

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

1.1 Hasil Pengembangan

Hasil penelitian pengembangan ini yaitu:

1. Produk berupa bahan ajar menggunakan *Liveworkseet* pada materi bioteknologi kelas XII SMA.
2. Penilaian validasi produk dilakukan oleh ahli materi dan ahli media hingga produk layak untuk diujicobakan.
3. Penilaian oleh guru biologi terhadap bahan ajar menggunakan *Liveworkseet* pada materi bioteknologi di kelas XII SMA.
4. Penilaian oleh peserta didik kelas XII SMAN 11 Kota Jambi dengan penyebaran angket kepada 8 orang sebagai kelompok kecil dan 28 orang sebagai kelompok besar.

Pengembangan bahan ajar menggunakan *Liveworkseet* pada materi bioteknologi kelas XII SMA berpedoman pada model pengembangan ASSURE, yaitu *Analyze Learnes* (Analisis Peserta Didik), *State Standars and Objectives* (Merumuskan Standar dan Tujuan), *Select strategies, Technologi, Media, and Materials* (Memilih Strategi, Teknologi, Media dan Bahan), *Utilize Technologi, Media and Materials* (Menggunakan Teknologi, Media dan Bahan), *Require Learner Participation* (Membutuhkan Partisipasi Peserta Didik), *Evaluate and Revise* (Evaluasi dan Revisi).

4.1.1 Tahap *Analyze Learnes* (Analisis Peserta Didik)

Berikut tahapan analisis pada penelitian ini:

1. Karakteristik Umum Peserta Didik

Hal yang dilakukan pada tahap ini adalah menganalisis karakteristik peserta didik terhadap pembelajaran Biologi di kelas. Analisis dilakukan dengan menggali informasi kepada peserta didik melalui angket *google form* tentang proses pembelajaran Biologi di sekolah. Hasil angket tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran masih bersifat *teacher centered* yang mana banyak menggunakan metode ceramah, sehingga pembelajaran berjalan satu arah yang mengakibatkan peserta didik merasa bosan dengan kegiatan pembelajaran.

Berdasarkan analisis karakteristik peserta didik diketahui bahwa, dalam mempelajari Biologi lebih tertarik untuk melakukan proyek ataupun observasi di lingkungan sekitar. Sehingga, peneliti akan mengembangkan bahan ajar menggunakan *Liveworkseet* untuk meningkatkan rasa semangat peserta didik saat belajar yang dapat diakses dengan mudah tanpa batasan ruang dan waktu.

2. Kemampuan Awal

Pada spesifikasi kemampuan awal khususnya bagi peserta didik, peneliti melakukan wawancara kepada guru Biologi di SMAN 11 Kota Jambi yang berfungsi untuk mengetahui dan mengerti kemanfaatan media pembelajaran yang digunakan oleh peserta didik dalam proses pembelajaran. Berdasarkan hasil wawancara mengenai permasalahan dalam pembelajaran Biologi yang dialami oleh peserta didik, guru Biologi di sekolah menyatakan bahwa belum sepenuhnya maksimal menggunakan media pembelajaran dan hasil UTS yang belum maksimal. Adanya bahan ajar yang dikembangkan oleh peneliti diharapkan dapat menjadi sumber tambahan belajar dan membantu peserta didik dalam memahami materi.

3. Gaya Belajar

Berdasarkan angket gaya belajar yang diberikan, peserta didik mayoritas menggunakan gaya belajar visual. Oleh sebab itu, variasi dan kreatifitas pendidik dalam pembelajaran sangat diperlukan, sehingga peneliti tertarik untuk mengembangkan E-LKPD berbasis PjBL (*Project Based Learning*) yang dapat menambah fasilitas kegiatan belajar peserta didik yang disesuaikan dengan karakteristik, spesifikasi kemampuan awal dan gaya belajar peserta didik.

4.1.2 Tahap *State Standards and Objectives* (Merumuskan Standar dan Tujuan)

Pada tahap ini peneliti merumuskan kompetensi yang akan dicapai pada proses pembelajaran dan tujuan pembelajaran yang mengacu pada kurikulum yang berlaku. Kurikulum yang dijadikan acuan oleh peneliti dalam mengkaji materi adalah kurikulum merdeka.

Tabel 4.1 Capaian Pembelajaran (CP) dan Tujuan Pembelajaran (TP)

Capaian Pembelajaran (CP)	Tujuan Pembelajaran (TP)
Pada akhir fase F, 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.	• Mengidentifikasi berbagai produk-produk bioteknologi melalui tayangan video/gambar • Merencanakan pembuatan produk bioteknologi membuat teh kombucha • Melakukan percobaan pembuatan teh kombucha • Menyajikan laporan hasil percobaan pembuatan teh kombucha berdasarkan proyek yang telah di lakukan

4.1.3 Tahap *Select strategies, Teknologi, Media, and Materials* (Memilih Strategi, Teknologi, Media dan Bahan)

Pada tahap ini yaitu memilih metode, media, dan materi pembelajaran. Media pembelajaran yang dipilih pada penelitian ini diproses atau dirancang melalui tahapan atau prosedur pembuatan sebuah perangkat pembelajaran. Pada proses pembuatan media pembelajaran, materi serta metode yang digunakan juga disesuaikan dengan tujuan pembelajaran yang telah disusun sehingga menghasilkan perangkat pembelajaran. Hasil rancangan isi dari E-LKPD meliputi kata pengantar, daftar isi, capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, sintaks PjBL, petunjuk penggunaan E-LKPD, peta konsep, uraian materi, langkah pembelajaran berbasis PjBL, soal evaluasi, dan daftar pustaka.

Tahap selanjutnya yaitu E-LKPD yang dikembangkan oleh peneliti perlu divalidasi terlebih dahulu untuk menilai kelayakan dan validitas E-LKPD yang dikembangkan oleh peneliti. Uji kelayakan dilakukan oleh ahli media dan ahli materi dengan kriteria tertentu menilai apakah produk yang dikembangkan tersebut layak diterapkan ke peserta didik. Instrumen dalam mengumpulkan data validasi berupa angket skala *likert* 1-5.

1. Validasi Produk oleh Ahli Materi

Produk media pembelajaran E-LKPD berbasis PjBL pada materi bioteknologi yang dikembangkan telah divalidasi sebanyak 2 kali oleh ahli materi dan diperoleh perbaikan berupa saran dan komentar untuk media yang dikembangkan. Berikut hasil validasi ahli materi tahap pertama terlihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Validasi Ahli Materi Tahap 1

No	Aspek Penilaian	Validasi tahap ke- 1 (%)	
		Validator 1	Validator 2
1.	Kelayakan Isi	92,7	72,7
2.	Kebahasaan	90	80
3.	Kualitas Pembelajaran	90	70
	Rata-rata (%) Kategori	82,35% Layak	

Berdasarkan tabel 4.2 hasil validasi ahli materi dilakukan sebanyak 2 kali dengan 2 validator. Hasil validasi ahli materi tahap 1 diperoleh persentase kualitas produk sebesar 82,35% dengan kategori “Layak”. Pada validasi ahli materi yang pertama perlu dilakukan perbaikan sesuai saran yang diberikan.

Berikut hasil validasi ahli materi tahap kedua terlihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Validasi Ahli Materi Validator Tahap 2

No	Aspek Penilaian	Validasi tahap ke- 2 (%)	
		Validator 1	Validator 2
1.	Kelayakan Isi	98,18	100
2.	Kebahasaan	100	100
3.	Kualitas Pembelajaran	100	95
	Rata-rata (%) Kategori	97,64% Sangat Layak	

Berdasarkan tabel 4.3 hasil validasi ahli materi dilakukan sebanyak 2 kali dengan 2 validator. Hasil validasi ahli materi tahap 2 diperoleh persentase kualitas produk sebesar 97,64%. Hasil validasi kedua ini mengalami peningkatan dari aspek penilaiannya yaitu memperoleh kategori “Sangat Layak” dan dapat diujicobakan tanpa revisi.

Berikut saran dari ahli materi dapat dilihat pada tabel 4.4:

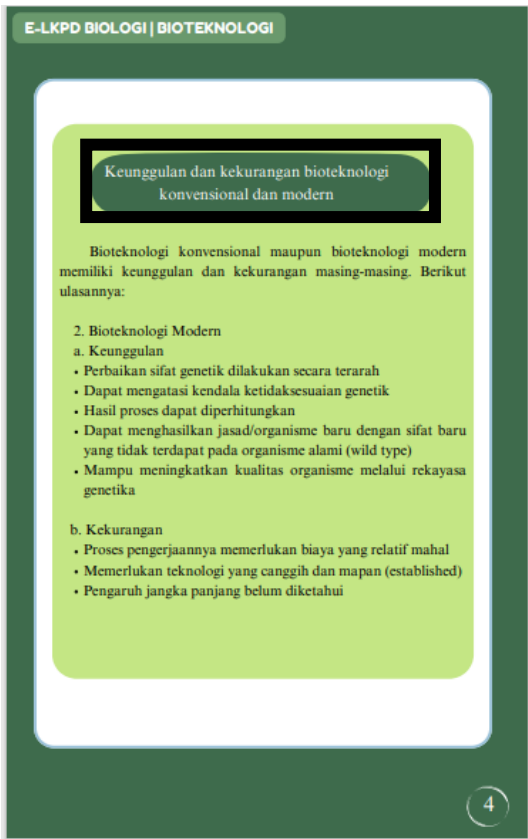
Tabel 4.4 Saran validasi ahli materi

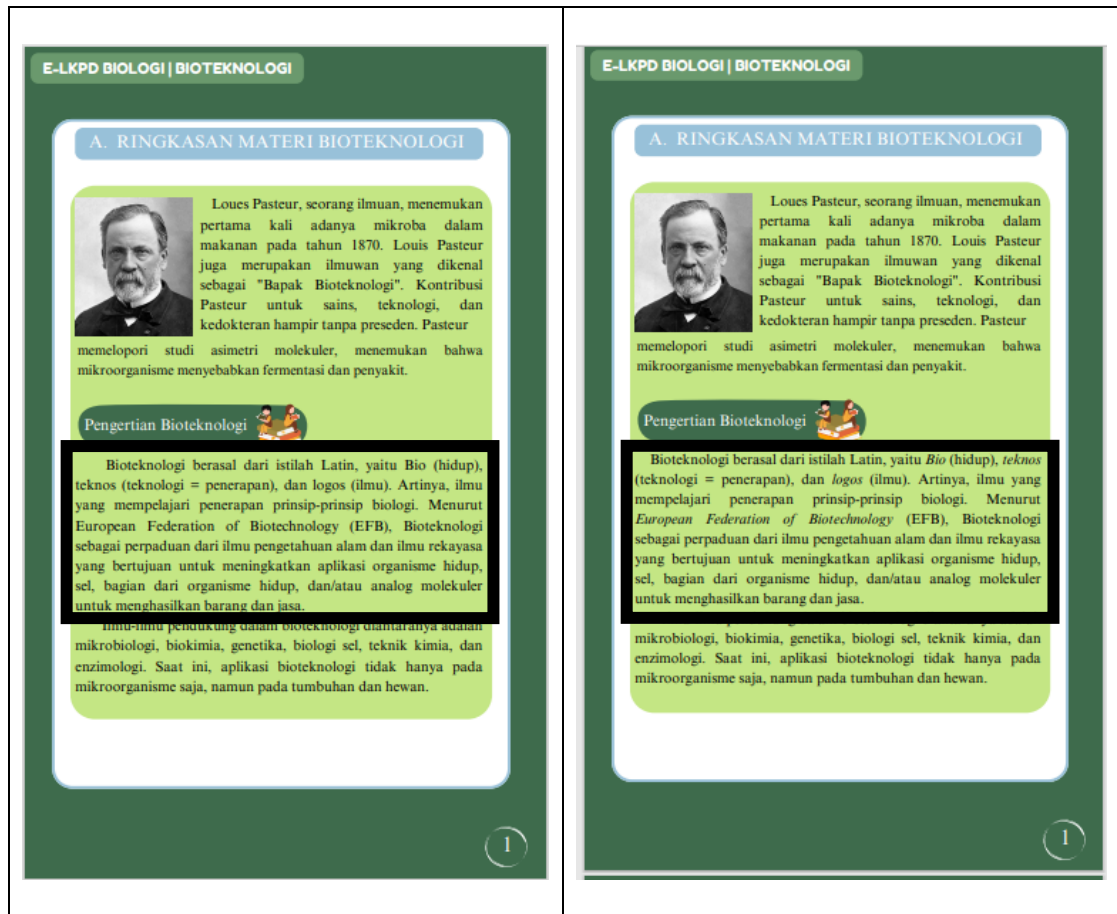
Validasi ke-	Saran	Keterangan
1	- Perbaiki <i>font</i> pada bagian ringkasan materi biotek - Perbaiki <i>font</i> pada bahasa asing	Telah diperbaiki

2. Revisi Ahli Materi

Validasi pada media pembelajaran telah dilakukan oleh ahli materi sebanyak 2 kali dan diperoleh saran serta komentar sebagai perbaikan pada media pembelajaran. Revisi pertama pada bagian ringkasan materi kelebihan dan kekurangan bioteknologi konvensional dan modern pada huruf judul besar sebaiknya huruf kapital pada setiap awal kalimat. Kemudian revisi yang kedua pada bagian pengertian materi bioteknologi sebaiknya bahasa asing dimiringkan. Berikut hasil revisi dari ahli materi terlihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Revisi Ahli Materi

Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
 E-LKPD BIOLOGI BIOTEKNOLOGI Keunggulan dan kekurangan bioteknologi konvensional dan modern Bioteknologi konvensional maupun bioteknologi modern memiliki keunggulan dan kekurangan masing-masing. Berikut ulasannya: 2. Bioteknologi Modern a. Keunggulan • Perbaikan sifat genetik dilakukan secara terarah • Dapat mengatasi kendala ketidaksesuaian genetik • Hasil proses dapat diperhitungkan • Dapat menghasilkan jasad/organisme baru dengan sifat baru yang tidak terdapat pada organisme alami (wild type) • Mampu meningkatkan kualitas organisme melalui rekayasa genetika b. Kekurangan • Proses pengerjaannya memerlukan biaya yang relatif mahal • Memerlukan teknologi yang canggih dan mapan (established) • Pengaruh jangka panjang belum diketahui 4	 E-LKPD BIOLOGI BIOTEKNOLOGI Keunggulan dan Kekurangan Bioteknologi Konvensional dan Modern Bioteknologi konvensional maupun bioteknologi modern memiliki keunggulan dan kekurangan masing-masing. Berikut ulasannya: 2. Bioteknologi Modern a. Keunggulan • Perbaikan sifat genetik dilakukan secara terarah • Dapat mengatasi kendala ketidaksesuaian genetik • Hasil proses dapat diperhitungkan • Dapat menghasilkan jasad/organisme baru dengan sifat baru yang tidak terdapat pada organisme alami (<i>wild type</i>) • Mampu meningkatkan kualitas organisme melalui rekayasa genetika b. Kekurangan • Proses pengerjaannya memerlukan biaya yang relatif mahal • Memerlukan teknologi yang canggih dan mapan (<i>established</i>) • Pengaruh jangka panjang belum diketahui 4



1. Validasi Produk oleh Ahli media

Produk media pembelajaran E-LKPD pada materi bioteknologi yang dikembangkan telah divalidasi sebanyak 2 kali oleh ahli media dan diperoleh perbaikan berupa saran dan komentar untuk media yang dikembangkan. Berikut hasil validasi ahli media tahap pertama terlihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Validasi Ahli Media Tahap 1

No	Aspek Penilaian	Validasi tahap ke- 1 (%)	
		Validator 1	Validator 2
1.	Kualitas Tampilan Media	82,8	68,5
2.	Kebahasaan	60	70
3.	Kegunaan	100	80
	Rata-rata (%) Kategori	77,5% Layak	

Berdasarkan tabel 4.6 hasil validasi ahli media dilakukan sebanyak 2 kali dengan 2 validator. Hasil validasi ahli media tahap 1 diperoleh persentase kualitas

produk sebesar 77,5% dengan kategori “Layak”. Pada validasi ahli media yang pertama perlu dilakukan perbaikan sesuai saran yang diberikan.

Berikut hasil validasi ahli materi tahap kedua terlihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Validasi Ahli Media Tahap 2

No	Aspek Penilaian	Validasi tahap ke- 2 (%)	
		Validator 1	Validator 2
1.	Kualitas Tampilan Media	97,1	97,1
2.	Kebahasaan	100	100
3.	Kegunaan	100	100
	Rata-rata (%) Kategori	98,33% Sangat Layak	

Berdasarkan tabel 4.7 hasil validasi ahli media dilakukan sebanyak 2 kali dengan 2 validator. Hasil validasi ahli media tahap 2 diperoleh persentase kualitas produk sebesar 98,33%. Hasil validasi kedua ini mengalami peningkatan dari aspek penilaiannya yaitu memperoleh kategori “Sangat Layak” dan dapat diujicobakan tanpa revisi.

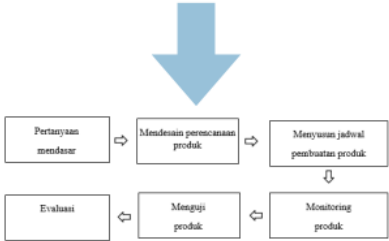
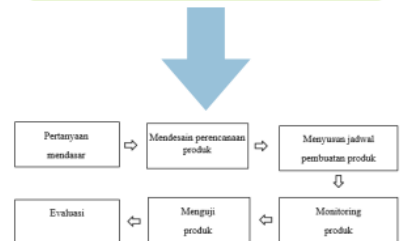
Tabel 4.8 Saran validasi Ahli Media

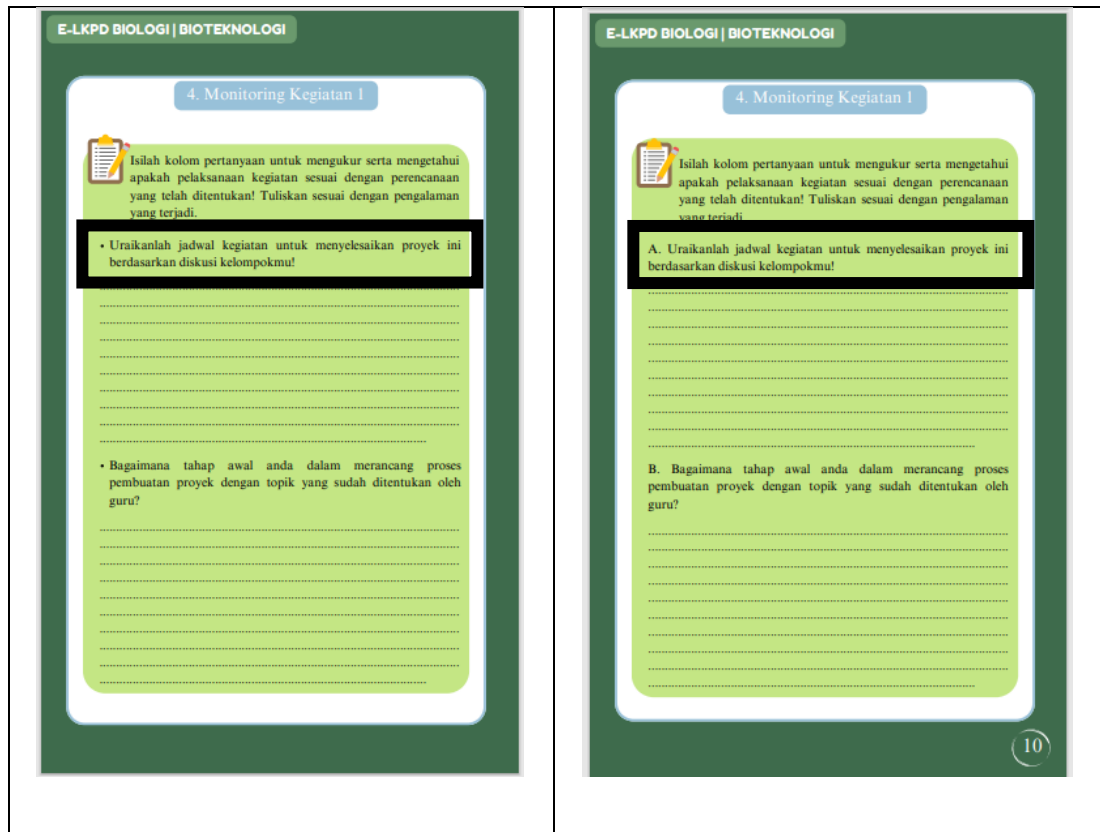
Validasi ke-	Saran	Keterangan
1	- Perbaiki penomoran (tambahkan halaman) - Bahasa asing pada bagian sintaks PjBL di miringkan - Perbaiki tahapan pada pada setiap penerapan PjBL	Telah diperbaiki

4. Revisi Ahli Media

Validasi pada media pembelajaran telah dilakukan oleh ahli media sebanyak 2 kali dan diperoleh saran serta komentar sebagai perbaikan pada media pembelajaran agar media yang dikembangkan layak untuk diujicobakan. Berikut hasil revisi dari ahli media terlihat pada tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil Revisi Ahli Materi

Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
E-LKPD BIOLOGI BIOTEKNOLOGI KATA PENGANTAR Segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya sehingga bisa menyelesaikan E-LKPD. E-LKPD ini memuat materi bioteknologi, E-LKPD ini dibuat dengan model <i>Project Based Learning</i>, dengan model ini siswa di harapkan dapat memahami materi secara mandiri, menemukan konsep dan menyelesaikan masalah selama proses mengerjakan proyek yang di rancang dalam E-LKPD ini. Kesuksesan belajar berawal dari kemauan dan di tunjang oleh berbagai sarana. Salah satunya adalah E-LKPD, harapan penulis E-LKPD ini dapat membantu peserta didik memahami materi tentang bioteknologi. Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penulisan E-LKPD ini. Kritik dan saran penulis harapkan untuk memperbaiki E-LKPD ini dimasa yang akan datang. Jambi, Desember 2024 Diah Asti Wulandari Nim. A1C421039	E-LKPD BIOLOGI BIOTEKNOLOGI KATA PENGANTAR Segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya sehingga bisa menyelesaikan E-LKPD. E-LKPD ini memuat materi bioteknologi, E-LKPD ini dibuat dengan model <i>Project Based Learning</i>, dengan model ini siswa di harapkan dapat memahami materi secara mandiri, menemukan konsep dan menyelesaikan masalah selama proses mengerjakan proyek yang di rancang dalam E-LKPD ini. Kesuksesan belajar berawal dari kemauan dan di tunjang oleh berbagai sarana. Salah satunya adalah E-LKPD, harapan penulis E-LKPD ini dapat membantu peserta didik memahami materi tentang bioteknologi. Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penulisan E-LKPD ini. Kritik dan saran penulis harapkan untuk memperbaiki E-LKPD ini dimasa yang akan datang. Jambi, Januari 2025 Diah Asti Wulandari Nim. A1C421039
E-LKPD BIOLOGI BIOTEKNOLOGI SINTAKS <i>Project Based Learning</i> E-LKPD pada materi bioteknologi ini dirancang sesuai dengan sintaks model pembelajaran <i>Project Based Learning</i> (PjBL). Berikut adalah tentang sintaks PjBL yang diterapkan dalam E-LKPD ini:  <pre> graph TD A[Pertanyaan mendasar] --> B[Mendesain perencanaan produk] B --> C[Menyusun jadwal pembuatan produk] C --> D[Evaluasi] C --> E[Menguji produk] C --> F[Monitoring produk] </pre>	E-LKPD BIOLOGI BIOTEKNOLOGI SINTAKS <i>Project Based Learning</i> E-LKPD pada materi bioteknologi ini dirancang sesuai dengan sintaks model pembelajaran <i>Project Based Learning</i> (PjBL). Berikut adalah tentang sintaks PjBL yang diterapkan dalam E-LKPD ini:  <pre> graph TD A[Pertanyaan mendasar] --> B[Mendesain perencanaan produk] B --> C[Menyusun jadwal pembuatan produk] C --> D[Evaluasi] C --> E[Menguji produk] C --> F[Monitoring produk] </pre>



4.1.4 *Utilize Technology, Media and Materials* (Menggunakan Teknologi, Media dan Bahan)

Penggunaan media tahap ini yaitu E-LKPD berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi bioteknologi yang ditujukan kepada guru dan diterapkan oleh peserta didik dalam proses pembelajaran untuk mencapai tujuan pembelajaran. E-LKPD yang telah di validasi oleh ahli media dan materi selanjutnya di validasi oleh guru biologi dengan kriteria tertentu sebelum diujicobakan ke peserta didik. Validasi oleh guru biologi berfungsi untuk mengetahui kesesuaian lembar kerja peserta didik yang dikembangkan dengan proses pembelajaran serta kelayakannya jika diterapkan dalam proses pembelajaran. Instrumen penilaian oleh guru biologi berupa angket skala *likert* 1-5 yang berisi 15 butir pernyataan dan dijawab dengan membubuhkan tanda check list pada salah satu skor penilaian di setiap pernyataan.

Skor hasil validasi oleh guru biologi ditampilkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.10 Hasil Respon Guru Biologi

No	Aspek Penilaian	Penilaian (%)
1.	Desain Media	94,2
2.	Penyajian Materi	100
3.	Kebahasaan	100
4.	Penggunaan	100
	Rata-rata (%) (Kategori)	97,33% Sangat Layak

Berdasarkan tabel 4.10 hasil respon guru biologi terhadap produk media pembelajaran yang dikembangkan memperoleh persentase 97,33% dengan kategori “Sangat Layak“. Hal tersebut menunjukkan bahwa media pembelajaran E-LKPD yang dikembangkan layak digunakan untuk membantu dalam proses pembelajaran.

Tahapan selanjutnya adalah diberikan kepada peserta didik di dalam kelas dan keterlibatan peserta didik secara aktif menunjukkan apakah media yang digunakan layak atau tidak. Tahapan uji coba dilakukan sebanyak dua kali, yaitu uji coba kelompok kecil dan uji coba kelompok besar.

a. Hasil Uji Coba Kelompok Kecil

Uji coba pada kelompok kecil dilakukan untuk mengetahui respons beberapa peserta didik sebelum produk tersebut benar-benar dapat diuji cobakan secara luas. Hasil uji coba kelompok kecil dilakukan pada peserta didik yang berjumlah 8 orang melalui angket respon peserta didik yang diberikan kepada kelompok kecil. Tabel 4.11 merupakan hasil uji coba kelompok kecil.

Tabel 4.11 Hasil Uji Coba Kelompok Kecil

No	Aspek Penilaian	Penilaian (%)
1.	Tampilan Media	92,5
2.	Penyajian	95
3.	Pemahaman Konsep	95,6
4.	Efektivitas Media	88,7
5.	Kebahasaan	93,7
	Rata-rata (%) (Kategori)	93,28% Sangat Layak

Berdasarkan tabel 4.11 hasil uji coba pada kelompok kecil memperoleh persentase kualitas produk sebesar 93,28% dengan kategori “Sangat Layak“. Hal ini menunjukkan bahwa media pembelajaran E-LKPD berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi bioteknologi layak digunakan dalam proses pembelajaran.

b. Hasil Uji Coba Kelompok Besar

Uji coba pada kelompok besar dilakukan untuk mendapatkan data respons peserta didik. Pada tahap uji coba ini media diterapkan kepada seluruh peserta didik kelas XII Fase F yang berjumlah 28 orang peserta didik. Tabel 4.12 merupakan hasil uji coba kelompok besar.

Tabel 4.12 Hasil Uji Coba Kelompok Besar

No	Aspek Penilaian	Penilaian (%)
1.	Tampilan Media	89,4
2.	Penyajian	92,8
3.	Pemahaman Konsep	95,3
4.	Efektivitas Media	97,5
5.	Kebahasaan	95,7
	Rata-rata (%) (Kategori)	92,99% Sangat Layak

Berdasarkan tabel 4.12 hasil uji coba pada kelompok besar memperoleh persentase kualitas produk sebesar 92,99% dengan kategori “Sangat Layak“. Hal ini menunjukkan bahwa media pembelajaran E-LKPD berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi bioteknologi layak digunakan dalam proses pembelajaran.

Hal ini juga didukung dengan melihat peningkatan kemampuan peserta didik yang telah diberikan 15 soal *pretest* dan *posttest*. Hasil *pretest* dan *posttest* dapat dilihat pada tabel 4.13 berikut ini.

Tabel 4.13 Hasil Pengukuran *Prettest* dan *Posttest*

No	Siswa	<i>Prettest</i>	<i>Posttest</i>
1	FZ	52	86
2	W	40	86
3	M	18	81
4	CO	40	81
5	S	33	80
6	E	54	93
7	E	38	87
8	MMS	39	87
9	K	33	86
10	MIR	38	80
11	W	45	81
12	B	39	100
13	S	7	86
14	M	60	86
15	K	40	75
16	D	33	87
17	S	39	80
18	NR	34	81
19	A	34	81
20	B	53	100
21	S	53	79
22	B	19	81
23	IS	33	100
24	NZ	45	80
25	T	53	79
26	A	33	100
27	N	60	100
28	NPO	54	81
Rata-rata		39,96	85,85
Persentase (%)		39,9%	85,8%

Berdasarkan hasil pengukuran kemampuan siswa didapatkan rata-rata hasil pretest sebesar 39,9% dan hasil posttest sebesar 85,8%, sehingga terdapat peningkatan kemampuan siswa pada materi bioteknologi sebesar 45,9%. Maka media pembelajaran berbasis PjBL yang diterapkan ini dapat dinyatakan baik dan layak digunakan.

4.1.5 *Require Learner Participation* (Membutuhkan Partisipasi Peserta Didik)

Tahapan ini merupakan penerapan media kepada peserta didik kelas XII

Fase F SMAN 11 Kota Jambi.

1. Data Hasil Belajar Siswa

a) Hasil Uji Validitas

Analisis ini dengan cara mengkorelasikan masing-masing skor item dengan skor total. Jika $r \text{ hitung} \geq r \text{ tabel}$ (uji 2 sisi dengan *sig.* 0,05) maka instrumen atau item-item pertanyaan berkorelasi signifikan terhadap skor total (dinyatakan valid) Dimana nilai r -tabel pada uji validitas *pretest-posttest* yaitu (0,3291). Berikut hasil uji validitas dapat dilihat pada tabel 4.14.

Tabel 4.14 Hasil Uji Validitas Soal *Prettest-Posttest*

Soal	Kolerasi Pearson	r-tabel	Valid/Tidak
1.	1	0,3291	Valid
2.	0,573	0,3291	Valid
3.	0,478	0,3291	Valid
4.	0,553	0,3291	Valid
5.	0,553	0,3291	Valid
6.	-0,136	0,3291	Tidak Valid
7.	1.000	0,3291	Valid
8.	0,471	0,3291	Valid
9.	0,322	0,3291	Tidak Valid
10.	0,471	0,3291	Valid
11.	0,450	0,3291	Valid
12.	0,573	0,3291	Valid
13.	0,450	0,3291	Valid
14.	0,393	0,3291	Valid
15.	0,478	0,3291	Valid
16.	0,393	0,3291	Valid
17.	-0,316	0,3291	Tidak Valid
18.	0,088	0,3291	Tidak Valid
19.	-0,136	0,3291	Tidak Valid
20.	0,393	0,3291	Valid

Berdasarkan tabel diatas, maka dapat diketahui bahwa hasil uji validitas soal terdapat 15 item soal yang tergolong valid dikarenakan $r \text{ hitung} > r \text{ tabel}$ (0,3291) sedangkan 5 item soal tergolong tidak valid karena $r \text{ hitung} < r \text{ tabel}$.

b) Hasil Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas diperoleh item pertanyaan yang valid. Item kuesioner yang valid diuji reliabilitasnya menggunakan rumus *Cronbach alpha*. Berikut ini hasil uji validitas dapat dilihat pada tabel 4.15.

Tabel 4.15 Hasil Uji Reliabilitas *Prettest-Posttest*

<i>Reliability Statistics</i>	
Cronbach's Alpha	N of Items
.928	20

Dari tabel output diatas diketahui ada *N of Items* (banyaknya item atau butir pertanyaan) ada 20 soal dengan nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,928. Karena menunjukan nilai *Alpha Cronbach* > 0.60 maka dapat disimpulkan bahwa variabel tersebut dapat dikatakan reliabel atau konsisten dalam mengukur.

c) Hasil Uji Daya Beda Soal

Hasil uji statistik daya beda soal *prettest* dan *posttest* dapat dilihat pada tabel 4.16 berikut.

Tabel 4.16 Hasil Uji Daya Beda Soal

No Soal	R Hitung (Output SPSS)	Tingkat Daya Beda
1.	0,692	Sangat Baik
2.	0,839	Sangat Baik
3.	0,683	Sangat Baik
4.	0,683	Sangat Baik
5.	0,156	Sedang
6.	0,692	Sangat Baik
7.	0,684	Sangat Baik
8.	0,684	Sangat Baik
9.	0,497	Baik
10.	0,839	Sangat Baik
11.	0,665	Sangat Baik
12.	0,470	Baik
13.	0,604	Sangat Baik
14.	0,657	Sangat Baik
15.	0,657	Sangat Baik

Berdasarkan tabel hasil uji daya beda soal di atas diketahui bahwa 12 soal yang berkategori “Sangat Baik, 2 soal berkategori “Baik” dan 1 soal berkategori “Sedang”.

d) Hasil Uji Tingkat Kesukaran Butir Soal

Hasil uji Tingkat kesukaran butir soal tes dapat dilihat pada tabel 4.17 berikut.

Tabel 4.17 Hasil Uji Tingkat Kesukaran Soal

No Soal	Mean (Output SPSS)	Tingkat Kesulitan
1.	66,7	Sedang
2.	63,9	Sedang
3.	55,6	Sedang
4.	55,6	Sedang
5.	25,0	Sedang
6.	66,7	Sedang
7.	50,0	Sedang
8.	50,0	Sedang
9.	63,9	Sedang
10.	63,9	Sedang
11.	63,9	Sedang
12.	52,8	Sedang
13.	41,7	Sedang
14.	52,8	Sedang
15.	52,8	Sedang

Dari hasil uji kesukaran butir tes yang telah disesuaikan dengan kategori tingkat kesukaran bahwa dapat disimpulkan 15 butir soal yang terdapat dalam tes berkategori “Sedang” yang berarti mampu merangsang kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan masalah.

e) Hasil Uji Normalitas

Dalam penelitian ini, uji normalitas yang digunakan adalah *Kolmogorov-Smirnov*. Uji normalitas digunakan untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak. Kriteria dalam pengujiannya adalah jika nilai signifikan $> 0,05$ maka data terdistribusi normal. Sedangkan jika nilai signifikan $< 0,05$ maka data terdistribusi tidak normal (Khairunnisa, dkk, 2023). Berikut adalah uji normalitas data hasil belajar siswa dapat dilihat pada tabel 4.18.

Tabel 4.18 Hasil Uji Normalitas

<i>One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test</i>		
		Unstandardized Residual
N		72
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.20014478

Most Extreme Differences	Absolute	.143
	Positive	.086
	Negative	-.143
Test Statistic		.143
Asymp. Sig. (2-tailed)		.001 ^c

Berdasarkan output uji diatas diketahui hasil *Asymp. Sig. (2-tailed)* pada data hasil belajar sebesar $0,001 < 0,05$. Maka dapat disimpulkan bahwa hasil belajar *prettest-posttest* dibawah taraf signifikan 0,05 sehingga dapat dikatakan bahwa data berdistribusi tidak normal dan akan dilakukan alternatif yaitu uji statistik nonparametrik yaitu uji *Mann-Whitney*.

f) Hasil Uji *Mann-Whitney*

Berikut data penelitian hasil belajar menggunakan *Mann-Whitney* dapat dilihat pada tabel 4.19.

Tabel 4.19 Uji *Mann-Whitney*

<i>Test Statistics^a</i>	
	Hasil Belajar
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	666.000
Z	-7.320
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000
a. Grouping Variable: Jenis Data	

Berdasarkan output diatas diketahui hasil *Asymp. Sig. (2-tailed)* pada hasil belajar $0,000 < 0,05$. Maka dapat disimpulkan bahwa hasil belajar *prettest-posttest* dibawah taraf signifikan 0,05 sehingga dapat dikatakan bahwa data distribusi normal. Artinya, terdapat perbedaan nilai rata-rata antara pretest dan posttest. Dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh penggunaan E-LKPD berbasis *Project Based Learning* (PjBL) terhadap hasil belajar siswa pada materi bioteknologi.

g) Hasil Uji *N-Gain Score*

Hasil Uji *N-Gain Score* dapat dilihat pada tabel 4.20 berikut ini:

Tabel 4.20 Hasil Uji *N-Gain Score*

<i>Descriptive Statistics</i>					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std.Deviation
NGain Score	36	.47	1.00	.7434	.14570
NGain Persen	36	46.81	100.00	74.3432	14.57050
Valid N (listwise)	36				

Berdasarkan hasil perhitungan uji *N-gain score* tersebut, menunjukkan nilai rata-rata *N-gain score* adalah sebesar 74.3432 atau 74.34 % termasuk ke dalam kategori “Efektif” berdasarkan tabel kategori tafsiran efektivitas nilai *N-Gain* (%).

2. Data Keterampilan Kolaborasi

a) Hasil Uji Normalitas

Berikut adalah uji normalitas data hasil belajar siswa dapat dilihat pada tabel 4.21.

Tabel 4.21 Hasil Uji Normalitas

<i>One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test</i>		
		Unstandardized Residual
N		36
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.0000000
	Std. Deviation	1.92775689
Most Extreme Differences	Absolute	.288
	Positive	.147
	Negative	-.288
Test Statistic		.288
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000 ^c

Berdasarkan output uji diatas diketahui hasil *Asymp. Sig. (2-tailed)* pada data keterampilan kolaborasi sebesar $0,000 < 0,05$. Maka dapat disimpulkan bahwa keterampilan kolaborasi dibawah taraf signifikan 0,05 sehingga dapat dikatakan bahwa data distribusi tidak normal dan akan dilakukan alternatif yaitu uji statistik nonparametrik yaitu uji *Mann-Whitney*.

b) Hasil Uji *Mann-Whitney*

Berikut data penelitian keterampilan kolaborasi menggunakan *Mann-Whitney* dapat dilihat pada tabel 4.22.

Tabel 4.22 Uji Mann-Whitney

<i>Test Statistics^a</i>	
	Kolaborasi
Mann-Whitney U	1.000
Wilcoxon W	667.000
Z	-7.343
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000
a. Grouping Variable: Jenis Data	

Berdasarkan output diatas diketahui hasil *Asymp. Sig. (2-tailed)* pada hasil belajar $0,000 < 0,05$. Maka dapat disimpulkan bahwa keterampilan kolaborasi dibawah taraf signifikan 0,05 sehingga dapat dikatakan bahwa data distribusi normal yang berarti “Ho diterima”.

c) Hasil Uji *N-Gain Score*

Hasil Uji *N-Gain Score* dapat dilihat pada tabel 4.23 berikut ini:

Tabel 4.23 Hasil Uji *N-Gain Score*

<i>Descriptive Statistics</i>					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std.Deviation
NGain Score	36	.09	.28	.2176	.04219
NGain Persen	36	9.23	28.05	21.7622	4.21927
Valid N (listwise)	36				

Berdasarkan hasil perhitungan uji *N-gain score* tersebut, menunjukkan nilai rata-rata *N-gain score* adalah sebesar 21.7622 atau 21.76 % termasuk ke dalam kategori “Kurang Efektif” berdasarkan tabel kategori tafsiran efektivitas nilai *N-Gain (%)*.

4.1.6 *Evaluate and Revise* (Evaluasi dan Revisi)

Tahap evaluasi pada penelitian ini dilakukan dengan evaluasi formatif. Artinya pada setiap tahapannya terdapat evaluasi yang tujuannya untuk perbaikan produk agar produk yang dikembangkan baik untuk digunakan. Evaluasi formatif yang dilakukan yaitu validasi ahli materi dan ahli media, dimana pada validasi tahap pertama terdapat perbaikan dan saran yang diberikan oleh validator yang dapat

dilihat pada tabel 4.6 dan tabel 4.9 diatas. Setelah dilakukan perbaikan, dilakukan validasi tahap kedua didapatkan hasil yang mengalami peningkatan dari aspek penilaiannya, sehingga produk dapat diujicobakan dilapangan tanpa revisi. Tahap selanjutnya yaitu mengetahui respon guru bidang studi biologi sebelum diujicobakan ke peserta didik. Respon guru biologi sangat penting dilakukan karena untuk mengetahui kesesuaian lembar kerja peserta didik yang dikembangkan dengan proses pembelajaran serta kelayakannya jika diterapkan dalam proses pembelajaran. Hasil respon guru dapat dilihat pada tabel 4.10 yang menunjukkan bahwa media pembelajaran E-LKPD yang dikembangkan layak digunakan untuk membantu dalam proses pembelajaran. Setelah mendapatkan respon dari guru biologi kemudian diberikan kepada peserta didik di dalam kelas. Tahapan uji coba dilakukan sebanyak dua kali, yaitu uji coba kelompok kecil dan uji coba kelompok besar. Subjek uji coba kelompok kecil terbatas menggunakan 8 peserta didik dan uji coba kelompok besar sebanyak 28 peserta didik yang hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.11 dan tabel 4.12 yang menunjukkan bahwa media pembelajaran E-LKPD berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi bioteknologi layak digunakan dalam proses pembelajaran. Berdasarkan hasil validasi ahli materi dan ahli media, respon guru biologi serta respon peserta didik diperoleh komentar dan saran yang dijadikan sebagai landasan untuk memperbaiki media pembelajaran.

1.2 Pembahasan

Media pembelajaran E-LKPD berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi bioteknologi ini dikembangkan dengan model ASSURE. Adapun tahapan dari model ASSURE ini yaitu *Analyze Learnes* (Analisis Peserta Didik), *State Standars and Objectives* (Merumuskan Standar dan Tujuan), *Select strategies*,

Technologi, Media, and Materials (Memilih Strategi, Teknologi, Media dan Bahan), *Utilize Teknologi, Media and Materials* (Menggunakan Teknologi, Media dan Bahan), *Require Learner Participation* (Membutuhkan Partisipasi Peserta Didik), *Evaluate and Revise* (Evaluasi dan Revisi). Tahapan pertama yaitu tahap *Analyze Learnes* (Analisis Peserta Didik) yang terdiri dari karakteristik umum peserta didik, kemampuan awal, dan gaya belajar.

1.2.1 Tahap *Analyze Learnes* (Analisis Peserta Didik)

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan di SMAN 11 Kota Jambi, ditemukan permasalahan dalam proses pembelajaran khususnya pada mata pelajaran biologi. Wawancara dengan guru mata pelajaran biologi diketahui bahwa salah satu materi yang cukup menantang bagi beliau untuk diterapkan PjBL adalah bioteknologi. Hal itu didukung oleh hasil belajar siswa yang masih rendah pada materi tersebut. Sedangkan, mayoritas peserta didik menggunakan gaya belajar visual dan lebih tertarik apabila dalam proses pembelajaran menggunakan media pembelajaran berbasis teknologi. Menurut Resti, dkk, (2024) manfaat media pembelajaran berbasis teknologi dalam proses belajar siswa tentunya akan memberikan dampak yang lebih besar terhadap kesadaran belajar siswa, akan lebih menarik perhatian siswa sehingga dapat meningkatkan motivasi belajar siswa. Makna materi pembelajaran akan lebih jelas sehingga siswa dapat lebih memahaminya, sehingga menguasai dan mencapai tujuan pembelajaran yang dapat disesuaikan dengan metode pengajaran yang lebih beragam. Oleh karena itu, penggunaan E-LKPD sebagai salah satu media berbasis teknologi.

E-LKPD dapat menjadikan pelaksanaan pembelajaran menjadi lebih efisien dan efektif (Costadena & Suniasih, 2022). Pemanfaatan E-LKPD dalam proses

pembelajaran akan dapat menarik minat siswa untuk belajar, karena saat ini siswa telah terbiasa menghadapi dunia digitalisasi sehingga siswa akan lebih tertarik untuk mengikuti pembelajaran menggunakan perangkat elektronik dan dapat memperoleh hasil pembelajaran yang maksimal sesuai dengan tujuan pembelajaran.

Selain itu, pendekatan *Project Based Learning* (PjBL) juga sangat mendukung pemanfaatan E-LKPD karena dapat mendorong siswa aktif dalam membangun dan mengaitkan konsep materi. Model pembelajaran yang didukung media pembelajaran yang secara optimal dapat melibatkan siswa secara aktif. Salah satu model pembelajaran yang sesuai dengan hal tersebut adalah *Project based learning* (PjBL). Menurut Fitria, (2014) siswa tidak hanya membangun konsep melalui pemecahan masalah yang diberikan, namun juga menghasilkan produk sebagai hasil dari pemecahan masalah sehingga siswa dapat aktif dalam pembelajaran baik dilihat dari kualitas proses, maupun kualitas hasil.

1.2.2 *State Standards and Objectives* (Merumuskan Standar dan Tujuan)

Setelah melalui tahap *Analyze Learners* (Analisis Peserta Didik), tahapan selanjutnya yaitu tahap *State Standards and Objectives* (Merumuskan Standar dan Tujuan). Tahapan ini dimulai dengan menentukan capaian pembelajaran (CP) dan tujuan pembelajaran (TP). Kemudian didapatkan bahwa materi bioteknologi sesuai jika dipadukan dengan model pembelajaran PjBL (*Project Based Learning*), karena dapat mengaktifkan peserta didik dalam proses belajar dengan point-point yang terdapat didalamnya seperti merencanakan dan melakukan percobaan. Implementasi model *Project Based Learning* (PjBL) diharapkan dapat melatih peserta didik untuk lebih mandiri, terampil berkolaborasi dan melakukan

eksperimen (Fahadah, dkk, 2021). Model PjBL merupakan pembelajaran inovatif yang mengajarkan berbagai macam strategi kritis untuk mendukung keberhasilan peserta didik terutama pada abad 21. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Anis (2020) menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran berbasis proyek (PjBL) dapat meningkatkan psikomotorik dan pemahaman konsep peserta didik.

Karakteristik materi bioteknologi yaitu abstrak, dimana materi tersebut membutuhkan pengalaman langsung dalam memecahkan masalah dengan menerapkan pengetahuan dalam konteks nyata sebagai sumber belajar. Sehingga materi bioteknologi dapat diterima dan dipahami dengan mudah oleh peserta didik jika peserta didik mampu menentukan konsep-konsep pembelajaran melalui pengalaman langsung dalam menghasilkan proyek. Prinsip-prinsip dasar bioteknologi adalah konsep yang sangat mendasar dalam mempelajari bioteknologi dan mengaplikasikan bioteknologi dalam kehidupan manusia (Hafsan, dkk, 2021). Memahami prinsip dasar bioteknologi menjadi landasan untuk dapat mengkaji mengenai proses pembuatan produk bioteknologi, serta dampak yang ditimbulkannya.

1.2.3 *Select Strategies, Technology, Media, and Materials* (Memilih Strategi, Teknologi, Media dan Bahan)

Pada tahap *Select strategies, Technology, Media, and Materials* (Memilih Strategi, Teknologi, Media dan Bahan) dilakukan uji kelayakan terhadap produk yang telah dikembangkan oleh validator ahli materi dan ahli media. Komentar dan saran dari validator akan dijadikan sebagai acuan untuk memperbaiki produk yang dikembangkan sehingga produk layak untuk diujicobakan. Validasi dilakukan oleh ahli materi sebanyak dua kali dengan dua validator. Berdasarkan hasil validasi

materi, pada tahap pertama “Layak”. Pada validasi ahli materi yang pertama perlu dilakukan perbaikan sesuai saran yang diberikan. Perbaikan pertama pada bagian ringkasan materi kelebihan dan kekurangan bioteknologi konvensional dan modern pada huruf judul besar sebaiknya huruf kapital pada setiap kalimat. Kemudian, perbaikan kedua pada bagian pengertian materi bioteknologi sebaiknya bahasa asing dimiringkan. Hasil validasi kedua ini mengalami peningkatan dari aspek penilaiannya yaitu memperoleh kategori “Sangat Layak” dan dapat diujicobakan tanpa revisi. Menurut Geni (2020) perolehan kualifikasi validitas pada aspek konten materi/isi pembelajaran dipengaruhi oleh kesesuaian sajian materi dengan rumusan kompetensi dasar, indikator, dan tujuan pembelajaran. Hal ini dibuktikan dari hasil penilaian oleh validator materi pembelajaran pada butir instrumen terkait kesesuaian materi. Dari kedua tahap validasi yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa terdapat peningkatan kualitas produk setiap tahap validasinya, sehingga produk yang dikembangkan layak untuk diujicobakan.

Selanjutnya dilakukan validasi oleh ahli media sebanyak dua kali. Berdasarkan hasil validasi media pada tahap pertama diperoleh kategori “Layak”. Pada validasi ahli media yang pertama perlu dilakukan perbaikan sesuai saran yang diberikan. Perbaikan pertama pada bagian penomoran ditambahkan halaman. Kemudian, perbaikan kedua Pada bagian sintaks PjBL bahasa asing di miringkan dan untuk perbaikan ketiga pada setiap tahapan diberikan label a, b, c, dst atau 1, 2, 3, dst. Selanjutnya, dilakukan validasi tahap kedua dan diperoleh kategori “Sangat Layak” dan dapat diujicobakan tanpa revisi. Tahapan validasi media dilakukan penilaian terhadap aspek kualitas tampilan media, kebahasaan dan kegunaan sehingga E-LKPD layak digunakan. Persentase validitas yang tinggi menunjukkan

bahwa media E-LKPD yang dikembangkan menarik dan mudah untuk dioperasikan. Kriteria E-LKPD yang baik yaitu dapat dioperasikan dengan mudah, dan memiliki tampilan yang menarik sehingga dapat meningkatkan daya tarik dan minat peserta didik dalam pembelajaran (Sulfemi, 2019).

1.2.4 *Utilize Technology, Media and Materials* (Menggunakan Teknologi, Media dan Bahan)

Setelah produk media pembelajaran divalidasi ahli materi dan ahli media, selanjutnya yaitu tahap *Utilize Technology, Media and Materials* (Menggunakan Teknologi, Media dan Bahan). Tahapan ini dilakukan untuk mengetahui respon guru biologi dan peserta didik. Uji coba media pembelajaran ini dilakukan kepada peserta didik yang berjumlah 8 orang sebagai kelompok kecil dan 28 orang sebagai kelompok besar, serta respon dari guru biologi. Uji coba dilakukan dengan penyebaran angket dengan *google form*.

Berdasarkan angket respon guru biologi terhadap media pembelajaran yang dikembangkan diperoleh persentase kualitas produk dengan kategori “Sangat Layak“. Hal ini mengindikasikan bahwa media pembelajaran tersebut telah memenuhi kriteria kelayakan baik dari segi isi materi, tampilan visual, kemudahan penggunaan, maupun kebermanfaatannya dalam mendukung proses pembelajaran biologi. Penilaian ini diberikan oleh guru biologi yang telah mengevaluasi media melalui instrumen angket validasi, yang mencakup aspek pedagogik, teknis, dan substansi materi. Persentase tinggi yang dicapai menunjukkan bahwa media pembelajaran ini dapat diimplementasikan di kelas sebagai alat bantu yang efektif untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep biologi.

Komponen yang diperlukan untuk pengukuran dan penilaian guru sangat penting untuk kemajuan pendidikan. Semua penilaian harus dilakukan untuk menilai tingkat ketercapaian kompetensi dan efektivitas proses pembelajaran. Untuk menjadi efektif, penilaian harus diikuti oleh kegiatan analisis hasil penilaian untuk membuat umpan balik yang diperlukan untuk perencanaan siklus pembelajaran berikutnya (Farhun, dkk, 2023). Berdasarkan hasil analisis di atas, dapat disimpulkan bahwa kompetensi guru dalam pengukuran dan penilaian sangatlah penting dalam memastikan keberhasilan proses pengukuran dan penilaian. Guru yang memiliki kompetensi yang baik dapat memberikan dampak yang positif dan signifikan terhadap hasil pembelajaran siswa dan membantu dalam pengembangan moral peserta didik.

Berdasarkan angket respon peserta didik pada kelompok kecil yang berjumlah 8 orang dan kelompok besar berjumlah 28 orang diperoleh persentase kualitas produk dengan kategori “Sangat Layak“. Hal ini menunjukkan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan sudah sangat sesuai dengan kebutuhan dan harapan peserta didik. Respon positif tersebut mencerminkan bahwa peserta didik merasa media yang digunakan menarik, mudah dipahami, serta membantu mereka dalam memahami materi pelajaran dengan lebih baik.

Penggunaan E-LKPD memiliki hubungan yang positif dengan respon siswa, hal ini ditunjukkan dengan hasil respon siswa yang cukup baik atau positif. Hal ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Khartaningtyas dan Rosdiana (2020) yang menyatakan bahwa jika peserta didik memberikan respon yang baik atau positif maka hasil belajar peserta didik juga dalam kategori baik.

Respon siswa dalam kategori positif juga disebabkan karena siswa merasa antusias dengan penggunaan E-LKPD yang dapat diakses dengan mudah menggunakan *smartphone*. Siswa juga dapat mengulang materi yang terdapat pada E-LKPD kapan saja dan dimana saja. Selain itu, E-LKPD juga disajikan secara interaktif sehingga siswa bisa lebih aktif dalam proses pembelajaran. Penggunaan media pembelajaran berbasis digital dan bersifat interaktif lebih menarik bagi siswa, sehingga siswa memberikan respon positif terhadap media tersebut (Farida, 2024).

1.2.5 *Require Learner Participation* (Membutuhkan Partisipasi Peserta Didik)

Berdasarkan hasil perhitungan statistik data hasil belajar, menunjukkan bahwa media pembelajaran E-LKPD dalam kategori “Efektif”. Maka dapat disimpulkan bahwa E-LKPD berbasis *Project Based Learning* (PjBL) efektif untuk meningkatkan hasil belajar siswa. Guru membutuhkan metode dan media yang menarik agar mampu meningkatkan peran serta keaktifan siswa dalam pembelajaran biologi. Salah satu metode yang dapat diterapkan untuk meningkatkan semangat belajar siswa serta mampu berfikir secara aktif adalah dengan menggunakan metode *Project Based Learning*. *Model Project Based Learning* (PjBL) merupakan model pembelajaran yang menuntut peserta didik melakukan pembelajaran secara mandiri dengan pengawasan dari guru, sehingga dapat menghasilkan sebuah produk sebagai hasil akhir dari proses pembelajaran (Murtavia, dkk, 2022).

Model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL) merupakan salah satu model pembelajaran yang disarankan untuk digunakan dalam kurikulum merdeka

dalam rangka penguatan profil pelajar pancasila. Berkaitan dengan hal tersebut Fitri, dkk (2018) menyatakan bahwa *Project Based Learning* merupakan model pembelajaran yang ideal untuk mencapai tujuan pendidikan abad ke-21, karena melibatkan prinsip berpikir kritis, komunikasi, kolaborasi dan kreativitas. Peneliti memilih model PjBL karena dinilai sesuai dengan kebutuhan pembelajaran yang menekankan kolaborasi, inovasi, dan eksplorasi. Sejalan dengan hal ini Almulla (2020) mengatakan bahwa PjBL merupakan cara efektif untuk mengembangkan kemampuan yang dibutuhkan di abad 21, dengan menekankan proses berpikir kritis begitu juga pemecahan masalah, komunikasi interpersonal, informasi dan media literasi, kerjasama, kepemimpinan dan bekerja dalam tim, inovasi dan kreativitas.

Pemilihan media pembelajaran juga perlu disesuaikan dengan preferensi siswa, sehingga dapat merangsang minat belajar dan mengembangkan kemampuan berpikir siswa. Bagi guru, media pembelajaran dapat berfungsi sebagai alat bantu untuk menyampaikan atau memudahkan dalam memberi materi. Sebagai pendidik, penting untuk memilih jenis pembelajaran yang mempermudah siswa untuk belajar dan tujuan pembelajaran dari sekolah dapat tercapai (Krismawati, dkk, 2023). Peneliti memilih E-LKPD sebagai media pembelajaran karena dapat berfungsi sebagai media pembelajaran yang bisa digunakan dimana saja. Karena itu, diperlukan E-LKPD yang lebih interaktif agar siswa dapat mengaksesnya dengan mudah di berbagai tempat. Menurut Safitri, dkk (2021) menyatakan bahwa menggunakan E-LKPD bisa menjadikan siswa lebih kreatif dan terampil, karena pada E-LKPD menyediakan panduan untuk melibatkan siswa dalam berbagai kegiatan terkait keterampilan dan kreatifitas.

Pendapat yang disampaikan oleh penelitian Barlenti, dkk (2017) yang menyatakan bahwa dengan menerapkan LKPD berbasis *Project Based Learning* dapat meningkatkan semangat dan motivasi belajar siswa. Pemanfaatan media yang relevan di dalam kelas dapat mengoptimalkan proses pembelajaran. Bagi guru, media pembelajaran membantu mengkonkritkan konsep atau gagasan dan membantu memotivasi peserta belajar aktif.

Selanjutnya, data kolaborasi siswa termasuk kategori “Kurang Efektif”. Hasil ini menunjukkan bahwa, meskipun penggunaan E-LKPD berbasis *Project Based Learning* (PjBL) dalam penelitian ini berhasil meningkatkan hasil belajar kognitif siswa, peningkatan kemampuan kolaborasi siswa belum menunjukkan hasil yang optimal.

Kategori "Kurang Efektif" pada aspek kolaborasi mengindikasikan bahwa penerapan media pembelajaran berbasis proyek dalam E-LKPD ini belum sepenuhnya mampu mendorong siswa untuk bekerja sama secara maksimal. Salah satu kekurangan utama dari media pembelajaran ini sehingga dikatakan kurang efektif adalah kurangnya interaktivitas. Inovasi dalam pengembangan media pembelajaran interaktif adalah langkah penting dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran di era digital. Media interaktif menawarkan pengalaman belajar yang lebih menarik, mendalam, dan partisipatif bagi siswa. Namun, upaya ini harus diimbangi dengan desain yang matang, konten yang relevan, dan perhatian terhadap aspek aksesibilitas. Dengan implementasi yang tepat, media pembelajaran interaktif dapat menjadi alat yang efektif dalam mencapai tujuan pendidikan yang lebih baik di era digital yang terus berkembang (Utomo, 2023).

Media yang dikembangkan cenderung bersifat satu arah, di mana siswa hanya menerima informasi tanpa banyak peluang untuk merespons atau bereksplorasi secara mandiri. Hal ini menyebabkan siswa menjadi pasif dalam proses pembelajaran, yang berdampak pada rendahnya daya serap materi yang disampaikan. Media interaktif yang berbasis pemanfaatan teknologi akan sangat menunjang proses pembelajaran karena teknologi merupakan suatu pendekatan dari segi perangkat keras yang bertujuan sebagai media pelaksanaan proses pendidikan. Dengan menggunakan media interaktif, guru dapat menciptakan pengalaman pembelajaran yang lebih interaktif dan siswa dituntut untuk merespons dan berinteraksi dengan materi pembelajaran. Sehingga siswa tidak hanya menjadi penerima pasif dari informasi, tetapi juga terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran melalui interaksi dengan materi. Ini dapat membantu menarik perhatian siswa dan membuat mereka lebih aktif dalam proses pembelajaran (Munawir, dkk, 2024).

Menurut Kustandi & Darmawan (2020), penggunaan alat bantu dalam proses pembelajaran merupakan suatu metode yang dapat merangsang minat serta keinginan siswa, memberikan dorongan motivasi, dan memengaruhi aspek psikologis siswa. Konsep ini sejalan dengan pandangan Kustandi dan Sutjipto (2011) yang menyatakan bahwa media pembelajaran berperan sebagai sarana untuk meningkatkan efektivitas proses belajar-mengajar dengan mengklarifikasi pesan yang disampaikan, sehingga membantu pencapaian tujuan pembelajaran secara lebih efisien dan akurat.

Rendahnya keterampilan kolaborasi peserta didik disebabkan karena pola interaksi peserta didik dalam pembelajaran yang bersifat individual dengan

mengedepankan persaingan belajar antar peserta didik. Hal ini juga dapat berakibat pada capaian pembelajaran biologi yang kompleks dan dianggap rumit, membutuhkan keterlibatan beberapa peserta didik dalam kegiatan belajar dengan kata lain dibutuhkan kerjasama antara peserta didik untuk menyelesaikan suatu permasalahan dan tugas-tugas yang diberikan, sehingga dibutuhkan keterampilan kolaborasi peserta didik yang baik pada capaian tersebut (Firman, 2023).

Oleh karena itu, diharapkan pengembangan E-LKPD berbasis *Project Based Learning* (PjBL) ke depannya dapat lebih mengutamakan aspek interaktivitas dan kerja sama antarsiswa melalui penugasan yang mendorong diskusi, pembagian peran yang jelas, serta penggunaan fitur kolaboratif berbasis digital. Dengan peningkatan ini, E-LKPD diharapkan mampu secara efektif meningkatkan keterampilan kolaborasi siswa dalam proses pembelajaran.

1.2.6 *Evaluate and Revise* (Evaluasi dan Revisi)

Tahap evaluasi dan revisi pada penelitian ini dilakukan dengan evaluasi formatif. Artinya pada setiap tahapannya terdapat evaluasi yang tujuannya untuk perbaikan produk agar produk yang dikembangkan baik untuk digunakan. Evaluasi formatif yang dilakukan yaitu validasi ahli materi dan ahli media. Validitas media ajar dilakukan bertujuan untuk menghasilkan produk pengembangan yang layak melalui sebuah uji dari para ahli yang kemudian hasilnya dapat di lanjutkan uji coba produk ke lapangan. Menurut Dharmono (2018), validasi ahli dilaksanakan sebelum melakukan uji coba produk ke lapangan. Validasi merupakan salah satu kegiatan dalam penelitian pengembangan. Uji validasi bertujuan untuk mengetahui kelemahan atau kekurangan produk yang telah dikembangkan berdasarkan masukan dari validator. Menurut Emzir (2014), produk dari penelitian

pengembangan harus dites atau diuji secara sistematis, dievaluasi, diperbaiki hingga memperoleh kriteria khusus tentang keefektifan, kualitas atau standar yang sama.

Setelah di validasi kemudian diberikan kepada guru untuk mengetahui respon guru sebelum diujicobakan ke peserta didik. Guru memiliki peran penting dalam meningkatkan prestasi belajar siswa melalui proses pembelajaran. Sehingga guru harus memiliki keterampilan menggunakan alat atau sarana komunikasi yang tersedia dan berkemungkinan alat atau alat komunikasi tersebut berkembang sesuai dengan tuntutan zaman. Guru harus melakukan upaya-upaya pembaharuan dalam proses pendidikan, terutama terkait pemanfaatan teknologi dalam proses belajar dan mengajar (Sitompul 2022). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Yuanta (2020) bahwa perkembangan teknologi memiliki pengaruh besar dalam dunia pendidikan, terutama pada pemanfaatan teknologi sebagai media pembelajaran. Pemanfaatan teknologi sebagai media pembelajaran merupakan bentuk upaya guru dalam menciptakan pembelajaran yang kreatif, aktif, dan bervariasi dengan menggunakan media teknologi untuk membantu siswa dalam proses pembelajaran.

Respon peserta didik sangat dibutuhkan untuk memperbaiki media pembelajaran. Menurut Widoyoko (2018), respon merupakan sikap individu dalam menghadapi suatu objek. Pada kegiatan pembelajaran, sikap peserta didik tersebut berperan penting dalam keberhasilan belajar peserta didik. Hasil penelitian Muntazhimah & Nasution (2020) menyatakan bahwa suatu pembelajaran dapat mencapai tujuan belajar yang maksimal dan berjalan dengan baik, salah satunya syaratnya yakni respon peserta didik. Pembelajaran perlu dirancang sedemikian rupa agar peserta didik juga dapat berperan aktif di dalamnya. Ketika peserta didik

memberikan respon positif, itu menunjukkan bahwa mereka merasa tertarik, terbantu, dan nyaman dengan media pembelajaran yang diberikan. Sebaliknya, jika respon mereka negatif, maka guru atau pengembang media perlu mengevaluasi dan memperbaiki media tersebut agar lebih sesuai dengan kebutuhan siswa. Sejalan dengan pendapat di atas, hasil penelitian Wibowo (2016) menyatakan bahwa keaktifan belajar peserta didik merupakan salah satu unsur dasar penting dalam menentukan keberhasilan dari proses pembelajaran.