyek adalah Bioteknologi.

Bioteknologi adalah salah satu materi dalam inovasi teknologi biologi yang terdapat pada fase E kelas X SMA semester genap dalam kurikulum merdeka. Capaian pembelajaran pada elemen pemahaman biologi yaitu peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahaman inovasi teknologi biologi. Materi Bioteknologi merupakan materi yang membutuhkan adanya praktikum. Namun, aplikasi dari konsep bioteknologi konvensional di sekolah umumnya hanya terbatas pada pembuatan tempe, tape, dan nata. Supaya pembelajaran pada Bioteknologi jadi lebih inovatif, kontekstual dan bervariasi, maka perlu dilakukan pembuatan kombucha bunga telang sebagai sumber belajar.

Kombucha bunga telang adalah minuman hasil fermentasi larutan teh bunga telang dengan gula yang memanfaatkan simbiosis bakteri *Acetobacter xylinum* dan khamir *Saccharomyces* sp. Bunga telang merupakan bunga dengan kandungan metabolit yang tinggi seperti mengandung tanin, saponin, polifenol, antosianin, alkaloid, minyak volatil dan steroid (Martini *et al.*, 2020). Penggunaan bunga telang sebagai bahan baku dalam pembuatan kombucha ini diharapkan dapat menambah kandungan kesehatan kombucha yang dihasilkan.

Berdasarkan hasil wawancara bersama guru Biologi SMA Negeri 6 Kota Bengkulu, kendala yang dihadapi guru yaitu belum tersedianya bahan ajar yang sesuai dengan kebutuhan siswa, guru hanya menggunakan buku cetak dan LKPD yang belum memuat banyak gambar. Pada materi Bioteknologi konvensional, siswa belum pernah melakukan penerapan konsep melalui praktikum. Akibatnya, siswa sulit fokus dan cenderung pasif saat pembelajaran. Sebagai salah satu produk Bioteknologi konvensional, kombucha belum banyak dikenal dan diketahui cara pembuatannya. Berkaitan dengan hal ini, maka pembuatan kombucha bunga telang dapat dikembangkan sebagai alternatif bahan ajar berbentuk LKPD yang sifatnya dapat digunakan sebagai petunjuk praktikum.

LKPD adalah bahan ajar yang terdiri dari lembaran kertas yang berisi materi, ringkasan, dan instruksi untuk kegiatan yang harus dilakukan oleh siswa yang berfokus pada kompetensi dasar yang harus dicapai siswa (Triana, 2021). Penggunaan LKPD dalam proses belajar mengajar dapat mendukung interaksi yang efektif antara guru dan siswa, serta meningkatkan aktivitas dan hasil belajar siswa (Abdias et al., 2019). Penelitian tentang pengembangan bahan ajar LKPD berbasis STEM telah banyak dilakukan oleh peneliti, salah satunya Irfana *et al* (2019) bahwa kemampuan berpikir kreatif dapat ditingkatkan melalui LKPD berbasis STEM. Hasil penelitian tersebut menunjukkan karakteristik LKPD berbasis STEM yang dikembangkan terletak pada kegiatan diskusi dan praktikum tentang materi gelombang mekanik yang dikaitkan dengan aspek STEM. Namun, belum ada dilakukan pengembangan LKPD berbasis STEM tentang pembuatan kombucha bunga telang untuk materi Bioteknologi.

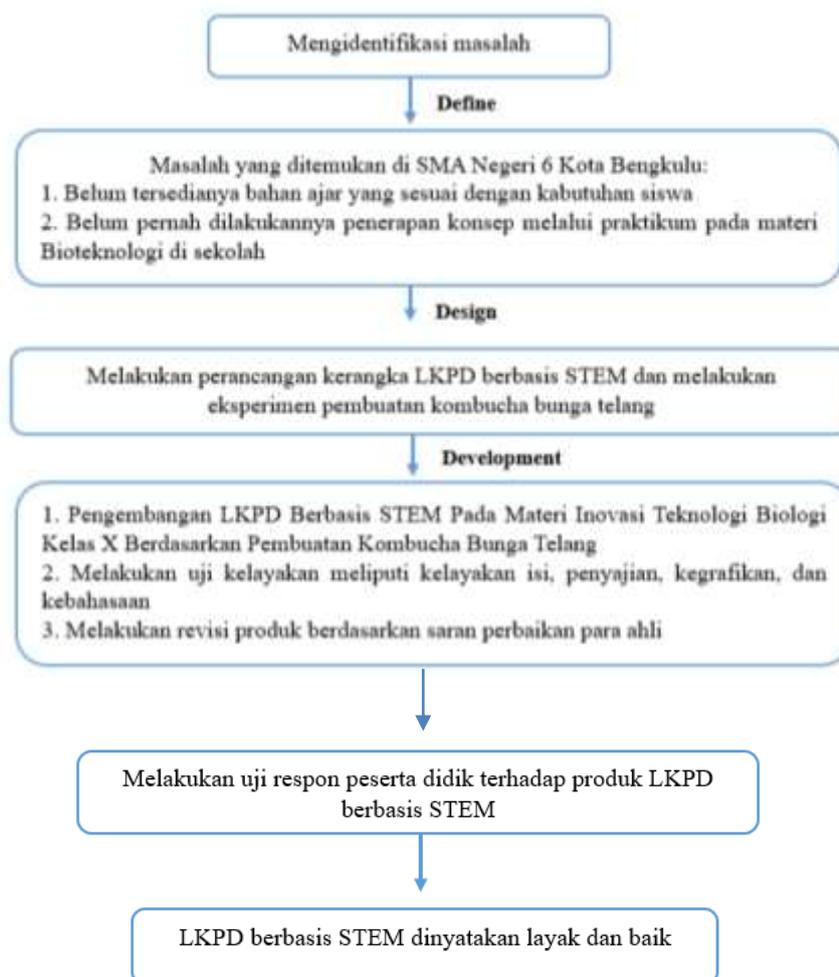
Berdasarkan latar belakang diatas, peneliti tertarik untuk melakukan pengembangan LKPD berbasis STEM pada materi Inovasi Teknologi Biologi berdasarkan pembuatan kombucha bunga telang. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan LKPD berbasis STEM berdasarkan pembuatan kombucha bunga telang. Manfaat yang diharapkan dari pengembangan LKPD ialah dapat digunakan sebagai bahan ajar tambahan yang membantu mengaktifkan peserta didik melalui kegiatan praktikum dan membantu peserta didik dalam memahami konsep materi inovasi teknologi biologi.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode penelitian RnD (*Research and Development*). Model pengembangan yang digunakan adalah model 4D yang dikemukakan oleh Thiagarajan (1974) dalam (Sugiyono, 2017) yaitu *Define, Design, Development, dan Dissemination* (Gambar 1). Penelitian ini hanya dilakukan hingga tahap ke-3 yaitu *development*.

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari hingga Maret 2024. Validasi ahli materi dan ahli media dilakukan di Program Studi Pendidikan Biologi FKIP UNIB. Sedangkan validasi praktisi pendidikan dan uji respon peserta didik dilakukan di SMA Negeri 6 Kota Bengkulu.

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah observasi, wawancara, angket, dan studi pustaka. Instrumen yang digunakan termasuk lembar wawancara, lembar angket kebutuhan siswa, lembar angket validasi ahli, dan lembar angket respons siswa. Alat yang digunakan termasuk kamera, alat tulis, laptop yang dilengkapi dengan program Canva dan *Microsoft Word*. Subjek penelitian terdiri dari 15 orang siswa kelas X SMA Negeri 6 Kota Bengkulu dan 3 orang validator. Objek penelitian adalah LKPD berbasis STEM yang disusun berdasarkan pembuatan kombucha bunga telang.



Gambar 1. Prosedur penelitian

Langkah-langkah penelitian pengembangan dari Thiagarajan (1974): tahap *define* (Pendefinisian) bertujuan untuk mengidentifikasi masalah yang terjadi pada pembelajaran Biologi di sekolah melalui observasi wawancara dengan guru Biologi. Pada tahap ini dilakukan beberapa analisis diantaranya: 1) Analisis awal, 2) Analisis peserta didik, dan 3) Analisis materi. Tahap *design* (Perancangan) bertujuan untuk mendesain produk LKPD yang akan dikembangkan sehingga diperoleh prototipe dari produk yang akan dibuat. Pada tahap ini berisi kegiatan untuk membuat rancangan desain LKPD dan perancangan aspek STEM yang dimunculkan dalam LKPD. Tahap *develop* (Pengembangan) berisi kegiatan pengembangan LKPD yang sudah dirancang menjadi produk yang sesuai kerangka desain yang telah ditentukan. Selanjutnya dilakukan uji kelayakan produk LKPD oleh ahli materi, ahli media dan praktisi pendidikan. Revisi dilakukan sesuai saran dari para ahli sampai didapatkan hasil produk sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan. Setelah LKPD dinyatakan valid oleh para ahli, kemudian dilakukan uji respon kepada peserta didik sebanyak 15 orang siswa. Setelah ketiga tahapan prosedur pengembangan selesai, maka dilakukan analisis data. Analisis data uji kelayakan LKPD berbasis STEM oleh validator ahli dan uji respon oleh peserta didik yang dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Jumlah hasil pengumpulan data}}{\text{Skor maksimal}} \times 100\%$$

Data kuantitatif yang diperoleh dari hasil pengisian angket masing-masing validator akan diubah menjadi data kualitatif melalui interpretasi skor tabel 1 dan hasil respon peserta didik akan diubah menjadi data kualitatif melalui tabel 2.

Tabel 1. Kriteria Penilaian Validitas (Akbar, 2013)

Persentase	Kategori Validitas
25% - 40%	Tidak Valid
41% - 55%	Kurang Valid
56% - 70%	Cukup Valid
71% - 85%	Valid
86% - 100%	Sangat Valid

Tabel 2. Kriteria Hasil Respon Peserta Didik (Riduwan, 2015)

Persentase	Kriteria
81% - 100%	Sangat Baik
61% - 80%	Baik
41% - 80%	Kurang Baik
21% - 40%	Tidak Baik
0% - 20%	Sangat tidak baik

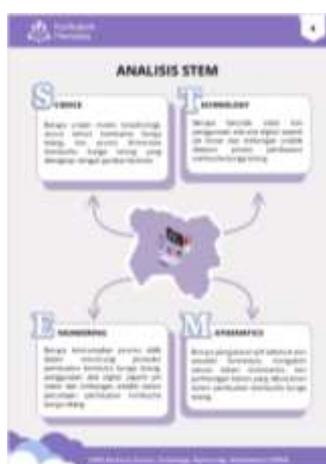
Hasil dan Pembahasan

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis STEM adalah produk yang dihasilkan dari penelitian ini. LKPD ini disusun berdasarkan hasil penelitian pembuatan kombucha bunga telang sebagai bahan untuk materi Bioteknologi. Kombucha bunga telang merupakan salah satu contoh bioteknologi konvensional yang memanfaatkan mikroorganisme seperti bakteri dan ragi untuk menghasilkan minuman hasil fermentasi teh kombucha. Penyusunan materi bioteknologi kombucha bunga telang dalam LKPD ini dilakukan dengan mengaitkan aspek sains bersama aspek lainnya.

LKPD ini dikembangkan dengan pendekatan STEM terintegrasi. Sehingga pada bagian materi, kegiatan diskusi dan praktikum dalam LKPD ini disusun dengan memunculkan aspek *science, technology, engineering dan mathematics*. LKPD berbasis STEM ini dibuat menggunakan aplikasi canva dan dicetak pada kertas A4 berukuran 210 x 279 mm. Jenis huruf yang digunakan adalah *open sans*, dengan ukuran 12-14. LKPD ini terdiri dari 24 halaman yang memuat 3 bagian yaitu bagian awal, isi dan akhir (Gambar 2, 3 dan 4).



(a)

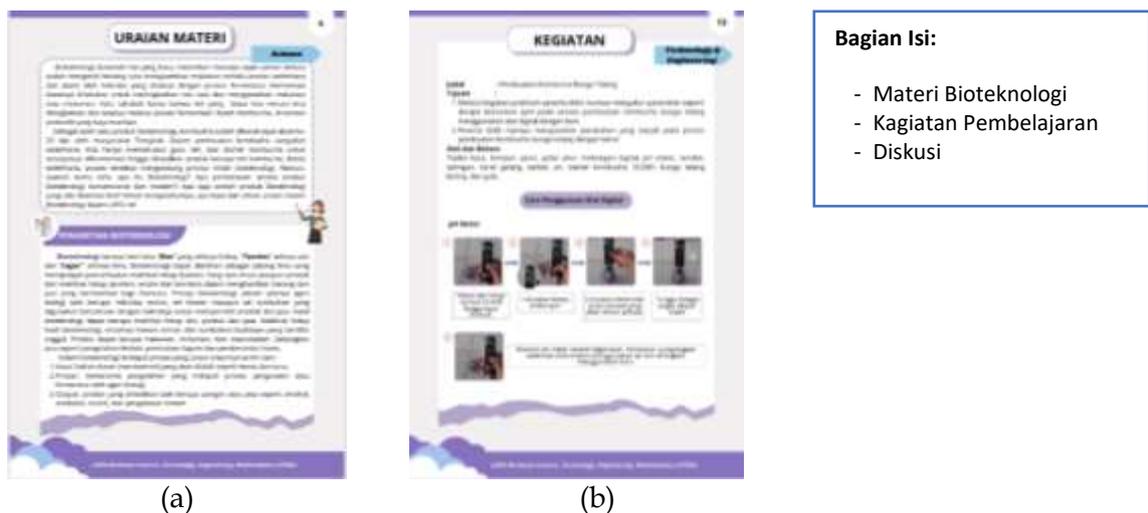


(b)

Bagian awal:

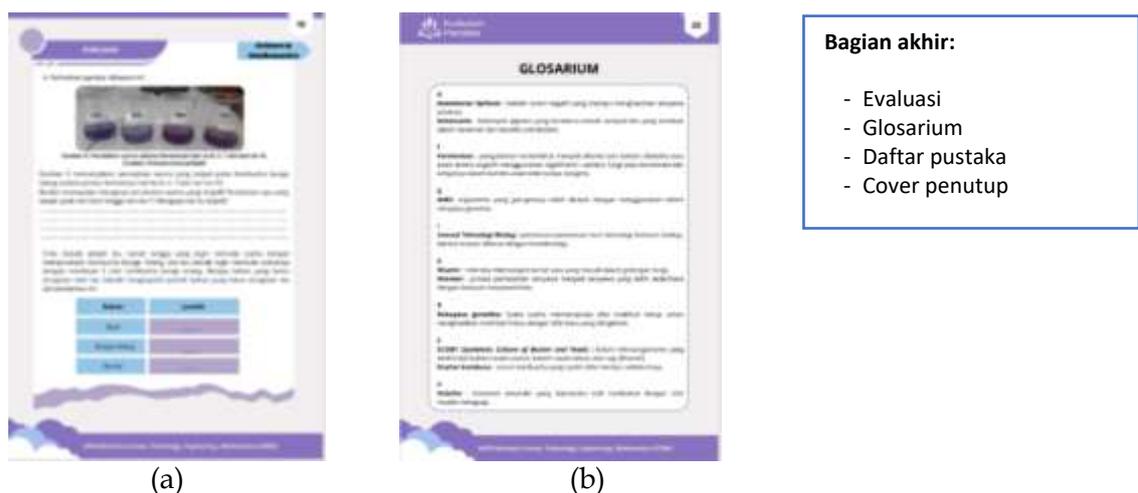
- Cover
- Kata Pengantar
- Daftar isi
- Petunjuk penggunaan
- Peta Konsep
- Analisis STEM

Gambar 2. Bagian awal desain LKPD berbasis STEM. (a) Cover depan, (b) Analisis STEM



Gambar 3. Bagian isi desain LKPD berbasis STEM. Materi Bioteknologi, (b) Kegiatan Pembelajaran

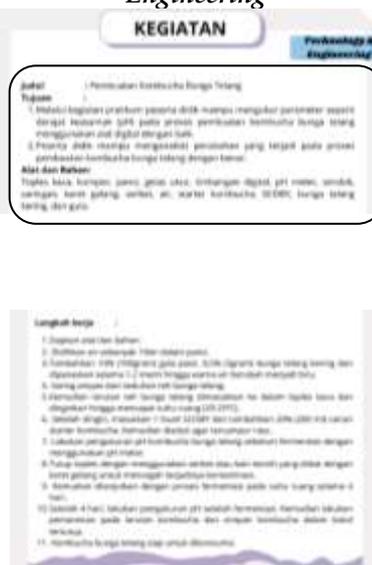
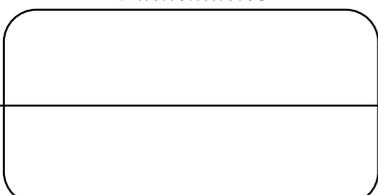
LKPD ini dikembangkan dengan pendekatan STEM terintegrasi. Dengan begitu, bagian materi, kegiatan diskusi dan praktikum dalam LKPD ini disusun dengan memunculkan aspek *science*, *technology*, *engineering* dan *mathematics*. Karakteristik aspek STEM yang muncul dalam desain LKPD ini dapat dilihat pada Tabel 1.

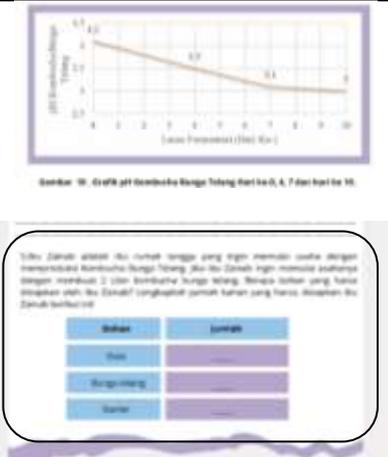


Gambar 4. Bagian akhir desain LKPD berbasis STEM. (a) Evaluasi, (b) Glosarium

Aspek STEM yang dimunculkan dalam LKPD ini terfokus terutama pada bagian isi. Uraian materi dalam LKPD disajikan sebagai penguatan sajian *Science* (sains) yang berisi penjelasan konsep bioteknologi yang terdiri dari bioteknologi konvensional dan modern, penjelasan terkait proses fermentasi, kegiatan pengamatan kombucha bunga telang sebelum dan sesudah fermentasi, serta gambar/ilustrasi yang mendukung materi bioteknologi. Tujuan dari uraian materi ini ialah agar peserta didik dapat memahami materi sebelum melakukan percobaan dan mengerjakan soal. Selain itu, aspek sains juga terdapat pada lembar diskusi dan evaluasi yang berisikan beberapa soal terkait dengan materi dan hasil percobaan yang sudah dilakukan. Sesuai dengan penelitian oleh Irfana *et al* (2019) yang menyajikan aplikasi konsep pada materi gelombang mekanik dalam bentuk kegiatan diskusi dan praktikum untuk aspek sains.

Tabel 1. Karakteristik LKPD berbasis STEM

No	Deskripsi	Visualisasi Konten STEM
1.	<p>Sains sebagai uraian materi inovasi teknologi biologi dan proses fermentasi kombucha bunga telang</p> <p>Aspek sains pada LKPD ini berupa uraian materi atau fenomena terkait bioteknologi dan materi terkait proses fermentasi kombucha bunga telang. Adapun pengamatan terkait perubahan selama fermentasi kombucha bunga telang, meliputi perubahan pH, organoleptik kombucha bunga telang setelah dan sebelum fermentasi. Selain itu terdapat gambar/ilustrasi terkait bioteknologi kombucha Bunga Telang.</p>	<p style="text-align: center;">Science</p> 
2.	<p>Teknologi sebagai penerapan alat atau sistem</p> <p>Aspek teknologi berupa video tentang pembuatan simplisia bunga telang dan langkah pembuatan kombucha bunga telang serta pengukuran parameter bioteknologinya ditampilkan dalam bentuk barcode. Penggunaan alat-alat digital seperti pH meter dan timbangan analitik untuk mempermudah perhitungan bahan didalam proses pembuatan kombucha bunga telang.</p>	<p style="text-align: center;">Technology</p> 
3.	<p>Teknik sebagai keterampilan dalam menggunakan teknologi dan melakukan percobaan</p> <p>Aspek teknik berupa keterampilan tangan peserta didik dalam melakukan prosedur percobaan pembuatan kombucha bunga telang sehingga menghasilkan suatu produk. Serta keterampilan peserta didik dalam mengaplikasikan prinsip penggunaan alat-alat digital yang ada.</p>	<p style="text-align: center;">Engineering</p> 
4.	<p>Matematika sebagai interpretasi data dan perhitungan matematika</p> <p>Aspek matematika berupa keterampilan peserta didik untuk mengukur pH sebelum dan sesudah</p>	<p style="text-align: center;">Mathematics</p> 

No	Deskripsi	Visualisasi Konten STEM
	fermentasi dan kemampuan peserta didik dalam menganalisis bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan kombucha bunga telang yang dimunculkan dalam bentuk soal di LKPD.	 <p>The figure shows a line graph and a table. The graph plots pH value on the y-axis (ranging from 3.0 to 6.0) against Time (Hour) on the x-axis (ranging from 0 to 10). The pH value starts at approximately 5.5 at 0 hours and decreases to about 4.0 at 10 hours. The table below the graph lists 'Bahan' (Materials) and 'Jumlah' (Quantity) for 'Yeast', 'Sugar', 'Kombucha', and 'Water'.</p>

Pada isi disajikan juga *technology* (teknologi) untuk memperkuat dan memperluas informasi yang telah disajikan pada aspek sains. Aspek teknologi terletak terutama pada bagian barcode video pengeringan bunga telang dan video pembuatan kombucha bunga telang. Teknologi terdapat juga pada kegiatan LKPD yang berisi cara penggunaan alat seperti pH meter dan timbangan digital. Sesuai dengan penelitian Purwanti & Sholihah (2021) bahwa pemanfaatan link atau gambar yang dapat menautkan satu halaman ke halaman yang lain secara otomatis pada produk dan alat yang digunakan juga menunjukkan teknologi dalam pendekatan STEM.

Aspek *engineering* (teknik) terletak terutama pada bagian kegiatan dalam LKPD yang berisi langkah kerja atau petunjuk praktikum yang harus dilakukan peserta didik untuk membuktikan konsep yang telah dipelajari. Teknik dalam LKPD berupa keterampilan melakukan percobaan dan penggunaan alat bahan pembuatan kombucha bunga telang. Sesuai dengan penelitian Ai'syah *et al* (2022) bahwa teknik ditunjukkan melalui kegiatan siswa merancang bahan dan alat yang digunakan, serta aktivitas siswa merancang langkah percobaan.

Aspek *mathematics* (matematika) dalam LKPD ini terfokus pada pertanyaan yang muncul pada bagian diskusi dan evaluasi. Pada bagian diskusi dan evaluasi terdapat soal matematika yang berkaitan dengan menginterpretasi data dari grafik hasil pengukuran pH dan perhitungan jumlah bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan kombucha bunga telang. Sesuai dengan penelitian Purwanti & Sholihah (2021) bahwa penaksiran matematika pada penjumlahan dan pengurangan menunjukkan bidang matematika pada pendekatan STEM. Berdasarkan deskripsi diatas, dapat disimpulkan bahwa LKPD ini telah memenuhi karakteristik LKPD berbasis STEM yakni memunculkan keempat aspek sains, teknologi, teknik dan matematika. Hal ini sejalan dengan penelitian Supriyatun (2019) yang menyatakan bahwa karakteristik pembelajaran STEM tidak hanya terintegrasi dalam sains, teknologi, teknik, dan matematika, tetapi juga merupakan pembelajaran berbasis proyek yang meningkatkan kreativitas, keterampilan, dan sikap kerja sama siswa. LKPD yang telah dikembangkan kemudian diuji kelayakan oleh validator. Kelayakan LKPD ditinjau dari tiga aspek yaitu isi, penyajian dan bahasa. Hasil penilaian dan persentase dari ketiga validator terhadap LKPD berbasis STEM berdasarkan pembuatan kombucha bunga telang (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil uji kelayakan LKPD berbasis STEM oleh validator

No	Validator	Skor yang diperoleh	Skor maksimal	Jumlah Persentase (%)	Katagori
1.	Ahli Materi	31	32	96,8	Sangat valid
2.	Ahli Media	20	20	100	Sangat valid
3.	Praktisi Pendidikan	27	28	96,4	Sangat valid
Rata-rata				97,73	Sangat valid

Dari data tabel 2 menunjukkan bahwa hasil analisis uji validasi LKPD oleh ahli materi, LKPD berbasis STEM berdasarkan pembuatan kombucha bunga telang telah memenuhi kriteria sangat valid dengan persentase nilai 96,8%. Hal ini menunjukkan bahwa LKPD berbasis STEM telah valid dari aspek kelayakan isi, kebahasaan, penyajian dan aspek STEM. Sesuai dengan penelitian Lestari *et al* (2018) yang menyatakan LKPD dinyatakan valid berarti LKPD yang disajikan secara sistematis memuat rincian materi, tujuan pembelajaran yang jelas, mampu menunjang proses pembelajaran, memuat motivasi serta stimulus dan respon.

Hasil analisis uji validasi LKPD oleh ahli media juga memenuhi kriteria sangat valid dengan persentase 100%. Hal ini menunjukkan bahwa LKPD berbasis STEM telah valid dari aspek kegrafikan. Sesuai dengan literatur Viodelf & Fauzan (2022) kriteria kegrafikan tinggi menunjukkan bahwa penggunaan font sudah proporsional, tata *lay out* teratur disertai kombinasi warna yang dapat menarik minat peserta didik, dan gambar yang ada dapat dibaca dan diamati dengan jelas oleh penggunanya. Hasil analisis uji validasi LKPD oleh praktisi pendidikan dinyatakan memenuhi kriteria sangat valid dengan persentase nilai 96,4%. Hal ini menunjukkan bahwa LKPD berbasis STEM telah valid dari aspek kelayakan isi, kebahasaan, dan penyajian. Hal ini sesuai dengan penelitian Syahrial *et al* (2023) kevalidan suatu media pembelajaran bisa membantu siswa memahami materi dan efisien dalam belajar. Berdasarkan uji kelayakan menunjukkan bahwa LKPD berbasis STEM berdasarkan pembuatan kombucha bunga telang telah memenuhi aspek kelayakan menurut (BSNP, 2012) meliputi kelayakan isi, kebahasaan, penyajian dan kegrafikan.

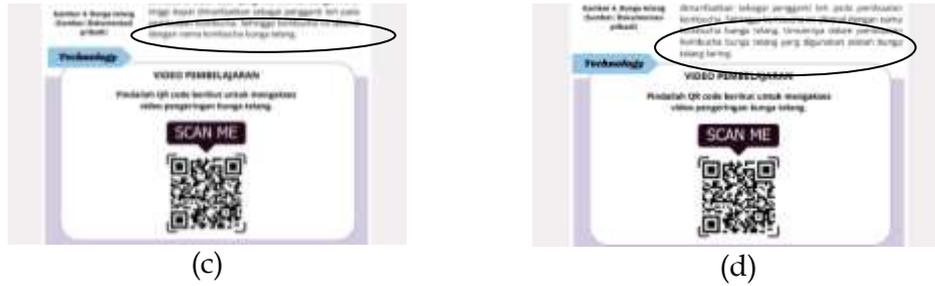
Adapun keunggulan dari LKPD berbasis STEM ini adalah LKPD ini dikembangkan dengan menambahkan unsur sains berupa uraian materi bioteknologi dan informasi terkait kombucha bunga telang dilengkapi ilustrasi gambar dan pertanyaan yang membangun pada bagian diskusi dan evaluasi. Aspek teknologi lebih menarik dengan adanya barcode video dan informasi tentang cara penggunaan alat digital. Aspek teknik disajikan lebih terfokus pada kegiatan merancang dan melakukan prosedur pembuatan kombucha bunga telang. Aspek matematika disajikan lebih menarik dengan adanya pertanyaan yang melibatkan interpretasi data grafik dan perhitungan matematika. Selain itu, LKPD ini dikembangkan dengan memunculkan banyak ilustrasi gambar dan warna yang menarik, sehingga peserta didik akan lebih termotivasi dalam mempelajari LKPD ini. Hasil penilaian dari validator berkategori sangat valid, namun LKPD ini masih terdapat beberapa saran masukan yang harus direvisi. Berikut ini adalah saran dan masukan dari validator (Gambar 5 dan Gambar 6).



(a)



(b)



Gambar 5. (a) gambar sebelum direvisi, (b) gambar setelah direvisi, (c) sebelum revisi ditambahkan kalimat pengantar video, (d) setelah revisi ditambahkan kalimat pengantar video



Gambar 6. (a) tulisan GMO dan SCOBY sebelum direvisi, (c) penambahan kepanjangan GMO dan SCOBY setelah direvisi

Setelah divalidasi dan direvisi sesuai dengan saran perbaikan dari validator, LKPD berbasis STEM kemudian diuji respon kepada peserta didik. Penilaian yang dilakukan oleh peserta didik terdiri dari tiga aspek yakni tampilan, penyajian materi, dan manfaat. Hasil uji respon LKPD berbasis STEM pembuatan kombucha bunga telang oleh peserta didik dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji respon LKPD oleh peserta didik

No	Aspek yang dinilai	Persentase (%)	Kategori
1.	Aspek tampilan	95,5	Sangat baik
2.	Aspek Penyajian Materi	94,5	Sangat baik
3.	Aspek Manfaat	91,1	Sangat baik
Rata-rata		93,91	Sangat baik

Data pada tabel 3 menunjukkan bahwa hasil yang diperoleh pada aspek tampilan sebesar 95,5%, aspek penyajian materi 94,5%, dan aspek manfaat 91,1%. Hasil ini menunjukkan bahwa berdasarkan tampilan, LKPD yang dikembangkan telah menarik dari penyajian gambar sesuai dengan materi dan tulisan teks yang mudah dibaca peserta didik. LKPD berbasis STEM pembuatan kombucha bunga telang menarik karena terdapat banyak ilustrasi gambar berupa contoh-contoh produk bioteknologi konvensional, dilengkapi dengan video pembelajaran yang menarik, dan warna desain yang serasi. Menurut Ai'syah *et al* (2022), adanya gambar dapat membantu siswa dalam pembelajaran dan menambah daya tarik siswa. Berdasarkan aspek penyajian materi, LKPD dikembangkan telah sesuai dalam hal keruntutan materi, penyajian istilah-istilah asing yang mudah dipahami dan mendorong peserta didik untuk berdiskusi. Sesuai dengan penelitian Irfana *et al* (2019), LKPD mudah dipahami yaitu LKPD yang disusun menggunakan bahasa yang sederhana, jelas dan tersusun

atas kata-kata yang sering digunakan, sehingga peserta didik mudah memahaminya. Berdasarkan aspek manfaat, LKPD berbasis STEM berdasarkan pembuatan kombucha bunga telang telah menyediakan petunjuk penggunaan untuk memudahkan peserta didik sebagai pengguna untuk mengikuti langkah pengerjaan LKPD.

Secara keseluruhan bahwa LKPD berbasis STEM berdasarkan pembuatan kombucha bunga telang sudah memiliki tampilan yang menarik, tulisan mudah dibaca, bahasa mudah dipahami, praktis dan bermanfaat untuk mendukung proses belajar siswa. Hal ini sesuai dengan penelitian Lestari *et al* (2018), kemudahan penggunaan LKPD ditunjukkan jika materinya sudah jelas dan sederhana, isinya mudah dipahami, ukurannya praktis, jenis hurufnya mudah dibaca, dan instruksi umumnya jelas.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa karakteristik LKPD berbasis STEM yang dikembangkan memunculkan unsur *science* berupa materi bioteknologi kombucha bunga telang, *technology* berupa barcode video dan penggunaan alat digital, *engineering* berupa merancang percobaan, dan *mathematics* berupa interpretasi data dan perhitungan jumlah bahan yang digunakan dalam pembuatan kombucha bunga telang. Kelayakan LKPD berbasis STEM pada materi inovasi teknologi biologi berdasarkan pembuatan kombucha bunga telang oleh validator dinyatakan sangat valid dengan rata-rata persentase sebesar 97,73%. Respon peserta didik terhadap LKPD berbasis STEM pada materi inovasi teknologi biologi berdasarkan pembuatan kombucha bunga telang diperoleh rata-rata sebesar 93,91% dengan katagori sangat baik. LKPD berbasis STEM pada materi inovasi teknologi biologi berdasarkan pembuatan kombucha bunga telang sudah layak untuk diuji cobakan kepada siswa.

Daftar Pustaka

- Abdias R, Duda HJ, Utami YE, Bahri A. 2019. Pengembangan Bahan Ajar Biologi Berbasis Kinerja pada Materi Protista. *JPBIO (Jurnal Pendidikan Biologi)*; 4(2): 75–83.
- Ai'syah A, Salma ZU, Dewi N R, 2022. Pengembangan E-LKPD Berpendekatan STEM Menggunakan Google Form dan Linktree untuk Melatih Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP. *Proceeding Seminar Nasional IPA XII*: 301–314.
- Akbar S. 2013. *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Desi CR, Hariyadi S, Wahono B, 2023. Pengaruh Model PjBL Berbasis STEM terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif dan Hasil Belajar Biologi Siswa SMA. *ScienceEdu*; VI(2): 132–138.
- Irfana S, Yulianti D, Wiyanto, 2019. Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik. *Unnes Physics Education Journal*; 8(1): 83–89.
- Jayawardana HB, Gita RSD, 2020. Inovasi Pembelajaran Biologi di Era Revolusi Industri 4.0. *Prosiding Seminar Nasional Biologi Di Era Pandemi Covid-19*; 6(1): 58–66.
- Khairiyah N, 2019. *Pendekatan Science, Technology, Engineering, Dan Mathematics (STEM)*. Medan: Spasi Media.
- Kosasih, 2021. *Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Lestari L, Alberida H, Rahmi YL, 2018. Validitas dan Praktikalitas Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Materi Kingdom Plantae Berbasis Pendekatan Saintifik untuk Peserta Didik Kelas X SMA/MA. *Jurnal Eksakta Pendidikan (Jep)*; 2(2): 170.
- Martini NKA, Ekawati IGA, Ina PT, 2020. Pengaruh Suhu Dan Lama Pengeringan Terhadap Karakteristik Teh Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.). *Jurnal Itepa*; 9(3): 327–340.
- Permatasari I, Ramdani A, Syukur A. 2019. Pengembangan Bahan Ajar Ipa Berbasis Inkuiri Terintegrasi Sets (*Science, Environment, Technology and Society*) pada Materi Sistem Reproduksi Manusia. *Jurnal Pijar MIPA*; 13(3): 74–78.

- Purwanti S, Sholihah M, 2021. Pengembangan LKPD Elektronik dengan Pendekatan STEM Berbasis *Project-Based Learning* Materi Energi dan Pemanfaatannya. *Jurnal Taman Cendikia*; 05(02): 670–685.
- Riduwan, 2015. *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Septikasari R, Frasandy RN, 2018. Keterampilan 4C Abad 21 Dalam Pembelajaran Pendidikan Dasar. *Jurnal Tarbiyah Al-Awlad*; 8(2): 107–117.
- Sugiyono, 2017. *Metode Penelitian Dan Pengembangan (Research And Develompment)*. Bandung: Alfabeta.
- Supriyatun SE, 2019. Implementasi pembelajaran sains, teknologi, engineering, dan matematika STEM pada materi fungsi kuadrat. *JUMLAHKU: Jurnal Matematika Ilmiah STKIP Muhammadiyah Kuningan*; 5(1): 80–87.
- Syahrial N, Zulyusri, Ristiono, Yogica R, 2023. Pengembangan LKPD Berbasis *Science, Technology, Engineering, Mathematics* (STEM) Tentang Materi Sistem Gerak Untuk Peserta Didik Kelas XI SMA. *Jurnal Pendidikan Tambusai*; 7(3): 23810–23816.
- Triana N, 2021. *LKPD Berbasis Eksperimen: Tingkatkan Hasil Belajar Siswa*. Jakarta: Guepedia.
- Viodelf MM & Fauzan A, 2022. Pengembangan LKPD Berbasis STEM Pada Materi Himpunan Kelas VII SMP/MTs. *Jurnal Edukasi Dan Penelitian Matematika*; 11(1): 87–92.