

**PENGEMBANGAN PROGRAM PEMBELAJARAN BIOTEKNOLOGI  
PADA PENGOLAHAN BIJI KARET BERBASIS *PJBL-STEM* UNTUK  
MENINGKATKAN *CREATIVE PROBLEM SOLVING* DAN  
*ENTREPRENEURIAL SKILLS* PESERTA DIDIK**

**(TESIS)**

Oleh  
**DARTIA UTARI**  
**2323025001**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2025**

## ABSTRAK

### PENGEMBANGAN PROGRAM PEMBELAJARAN BIOTEKNOLOGI PADA PENGOLAHAN BIJI KARET BERBASIS *PJBL-STEM* UNTUK MENINGKATKAN *CREATIVE PROBLEM SOLVING* DAN *ENTREPRENEURIAL SKILLS* PESERTA DIDIK

Oleh

DARTIA UTARI

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan program pembelajaran bioteknologi berbasis PjBL-STEM dengan mengintegrasikan konteks lokal pengolahan biji karet yang dapat meningkatkan *Creative Problem Solving Skills* (CPSS) dan *Entrepreneurial Skills* (ES) peserta didik. Program pembelajaran yang dikembangkan terdiri dari modul ajar, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dan *handout* bermuatan lokal berupa pengolahan biji karet berbasis PjBL-STEM yang valid, praktis dan efektif dalam meningkatkan CPSS dan ES. Jenis penelitian pengembangan ini mengacu pada metode campuran dengan desain *embedded experimental*. Hasil analisis data menunjukkan bahwa program pembelajaran yang dikembangkan sangat valid dengan bobot persentase 87,48% berdasarkan hasil validasi ahli, yang berarti program tersebut layak digunakan untuk meningkatkan CPSS dan ES. Hasil validasi secara rinci menunjukkan bahwa modul ajar memenuhi standar kelayakan isi, konstruksi, dan bahasa. Sementara itu, LKPD dan *handout* memenuhi standar kelayakan dari segi isi, media, dan desain. Kepraktisan program pembelajaran memperoleh bobot persentase 91,65% dengan kategori sangat tinggi yang menunjukkan bahwa program pembelajaran tersebut sangat mudah digunakan. Uji efektivitas memperoleh rata-rata *N-Gain* 0,55 dengan kriteria peningkatan sedang yang menunjukkan bahwa program pembelajaran tersebut efektif meningkatkan CPSS dan ES peserta didik. Berdasarkan hasil uji *ANCOVA*, diperoleh *effect size* CPSS sebesar 0,791 dan ES sebesar 0,874, menunjukkan pengaruh yang sangat besar dari implementasi program pembelajaran yang dikembangkan terhadap peningkatan CPSS dan ES peserta didik di kelas eksperimen.

**Kata kunci:** bioteknologi, *creative problem solving skills*, *entrepreneurial skills*, PjBL-STEM

## **ABSTRACT**

### **DEVELOPMENT OF A BIOTECHNOLOGY LEARNING PROGRAM ON RUBBER SEED PROCESSING BASED ON PjBL-STEM TO ENHANCE STUDENTS' CREATIVE PROBLEM-SOLVING AND ENTREPRENEURIAL SKILLS**

**By**

**DARTIA UTARI**

This study aims to develop a biotechnology learning program based on PjBL-STEM by integrating a local context of rubber seed processing to enhance students' Creative Problem Solving Skills (CPSS) and Entrepreneurial Skills (ES). The developed learning program consists of an independent curriculum teaching module, student worksheet, and handouts incorporating local content on rubber seed processing within a PjBL-STEM framework that is valid, practical, and effective in improving CPSS and ES. Using a mixed-method approach with an embedded experimental design, data analysis results indicate that the developed learning program was rated highly valid, achieving a score of 87,48% based on expert validation, signifying its feasibility for enhancing students' CPSS and ES. Detailed validation results show that the teaching module meets the standards of content, construction, and language feasibility, while the LKPD and handouts fulfill the criteria of content, media, and design feasibility. The practicality of the learning program achieved a score of 91,65% in the very high category, demonstrating its ease of use. Effectiveness testing showed an N-Gain score of 0,55 indicating a moderate improvement in CPSS and ES. Based on ANCOVA test results, the effect size for CPSS was 0,791 and for ES was 0,874 indicating a significant impact of the implemented learning program on improving CPSS and ES in the experimental class.

**Keywords:** biotechnology, creative problem solving skills, entrepreneurial skills, PjBL-STEM

**PENGEMBANGAN PROGRAM PEMBELAJARAN BIOTEKNOLOGI  
PADA PENGOLAHAN BIJI KARET BERBASIS *PJBL-STEM* UNTUK  
MENINGKATKAN *CREATIVE PROBLEM SOLVING* DAN  
*ENTREPRENEURIAL SKILLS* PESERTA DIDIK**

Oleh

**DARTIA UTARI**

Tesis

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar  
**MAGISTER PENDIDIKAN**

Pada

**Program Studi Magister Pendidikan IPA  
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2025**

Judul Tesis

: **PENGEMBANGAN PROGRAM  
PEMBELAJARAN BIOTEKNOLOGI PADA  
PENGOLAHAN BIJI KARET BERBASIS  
PJBL-STEM UNTUK MENINGKATKAN  
CREATIVE PROBLEM SOLVING DAN  
ENTREPRENEURIAL SKILLS PESERTA  
DIDIK**

Nama Mahasiswa

: **Dartia Utari**

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2323025001

Program Studi

: Magister Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam

Jurusan

: Pendidikan MIPA

Fakultas

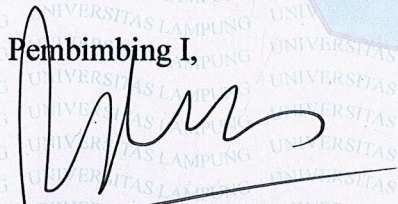
: Keguruan dan Ilmu Pendidikan

**MENYETUJUI**

1. **Komisi Pembimbing**

Pembimbing I,

Pembimbing II,

  
**Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si.**

NIP. 19681210 199303 1 002

  
**Dr. Dewi Lengkana, M. Sc.**

NIP. 19611027 198603 2 001

2. **Mengetahui**

**Ketua Jurusan  
Pendidikan MIPA**

**Ketua Program Studi  
Magister Pendidikan IPA**

  
**Dr. Nurhanurawati, M.Pd.**

NIP 19670808 199103 2 001

  
**Prof. Dr. Neni Hasnunidah, M.Si.**

NIP. 19700327 199403 2 001

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

**Ketua**

**: Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si.**

**Sekretaris**

**: Dr. Dewi Lengkana, M.Sc.**

**Penguji Anggota**

**: 1. Prof. Dr. Neni Hasnunidah, M.Si.**

**2. Prof. Dr. Sunyono. M.Si.**

**2. Pht. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan**

**Dr. Riswandi, M.Pd.**

**NIP. 19760808 200912 1 001**

**3. Direktur Program Pascasarjana**

**Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si.**

**NIP. 19640326 198902 1 001**

**Tanggal Lulus Ujian Tesis : 22 Januari 2025**

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Dartia Utari  
Nomor Pokok Mahasiswa : 2323025001  
Program Studi : Magister Pendidikan IPA  
Jurusan : Pendidikan MIPA

Dengan ini Saya menyatakan bahwa dalam tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister di suatu perguruan tinggi. Sepanjang pengetahuan Saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Apabila kelak dikemudian hari terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan Saya di atas, maka Saya akan bertanggung jawab sepenuhnya.

Bandar Lampung, 22 Januari 2025

Yang menyatakan,



Dartia Utari  
NPM. 2323025001

Tanggal Lulus Ujian Tesis : 22 Januari 2025

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Tulang Bawang Barat, pada tanggal 2 September 1995 sebagai anak pertama dari empat bersaudara, dilahirkan dari pasangan Ibu Sulayati dan Bapak Kadarsyah. Penulis mengawali pendidikan formal melalui pendidikan Sekolah Dasar di SDN 02 Penumangan Baru pada tahun 2001 dan diselesaikan pada tahun 2007. Penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Bina Desa Yayasan PT. Huma Indah Mekar ditahun yang sama dan lulus pada tahun 2010. Penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMAN 1 Tumijajar melalui jalur undangan prestasi pada tahun 2010 hingga lulus pada tahun 2013.

Pada tahun 2013, penulis diterima di Universitas Lampung sebagai mahasiswa S-1 Pendidikan Kimia dan berhasil menyelesaikan studi pada Juli tahun 2017. Selama menjadi mahasiswa S-1 pada program studi Pendidikan Kimia, penulis pernah menjadi Asisten Praktikum pada beberapa mata kuliah. Selama menempuh pendidikan S-1, penulis juga cukup aktif dalam organisasi kemahasiswaan baik tingkat jurusan maupun fakultas.

Penulis diangkat menjadi Guru Pegawai Negeri Sipil TMT Desember 2020. Penulis menempuh Pendidikan Profesi Guru Dalam Jabatan di Universitas Negeri Makassar tahun 2022. Penulis melanjutkan studi magister dan terdaftar sebagai Mahasiswa Program Studi Magister Pendidikan IPA Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Lampung pada Agustus 2023.



## MOTTO

***“Hidup adalah perjalanan penuh pilihan, Tak perlu takut salah arah  
Selama hati dan usaha tetap teguh, setiap langkah punya makna”***

(Ralph Waldo Emerson)

***“Teruslah melangkah, jangan takut jalurmu berbeda  
Tidak ada jalan tunggal mencapai tujuan  
Sebab peta kesuksesan tidak pernah sama untuk setiap orang”***

(Stephen Covey)

***“Sukses bukan akhir, melainkan sebuah proses  
Sebab setiap hasil dari usaha terbaik adalah pembelajaran”***

(Nelson Mandela)

## **PERSEMBAHAN**

***Dengan Menyebut Nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang***

*Alhamdulillahillobbil 'alamin*, segala puji bagi-Mu, ya Rab, Pemilik semesta yang Agung tiada terbanding, atas setiap rahmat yang jatuh bagai hujan serta rezeki yang Engkau titipkan tanpa henti

Kupersembahkan karya berharga ini sebagai tanda bakti dan cintaku yang tulus untuk orang-orang yang sangat istimewa dalam hidupku.

### **Teristimewa Ibu dan Bapak (Ibu Sulayati dan Bapak Kadarsyah)**

Tesis ini Saya persembahkan dengan sepenuh hati kepada dua sosok luar biasa dalam hidup Saya, Ibunda dan Ayahanda. Kalianlah yang menjadikan segalanya mungkin, mengiringi setiap langkah hingga akhirnya tesis ini dapat terselesaikan. Terima kasih telah membimbing dengan bijaksana, mendidik dengan kesabaran, serta menemani dan menyemangati tanpa lelah. Terima kasih atas setiap pengorbanan, nasihat yang penuh makna, dan doa-doa tulus yang tak pernah terputus. Segala pencapaian ini tak lepas dari cinta serta kasih sayang kalian yang tak ternilai.

### **Adik tersayang (Rizki Zulkarnaein, Iqbal Trimariska, dan Tikania Aurelia)**

Saudaraku tersayang yang selalu menunjukkan kepeduliannya, selalu mendoakan, dan memberikan nasihat serta kasih sayangnya sehingga Saya bisa berani memiliki mimpi.

### **Para Pendidik**

Dosen dan guru yang tanpa lelah mencurahkan ilmu serta arahan yang penuh makna. Terima kasih atas segala dedikasi yang telah menjadikanku pribadi yang lebih baik, yang senantiasa berusaha, berani melangkah, dan tak gentar dalam mewujudkan setiap impian.

**Almamater tercinta, Universitas Lampung**

## SANWACANA

Puji syukur kepada Allah SWT, karena atas berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis yang berjudul “Pengembangan Program Pembelajaran Bioteknologi pada Pengolahan Biji Karet Berbasis *PjBL-STEM* untuk Meningkatkan *Creative Problem Solving* dan *Entrepreneurial Skills* Peserta Didik” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan IPA di FKIP Universitas Lampung. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., IPM., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si., selaku Direktur Pascasarjana Universitas Lampung.
3. Dr. Riswandi, M.Pd., selaku Plt. Dekan FKIP Universitas Lampung.
4. Dr. Nurhanurawati, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Lampung.
5. Prof. Dr. Neni Hasnunidah, M.Si., selaku Ketua Program Studi Magister Pendidikan IPA Universitas Lampung sekaligus Dosen Penguji I yang telah memberikan bimbingan, saran, kritik, dan motivasi serta nasihat kepada penulis dalam proses penyelesaian tesis ini.
6. Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si., selaku Pembimbing I serta Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan, saran, kritik, dan motivasi serta nasihat kepada penulis dalam proses penyelesaian tesis ini.
7. Dr. Dewi Lengkana, M.Sc., selaku Pembimbing II yang telah bersedia memberikan bimbingan, saran, kritik, motivasi, dan nasihat kepada penulis selama proses penyelesaian tesis ini.

8. Dr. Sunyono, M.Si., selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan bimbingan, saran, kritik, dan motivasi serta nasihat kepada penulis dalam proses penyelesaian tesis ini.
9. Para Dosen Program Studi Magister Pendidikan IPA Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu dan bimbingan dalam proses pembelajaran selama perkuliahan.
10. Para staf Jurusan Pendidikan MIPA Magister Pendidikan IPA Universitas Lampung yang telah membantu dalam proses perkuliahan.
11. Orangtua yang senantiasa memberikan do'a dan restu serta dukungan untuk kelancaran studi ini; ketiga adikku tercinta, yang selalu memberi motivasi dan dukungan.
12. Teman-teman Program Studi Magister Pendidikan IPA Angkatan 2023 yang telah memberikan dukungan selama perkuliahan.
13. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tesis ini.

Semoga Allah SWT. melimpahkan berkat dan karunia-Nya kepada kita dan tesis ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, 22 Januari 2025

Penulis

Dartia Utari

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xviii
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	6
1.3 Tujuan Penelitian .....	6
1.4 Manfaat Penelitian .....	7
1.5 Ruang Lingkup Penelitian .....	7
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	9
2.1 Kajian Teori .....	9
2.1.1 Teori Belajar Konstruktivisme.....	9
2.1.2 Teori Belajar Humanistik .....	10
2.1.3 Pendekatan STEM Terintegrasi .....	11
2.1.4 Pendekatan PjBL-STEM .....	12
2.1.5 <i>Creative Problem Solving Skills</i> (CPSS) .....	13
2.1.6 <i>Entrepreneurial Skill</i> (ES) .....	15
2.1.7 Potensi Biji Karet sebagai Bahan Makanan .....	15
2.1.8 Program Pembelajaran .....	16
2.1.9 Bioteknologi Bermuatan Lokal Berbasis PjBL-STEM .....	18
2.2 Kualitas Produk Pembelajaran .....	20
2.3 Kerangka Berpikir .....	21
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	24
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	24
3.2 Subjek Penelitian .....	24
3.3 Desain Penelitian .....	25
3.4 Instrumen Pengumpulan Data .....	31
3.4.1 Instrumen Studi Pendahuluan .....	31
3.4.2 Instrumen Validitas, Kepraktisan dan Keefektifan .....	32
3.4 Teknik Analisis Data .....	33

<b>IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b> .....	39
4.1 Hasil Penelitian .....	39
4.1.1 <i>Qual Data Before Getting Intervention</i> .....	39
4.1.2 <i>Intervention</i> .....	67
4.1.3 <i>Qual Data After Getting Intervention</i> .....	82
4.1.4 <i>Interpretation Based on the Result</i> .....	86
4.2 Pembahasan.....	93
4.2.1 Validitas .....	93
4.2.2 Kepraktisan .....	95
4.2.3 Efektivitas .....	96
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN</b> .....	113
5.1 Simpulan .....	113
5.2 Saran .....	114
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	115
<b>LAMPIRAN</b> .....	126

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 <i>Creative Problem Solving Skill indicators</i> .....	14
2.2 <i>Entrepreneurial Skills indicators</i> .....	15
3.1 Tahap Pelaksanan pada Kelas Eksperimen .....	27
3.2 Tahap Pelaksanan pada Kelas Kontrol .....	28
3.3 Skala <i>Likert</i> pada Skala Validasi .....	32
3.4 Skala <i>Likert</i> pada Skala Keterbacaan dan Kemenarikan.....	32
3.5 Skala <i>Likert</i> pada Skala Keterlaksanaan Program Pembelajaran .....	33
3.6 Konversi Skor Penilaian Kevalidan Produk.....	34
3.7 Konversi Skor Penilaian Kepraktisan Produk .....	34
3.8 Kriteria Kevalidan Instrumen Tes .....	35
3.9 Kriteria Koefisien Korelasi .....	35
3.10 Kategori Nilai <i>N-gain</i> .....	37
3.11 Kriteria Nilai <i>Effect Size</i> .....	38
4.1 Data Kuantitatif Hasil Interpretasi Angket Persepsi Guru .....	40
4.2 Data Kualitatif Hasil Wawancara Guru .....	43
4.3 Data Kualitatif Hasil Wawancara Peserta Didik.....	43
4.4 Hasil Validitasi Ahli Instrumen Tes.....	45
4.5 Hasil Uji Statistik Validitas Instrumen Tes .....	46
4.6 Hasil Analisis <i>Need Assesment Data</i> .....	47
4.7 Hasil Validitasi Konstruk Modul Ajar.....	59
4.8 Hasil Validitasi Isi Modul Ajar .....	59
4.9 Hasil Validitasi Bahasa Modul Ajar .....	59
4.10 Hasil Validitasi Isi LKPD .....	60
4.11 Hasil Validitasi Media dan Desain LKPD .....	60
4.12 Hasil Validitasi Isi <i>Handout</i> .....	60
4.13 Hasil Validitasi Media dan Desain <i>Handout</i> .....	61
4.14 Tahap <i>Reflection</i> .....	68
4.15 Tahap <i>Research</i> .....	71
4.16 Tahap <i>Discovery</i> .....	75
4.17 Tahap <i>Application</i> .....	79
4.18 Tahap <i>Communication</i> .....	81
4.19 Hasil Angket Respon Peserta Didik .....	83
4.20 Data Kualitatif Hasil Wawancara Respon Peserta Didik.....	83
4.21 Hasil Uji Validitas Modul Ajar.....	86
4.22 Hasil Uji Validitas LKPD .....	86

4.23 Hasil Uji Validitas <i>Handout</i> .....	87
4.24 Hasil Uji Validitas Program Pembelajaran .....	87
4.25 Hasil Uji Kepraktisan Program Pembelajaran .....	87
4.26 Hasil Uji Normalitas CPSS .....	88
4.27 Hasil Uji Normalitas ES .....	88
4.28 Hasil Uji Varians CPSS.. .....	89
4.29 Hasil Uji Varians ES .....	89
4.30 Hasil Uji Beda Rata – Rata CPSS .....	90
4.31 Hasil Uji Beda Rata – Rata ES.....	90
4.32 Hasil Rata-rata <i>N-gain</i> CPSS dan ES.....	91
4.33 Hasil Rata-rata <i>N-gain</i> Setiap Indikator.....	91
4.34 Hasil Uji Dampak CPSS dan ES.....	92



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Pendidikan STEM Terintegrasi .....	11
2.2 Kerangka Berpikir .....	23
3.1 <i>Embedded Experimental Design</i> (Creswell & Clark, 2007) .....	25
3.2 <i>Desain Kuantitatif Non-Equivalent Pretest-Posttest Control Group</i> .....	26
3.3 Alur Penelitian .....	30
4.1 Rancangan Modul Ajar .....	49
4.2 Rancangan LKPD.....	50
4.3 Rancangan Bahan Ajar <i>Handout</i> .....	50
4.4 Elemen Informasi Umum pada Modul Ajar.....	51
4.5 Elemen Komponen Inti pada Modul Ajar .....	52
4.6 Langkah-Langkah Pembelajaran pada Modul Ajar .....	53
4.7 Membawa Peserta Didik Ke Dalam Konteks Masalah.....	54
4.8 Mengumpulkan Data Melalui Studi Literatur .....	54
4.9 Mencari Informasi Tambahan Melalui Literasi Narasi.....	55
4.10 Menemukan Alternatif Bahan Baku Produk Bioteknologi .....	55
4.11 Menganalisis Potensi Penerapan Bioteknologi pada Biji Karet.....	56
4.12 Proyek Penerapan Bioteknologi pada Pengolahan Biji Karet.....	56
4.13 Mempresentasikan Hasil Proyek .....	57
4.14 Memahami Prinsip Penerapan Bioteknologi .....	58
4.15 Memahami Potensi Pengolahan Biji Karet .....	58
4.16 Aktivitas Pembelajaran pada Modul Ajar Sebelum Revisi.....	62
4.17 Aktivitas Pembelajaran pada Modul Ajar Sesudah Revisi .....	63
4.18 Tampilan Tabel Daftar Produk Limbah Biji Karet Sebelum Revisi.....	64
4.19 Tampilan Tabel Daftar Produk Limbah Biji Karet Sesudah Revisi.....	65
4.20 Tujuan Pembelajaran Sebelum Revisi .....	66
4.21 Tujuan Pembelajaran Sesudah Revisi .....	66
4.22 Rata-Rata Nilai <i>Pretest</i> Kelas Eksperimen dan Kontrol .....	67
4.23 Rata-Rata Nilai <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen dan Kontrol .....	82
4.24 Dokumentasi Jawaban LKPD Penyebab Penumpukan Biji Karet.....	98
4.25 Dokumentasi Jawaban LKPD Dampak dari Penumpukan Biji Karet.....	99
4.26 Dokumentasi Jawaban LKPD Solusi dari Penumpukan Biji Karet .....	100
4.27 Dokumentasi Jawaban LKPD Potensi Pengolahan Biji Karet.....	101
4.28 Dokumentasi Jawaban LKPD Bahan Baku Pembuatan Tempe.....	103
4.29 Dokumentasi Jawaban LKPD Bahan Baku Alternatif .....	104
4.30 Dokumentasi Jawaban LKPD Produk Bioteknologi dari Biji Karet.....	105

4.31 Dokumentasi Jawaban LKPD Analisis Resiko dan Solusi Terpilih.....	106
4.32 Dokumentasi Jawaban LKPD Monitoring kegiatan proyek. ....	108
4.33 Produk Hasil Proyek Pengolahan Biji Karet.....	109

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Rubrik Angket Analisis Kebutuhan .....	127
2. Rekapitulasi Angket Analisis Kebutuhan .....	129
3. Analisis Hasil Angket Analisis Kebutuhan.....	134
4. Pedoman Wawancara Studi Pendahuluan.....	136
5. Hasil Wawancara Studi Pendahuluan .....	140
6. Lembar Validasi Program Pembelajaran Oleh Ahli.....	142
7. Hasil Validasi Program Pembelajaran Oleh Ahli .....	164
8. Instrumen Tes CPSS & ES.....	169
9. Lembar Validasi Instrumen Tes CPSS & ES.....	181
10. Hasil Validasi Ahli Instrumen .....	185
11. Hasil Uji Validitas & Reliabilitas Instrumen Tes CPSS & ES .....	186
12. Nilai <i>Pretest</i> Peserta Didik.....	189
13. Nilai <i>Posttest</i> Peserta Didik .....	193
14. Perhitungan Rata-rata <i>N-Gain</i> .....	197
15. Instrumen Uji Kepraktisan .....	202
16. Rekapitulasi Hasil Uji Kepraktisan.....	208
17. Pedoman Wawancara Respon Peserta Didik .....	210
18. Hasil Wawancara Respon Peserta Didik.....	212
19. Hasil Uji Normalitas <i>Creative Problem Solving Skills</i> (CPSS) .....	214
20. Hasil Uji Normalitas <i>Entrepreneurial Skills</i> (ES).....	215
21. Hasil Uji Beda Rata-Rata <i>Creative Problem Solving Skills</i> (CPSS).....	216
22. Hasil Uji Beda Rata-Rata <i>Entrepreneurial Skills</i> (ES) .....	217
23. Hasil Uji ANCOVA dan <i>Effect Size</i> CPSS.....	218
24. Hasil Uji ANCOVA dan <i>Effect Size</i> ES .....	219
25. Dokumentasi penelitian.....	220
26. Surat Izin Penelitian .....	234
27. Surat Balasan Izin Penelitian .....	235

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Proses pembelajaran di sekolah harus mampu mendukung pencapaian kompetensi yang menjadi tujuan dari suatu sistem pendidikan (Lase, 2019). Salah satu tujuan pendidikan adalah menjadikan peserta didik mampu untuk berpikir kreatif ketika menyelesaikan suatu masalah (Santoso & Wulandari, 2020). Berpikir kreatif dan kemampuan penyelesaian masalah merupakan kecakapan hidup (*life skill*) yang menjadi salah satu tuntutan keterampilan di abad ke-21 (Iskandar *et al.*, 2020). Kombinasi dari kedua keterampilan ini dikenal sebagai *Creative Problem Solving Skills* (CPSS) (Mukhlis & Oktalina, 2018). CPSS perlu dikembangkan melalui proses pendidikan diantaranya dengan pembelajaran IPA (Chen *et al.*, 2021). Melalui proses pembelajaran IPA, peserta didik dapat dilatih untuk bisa berpikir kreatif dalam menyelesaikan permasalahan di kehidupan sehari-hari berdasarkan berbagai sudut pandang (Zainuddin *et al.*, 2020). CPSS perlu dimiliki peserta didik karena CPSS tidak hanya membantu individu dalam menyelesaikan masalah secara efektif tetapi juga mempengaruhi berbagai aspek kehidupan mereka secara positif (Khamcharoen *et al.*, 2022).

Faktanya, Mukhlis & Oktalina (2018) mengungkapkan bahwa harapan yang tinggi terhadap CPSS peserta didik Indonesia belum tercermin dalam pencapaian akademik peserta didik di sekolah. Temuan ini didukung oleh data hasil observasi awal peneliti terhadap 144 orang guru IPA yang tersebar di kabupaten/kota seluruh Provinsi Lampung melalui pengambilan data kuesioner dimana sebanyak 77,1% responden guru IPA menjawab bahwa CPSS peserta didik belum sesuai dengan harapan, bahkan Ada 62,5% responden guru IPA yang belum pernah

melakukan penilaian CPSS kepada peserta didik. Hasil wawancara mendalam dengan perwakilan guru IPA yang menjadi responden kuesioner mengungkapkan bahwa pembelajaran IPA di kelas masih berfokus pada pencapaian nilai akademik, sehingga kurang mengembangkan keterampilan berpikir kreatif untuk menyelesaikan masalah nyata. Selain itu, wawancara dengan peserta didik menunjukkan bahwa pembelajaran IPA di kelasnya selama ini lebih berorientasi pada penghafalan. Akibatnya, indikator CPSS menurut Van Hooijdonk *et al.* (2020) yang dilatihkan hanya sebatas *fact finding*. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan antara tujuan pendidikan dan praktik pembelajaran yang sebenarnya.

Selain CPSS, keterampilan lain yang harus dimiliki peserta didik di abad ke-21 adalah *Entrepreneurial Skills* (ES) (Sudarmin *et al.*, 2023). Hal ini dikarenakan ES sangat penting untuk mendukung kemakmuran suatu negara dimana kewirausahaan memiliki peran sentral dalam pembangunan (Akmal *et al.*, 2020). Oleh sebab itu, salah satu yang menjadi tantangan dalam pendidikan nasional saat ini adalah bagaimana melahirkan generasi muda yang berjiwa *entrepreneur* dari berbagai lembaga pendidikan, baik pendidikan formal maupun nonformal (Tilaar, 2012).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ES peserta didik di Indonesia saat ini masih rendah disebabkan oleh kurangnya pengalaman belajar yang mendukung pengembangan kewirausahaan di sekolah (Susantiningrum *et al.*, 2023). Temuan ini didukung oleh data hasil observasi awal peneliti dimana ada 60,4% responden guru IPA yang belum pernah melakukan penilaian ES. Adapun 76,4% responden guru IPA menjawab bahwa ES peserta didik belum sesuai dengan harapan. Hasil wawancara mendalam dengan perwakilan guru IPA mengungkapkan bahwa pembelajaran IPA SMP di kelas masih berfokus pada pencapaian nilai akademik, sehingga kurang melatih ES. Meskipun Kurikulum Merdeka saat ini menyoroti kewirausahaan sebagai tema utama dalam Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila (Satria *et al.*, 2022), implementasinya belum sepenuhnya optimal, sehingga indikator ES menurut Susantiningrum *et al.* (2023) seperti *Risk taking*, *Innovativeness*, *Future-oriented* belum terlatih. Hal ini menyebabkan kesenjangan antara kebijakan pendidikan dan praktik di dunia nyata.

Konsep pendidikan berbasis konteks lokal dapat menjadi pendekatan strategis untuk mengatasi kesenjangan antara harapan dan fakta lapangan tersebut. Melalui kegiatan mengintegrasikan potensi lokal ke dalam pembelajaran, peserta didik dapat lebih memahami relevansi pembelajaran dengan kehidupan sehari-hari sehingga meningkatkan keterampilan mereka (Suryawati *et al.*, 2020). Salah satu potensi lokal yang belum dimanfaatkan secara optimal di Provinsi Lampung adalah biji karet (Purnomo *et al.*, 2023). Padahal Lampung merupakan salah satu daerah penghasil karet terbesar di Indonesia dengan produksi karet tahun 2018 mencapai 192.133 ton dengan luas areal 172.371 hektar (Hidayati *et al.*, 2020).

Selama ini, hasil dari perkebunan karet hanya di ambil getah karetnya saja, adapun biji karet dianggap tidak memiliki nilai ekonomis, meski sebagian kecil dimanfaatkan sebagai benih generatif pohon karet namun dengan jumlah yang terbatas (Purnomo *et al.*, 2023). Akibatnya, ketersediaannya biji karet melimpah dan menjadi limbah dari perkebunan karet (Ikwuagwu *et al.*, 2000). Ternyata biji karet memiliki kandungan nutrisi tinggi yang dapat diolah menjadi produk makanan bernilai ekonomis (Riabarleany *et al.*, 2017; Hasan *et al.*, 2022). Potensi pengolahan biji karet menjadi makanan dapat dilihat dari kandungan nutrisi pada biji karet, dimana per 100 gram daging biji karet mengandung karbohidrat 15,9%; protein 27%; lemak 32,3%, abu 3,96% (Setyawardani, 2013) dengan kandungan mineral per gram daging biji karet berupa 0,85 mg Ca; 0,01 Fe dan 9,29 mg Mg (Eka *et al.*, 2010). Meski biji karet mengandung senyawa HCN yang berbahaya, biji karet yang telah direduksi kadar HCNnya akan aman dikonsumsi (Rivai *et al.*, 2015). Namun, potensi lokal ini belum banyak dieksplorasi dalam konteks pendidikan yang menunjukkan adanya peluang untuk penelitian lebih lanjut.

Guru dapat menerapkan pembelajaran berbasis pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) yang mengintegrasikan konteks lokal ke dalam pelajaran mereka untuk memastikan proses pembelajaran peserta didik relevan dengan situasi dunia nyata (Kamal, 2021; Busyairi *et al.*, 2022). Pembelajaran berbasis STEM dapat mengoptimalkan proses belajar peserta didik (Adlim *et al.*, 2015). Mengintegrasikan STEM ke dalam pembelajaran dapat

mengembangkan keterampilan yang dimiliki oleh peserta didik (Sulaeman *et al.*, 2021). Pendekatan STEM dapat diintegrasikan dalam proyek pembelajaran IPA untuk menumbuhkan CPSS peserta didik. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Fiteriani *et al.* (2021) tentang pengaruh PjBL-STEM dalam meningkatkan CPSS peserta didik dengan tugas proyek berupa pembuatan teropong sederhana. Ada juga penelitian yang dilakukan oleh Karamustfaoğlu & Pektaş (2023) tentang pengembangan CPSS melalui aktivitas STEM berbasis inquri.

Selain CPSS, pendekatan STEM juga dapat digunakan untuk menumbuhkan ES peserta didik. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Sudarmin *et al.* (2023) tentang model PjBL yang terintegrasi dengan pendekatan Ethno-STEM yang bertujuan untuk meningkatkan karakter peserta didik dalam hal pelestarian lingkungan dan kewirausahaan. Penelitian lain dilakukan Sa'adah *et al.* (2021) tentang pengembangan perangkat ajar dengan pendekatan STEM terintegrasi *science entrepreneurship* untuk meningkatkan karakter kewirausahaan. Selain itu, juga ada penelitian Afrijhon *et al.* (2022) tentang pengembangan LKPD berbasis PjBL-STEM terintegrasi dengan karakteristik *entrepreneur* yang berorientasi terhadap keterampilan berpikir kreatif pada materi kalor dan perpindahannya.

Salah satu capaian pembelajaran pada kurikulum merdeka yang dapat diajarkan berbasis PjBL-STEM untuk meningkatkan CPSS dan ES peserta didik adalah penerapan bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari. Mengajarkan materi penerapan bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari kepada peserta didik dapat melalui pembuatan makanan fermentasi seperti tempe, kimchi, yogurt. Melalui kegiatan pembuatan makanan produk bioteknologi tersebut, guru tidak hanya mampu menumbuhkan kreativitas peserta didik dalam mengkreasikan kuliner, tetapi juga dapat menumbuhkan ES peserta didik karena makanan produk bioteknologi tersebut memiliki nilai ekonomis (Ningrum *et al.*, 2017). Namun, hasil observasi awal peneliti menunjukkan bahwa 59,9% responden guru IPA belum menerapkan STEM dalam pembelajaran IPA materi bioteknologi. Pada pembelajaran Bioteknologi terutama yang terkait dengan kreasi membuat makanan dan minuman, selama ini sudah dibelajarkan umumnya menggunakan

pendekatan saintifik (Ningrum *et al.*, 2017). Padahal melalui pendekatan PjBL-STEM sangat berpeluang untuk dikembangkannya aktivitas pembelajaran secara lebih inovatif dengan melibatkan peserta didik untuk lebih banyak berkreatifitas menghasilkan produk-produk baru baik makanan dan minuman yang berpotensi untuk mengembangkan khasanah kuliner dalam kehidupan sehari-hari (Imaduddin *et al.*, 2022). Pembuatan produk bioteknologi dari biji karet melalui pendekatan PjBL-STEM dapat menjadi alternatif solusi untuk mengatasi banyaknya bahan pangan mentah tak terserap pasar seperti biji karet yang justru hanya menjadi limbah pertanian dan perkebunan (Hasan *et al.*, 2022).

Banyak penelitian yang telah dilakukan berkaitan dengan pengembangan suatu program pembelajaran atau komponennya sebagai dasar untuk menciptakan aktivitas pembelajaran yang kohensif, seperti penelitian yang dilakukan oleh (Hu & Adey, 2002), (Suyidno *et al.*, 2017), (Yanti *et al.*, 2020), (Setyowati *et al.*, 2022). Namun berdasarkan studi literatur belum ada pengembangan program pembelajaran yang memiliki fokus untuk menstimulus CPSS dan ES peserta didik berdasarkan potensi lokal terutama pengolahan bijikaret pada materi bioteknologi melalui pendekatan PjBL-STEM. Padahal pembelajaran IPA berbasis PjBL-STEM dengan mengangkat isu lokal sangat dibutuhkan untuk membekali peserta didik kecakapan hidup seperti CPSS dan ES yang dibutuhkan di abad 21.

Berdasarkan kesenjangan antara urgensi dan masalah di lapangan berkaitan dengan CPSS dan ES sebagai keterampilan abad 21 yang perlu dimiliki peserta didik, maka penting untuk mengembangkan suatu program pembelajaran dengan menggunakan pendekatan yang dapat memuat aktivitas penyelesaian masalah dalam kehidupan sehari-hari, sehingga dapat menstimulus CPSS dan ES peserta didik sebagai bekal di masa depan. Berdasarkan hasil observasi awal yang telah dilakukan terhadap 144 orang guru IPA, sebanyak 89,6% responden guru IPA setuju bahwa perlu dikembangkan program pembelajaran bioteknologi terintegrasi STEM untuk digunakan dalam proses pembelajaran sehingga CPSS dan ES peserta didik meningkat. Oleh karena itu, telah dilakukan suatu penelitian dengan judul “Pengembangan Program Pembelajaran Bioteknologi pada Pengolahan Biji



Karet Berbasis PjBL-STEM untuk Meningkatkan *Creative Problem Solving* dan *Entrepreneurial Skills* Peserta Didik.”

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Bagaimanakah Validitas Program Pembelajaran Bioteknologi Pada Pengolahan Biji Karet Berbasis PjBL-STEM untuk Meningkatkan *Creative Problem Solving* dan *Entrepreneurial Skills* Peserta Didik?
2. Bagaimanakah Kepraktisan Program Pembelajaran Bioteknologi Pada Pengolahan Biji Karet Berbasis PjBL-STEM untuk Meningkatkan *Creative Problem Solving* dan *Entrepreneurial Skills* Peserta Didik?
3. Bagaimanakah Keefektifan Program Pembelajaran Bioteknologi Pada Pengolahan Biji Karet Berbasis PjBL-STEM untuk Meningkatkan *Creative Problem Solving* dan *Entrepreneurial Skills* Peserta Didik?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, disusun tujuan penelitian yaitu: Menghasilkan Program pembelajaran bioteknologi pada pengolahan biji karet berbasis PjBL-STEM yang valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan *Creative Problem Solving Skills* dan *Entrepreneurial Skills* peserta didik.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian pengembangan ini yaitu:

### 1. Manfaat Teoritis

Manfaat teoritis penelitian ini adalah memberikan wawasan teoritis mengenai penerapan konsep-konsep bioteknologi konvensional berbasis PjBL-STEM dalam pengolahan bahan alami, seperti pada pengolahan biji karet, untuk meningkatkan CPSS dan ES peserta didik.

### 2. Manfaat Praktis

Manfaat praktis yang dapat yang diperoleh dari penelitian ini yaitu:

- a. Bagi peneliti, memberikan pengalaman dalam pengembangan program pembelajaran bioteknologi berbasis PJBL-STEM bermuatan konteks lokal.
- b. Bagi pendidik, menyediakan program pembelajaran bioteknologi yang dapat meningkatkan CPSS dan ES peserta didik.
- c. Bagi peserta didik, memberikan pengalaman belajar bermuatan konteks lokal yang dapat meningkatkan CPSS dan ES peserta didik.
- d. Bagi dunia pendidikan, memberikan sumbangan pemikiran berupa upaya dalam meningkatkan keterampilan hidup melalui pembelajaran IPA.
- e. Bagi peneliti selanjutnya, menjadi salah satu contoh inovasi dalam bentuk pengembangan program pembelajaran dan dasar untuk penelitian lebih lanjut dalam bidang pengembangan program pembelajaran berbasis PJBL-STEM bermuatan konteks lokal untuk meningkatkan CPSS dan ES.

## 1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini sebagai berikut.

1. Produk yang dihasilkan dari penelitian pengembangan ini adalah program pembelajaran bioteknologi pada pengolahan biji karet berbasis PjBL-STEM berupa modul ajar (RPP Plus) Kurikulum Merdeka, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dan *Handout* yang valid, praktis dan efektif.

2. Program pembelajaran yang dikembangkan adalah untuk pembelajaran IPA SMP dengan topik penerapan bioteknologi konvensional.
3. Indikator *Creative Problem Solving Skills* (CPSS) pada penelitian ini diadaptasi dari indikator yang dikembangkan oleh Van Hooijdonk *et al.* (2020), yaitu *fact finding, problem finding, idea finding, and solution finding*.
4. Indikator dari *Entrepreneurial Skills* (ES) pada penelitian ini hasil modifikasi indikator yang dikembangkan oleh Susantiningrum *et al.* (2023), yaitu *Risk taking, Innovativeness, Future-oriented*.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kajian Teori

#### 2.1.1 Teori Belajar Konstruktivisme

Konstruktivisme adalah teori belajar yang hadir sebagai penyempurnaan dari teori belajar behavioristik dan kognitif, dimana pendekatan ini menekankan pentingnya keterlibatan aktif peserta didik dalam proses pembelajaran untuk meningkatkan pemahaman peserta didik. Berdasarkan teori ini, peserta didik didorong untuk berperan langsung dalam memecahkan berbagai masalah melalui pembelajaran berbasis penemuan (*discovery learning*) dan belajar bermakna (*meaningful learning*), tujuannya adalah membekali peserta didik dengan kemampuan berpikir kritis serta keterampilan dalam menyelesaikan masalah secara mandiri (Masgumelar & Mustafa, 2021).

Teori konstruktivisme juga menyatakan bahwa peserta didik membangun sendiri pengetahuan dan menciptakan makna melalui pengalaman yang mereka alami, proses pembelajaran dalam konstruktivisme dipandang sebagai aktivitas aktif dan konstruktif, di mana peserta didik mengembangkan pemahaman berdasarkan interpretasi dari pengalaman pribadi. Pendekatan ini menekankan pentingnya eksplorasi, eksperimen, dan pemecahan masalah terbuka yang dapat mendorong pemikiran kritis dan kreatif (Sugrah, 2019).

Penerapan konstruktivisme membawa perubahan terhadap proses pembelajaran di kelas, pembelajaran yang awalnya berpusat pada guru bergeser menjadi berpusat pada peserta didik. Ketika peserta didik berhasil menemukan

pengetahuan baru melalui usaha mereka sendiri, pemahaman tersebut menjadi lebih sulit dilupakan, bahkan jika pengetahuan itu terlupakan, peserta didik cenderung lebih mudah mengingatkannya kembali karena proses pembelajaran yang bermakna dan melibatkan pengalaman pribadi (Arafah *et al.*, 2023).

### **2.1.2 Teori Belajar Humanistik**

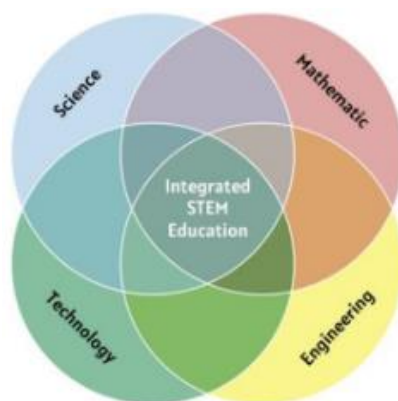
Menurut teori belajar humanistik, tujuan utama belajar adalah memanusiakan manusia. Proses belajar dianggap berhasil jika peserta didik mampu memahami dirinya sendiri dan lingkungannya. Dalam proses pembelajaran, peserta didik diharapkan secara bertahap dapat mencapai aktualisasi diri dengan mengoptimalkan potensinya. Jika teori ini diimplementasikan dengan baik, peserta didik diharapkan mampu meningkatkan prestasi belajarnya. Prestasi belajar, yang merupakan hasil dari proses belajar, mencerminkan keberhasilan pembelajaran yang disertai dengan perubahan positif dalam diri peserta didik (Qodri, 2017).

Namun, kurangnya pemahaman terhadap tujuan belajar sering kali membuat peserta didik hanya fokus pada pencapaian nilai terbaik tanpa memperhatikan penerapan ilmu yang mereka pelajari. Teori humanistik merupakan suatu pendekatan pembelajaran yang berorientasi pada memanusiakan peserta didik dan mengaktualisasikan potensi mereka untuk menghadapi perubahan lingkungan. Teori ini menekankan bahwa belajar akan bermakna jika dilakukan tanpa paksaan, melainkan dengan memberikan ruang bagi peserta didik untuk menghubungkan materi pembelajaran dengan pengalaman nyata. Oleh karena itu, penerapan teori belajar humanistik dapat diwujudkan melalui strategi belajar yang kreatif, aktif, dan menyenangkan, yang mendukung pengembangan potensi peserta didik secara maksimal (Utami, 2020).

### 2.1.3 Pendekatan STEM Terintegrasi

Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) merupakan pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu melalui pembelajaran berbasis masalah di dunia nyata (Torlakson, 2014). Pendekatan ini dirancang untuk melibatkan peserta didik secara aktif dalam merumuskan solusi terhadap masalah autentik yang relevan dengan kehidupan sehari-hari (NRC, 2009).

Pendekatan STEM Terintegrasi menghubungkan keempat disiplin ilmu melalui pendekatan belajar mengajar yang kohesif dan aktif. Setiap disiplin ilmu dalam STEM tidak dapat diajarkan secara terpisah, sebagaimana masalah yang berkaitan dengan bidang-bidang tersebut juga tidak terjadi secara terisolasi di dunia nyata maupun di dunia kerja. Integrasi ini bertujuan untuk memberikan peserta didik pengalaman belajar yang relevan, kontekstual, dan mampu mempersiapkan mereka menghadapi tantangan di masa depan (Hebebcı & Usta, 2022).



Gambar 2.1 Pendidikan STEM Terintegrasi (Hebebcı & Usta, 2022).

Terbiasa menyelesaikan berbagai masalah melalui pendekatan STEM dapat membantu peserta didik dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreatif, logis, dan sistematis (Ilma *et al.*, 2022). Hal ini dikarenakan pendekatan ini dirancang untuk menciptakan suasana belajar yang mendukung peningkatan pengetahuan, motivasi, kreativitas, dan inovasi peserta didik.

Dengan memberikan pengalaman yang relevan dan kontekstual, proses pembelajaran berbasis STEM memungkinkan peserta didik terlibat aktif dalam pembelajaran yang bermakna (Kholifah *et al.*, 2018).

Pendekatan STEM tidak hanya berpotensi menjadikan peserta didik sebagai pemecah masalah, tetapi juga dapat mengasah kemampuan berpikir logis serta memahami bagaimana ilmu pengetahuan diterapkan dalam kehidupan nyata. Dengan penerapan yang tepat, pembelajaran berbasis STEM memungkinkan peserta didik untuk memecahkan masalah dunia nyata secara efektif. Hal ini tidak hanya meningkatkan keterampilan berpikir mereka, tetapi juga mempersiapkan mereka untuk menghadapi berbagai tantangan di masa depan dengan lebih percaya diri dan kompeten (Mu'minah & Aripin, 2019).

#### **2.1.4 Pendekatan PjBL-STEM**

Pendekatan *Project-Based Learning* (PjBL) yang terintegrasi dengan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) adalah pendekatan pembelajaran yang menggunakan pembelajaran proyek sebagai sarana untuk mengintegrasikan keempat disiplin ilmu tersebut. Pada pendekatan PjBL-STEM peserta didik terlibat dalam proyek nyata yang mendorong mereka untuk menerapkan konsep sains, teknologi, teknik, dan matematika secara terpadu, sehingga dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif (Megawati *et al.*, 2023).

Menurut (Laboy-Rush, 2011) ada 5 tahap dalam PjBL-STEM yaitu:

- a. *Reflection*, tahap ini berfokus pada pemahaman awal peserta didik terhadap konteks masalah yang diberikan serta pemberian stimulus agar peserta didik tertarik memulai proses penyelidikan lebih lanjut.
- b. *Research*, tahap ini mengarahkan peserta didik melakukan suatu penelitian, memilih literatur yang sesuai atau mengumpulkan informasi dari berbagai sumber yang relevan agar peserta didik memiliki landasan teori dan pemahaman ilmiah yang cukup sebelum mengembangkan solusi.

- c. *Discovery*, tahap ini merupakan proses eksplorasi dimana peserta didik dapat mengkonstruksi suatu konsep yang baru bagi mereka dan menemukan solusi pemecahan masalah yang potensial.
- d. *Application*, tahap ini merupakan proses dimana peserta didik menerapkan solusi pemecahan masalah terpilih dalam bentuk proyek nyata mencakup *prototipe* dan pengujian. Berdasarkan hasil pengujian, peserta didik dapat mengulang ke langkah sebelumnya.
- e. *Communication*, tahap ini dimana peserta didik mempresentasikan hasil dari proyek mereka untuk mengembangkan keterampilan komunikasi dan kolaborasi serta melatih kemampuan peserta didik untuk menerima dan menerapkan umpan balik yang membangun.

Pendekatan PjBL-STEM terbukti dapat mengembangkan keterampilan abad ke-21 (Baran *et al.*, 2021). Adapun hasil studi (Rahmania, 2021) menunjukkan bahwa beberapa kompetensi dasar di tingkat SMP dapat diintegrasikan dengan pendekatan STEM, yang memungkinkan peserta didik untuk mengembangkan keterampilan dalam berpikir kritis, kreatif, serta sistematis dalam menghadapi tantangan global. Hasil penelitian Saefullah *et al.* (2021) menunjukkan bahwa penerapan PjBL-STEM dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik pada topik fluida statis (hukum Pascal). Adapun menurut hasil penelitian Lin *et al.* (2021) pembelajaran berbasis PjBL-STEM dapat melatih kemampuan peserta didik dalam penyelesaian masalah.

### **2.1.5 Creative Problem Solving Skills (CPSS)**

*Problem Solving* (PS) merupakan kemampuan individu dalam mencari solusi untuk permasalahannya di kehidupan sehari-hari. Ini merupakan keterampilan yang harus diperoleh sejak usia dini (Lestari, 2020). Keterampilan *problem solving* bersinggungan dengan disiplin ilmu STEM (Howard-Brown & Martinez, 2012). Dimana *problem solving* merupakan salah satu capaian penting dalam pembelajaran STEM dengan menghadapkan individu pada suatu masalah yang mungkin mereka hadapi dalam kehidupan sehari-hari dan



memastikan penggunaan integrasi lebih dari satu disiplin ilmu dalam menyelesaikan masalah tersebut (Williams, 2011).

*Creative Thinking* (CT) menjadi salah satu faktor kunci untuk menyelesaikan berbagai permasalahan yang kompleks di era industri 4.0 (Zainuddin *et al.*, 2020). CT dalam konteks pembelajaran IPA tidak hanya berguna untuk menemukan solusi baru atau inovasi, tetapi juga harus dipadukan dengan sikap bertanggung jawab (Rif'at *et al.*, 2020). CT penting untuk menghasilkan produk yang menarik dan original di pembelajaran STEM karena mencakup proses yang mendorong peserta didik untuk berpikir kreatif sekaligus menghasilkan solusi terhadap masalah (Charyton, 2015). Kombinasi dari *Problem Solving* dan *Creative Thinking* dikenal sebagai *Creative Problem Solving Skills* (CPSS) (Mukhlis & Oktalina, 2018). CPSS merupakan kemampuan untuk mencari solusi orisinal dan inovatif terhadap suatu permasalahan. Proses ini melibatkan pemahaman mendalam tentang masalah, menghasilkan berbagai ide kreatif, dan menerapkan solusi yang efektif (Van Hooijdonk *et al.*, 2020).

Menurut Treffinger & Isaksen (2005) ada beberapa indikator yang bisa digunakan dalam mengukur *Creative Problem Solving Skills* (CPSS), yaitu *Fact Finding*, *Idea Finding*, dan *Solution Generating*. Adapun indikator yang diukur pada penelitian ini, yaitu indikator yang dikembangkan oleh Van Hooijdonk *et al.* (2020) hasil penyempurnaan dari indikator Treffinger & Isaksen (2005) yang terdiri dari: *fact finding*, *problem finding*, *idea finding*, and *solution finding* (Van Hooijdonk *et al.*, 2020), seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 *Creative Problem Solving Skill indicators*

<b><i>Indicator</i></b>	<b><i>Descriptions</i></b>
<i>Fact Finding</i>	<i>Exploring and gathering relevant knowledge about a problem</i>
<i>Problem Finding</i>	<i>Identifying the problem</i>
<i>Idea Finding</i>	<i>Generating a variety of creative ideas to solve the problem</i>
<i>Solution Finding</i>	<i>Evaluating and selecting the most creative and practical ideas</i>

(Van Hooijdonk *et al.*, 2020).

### 2.1.6 *Entrepreneurial Skills* (ES)

Banyak ahli yang telah mendefinisikan *Entrepreneurial Skills* (ES), diantaranya ES merupakan suatu proses penerapan kreativitas dalam bentuk inovasi untuk memecahkan masalah nyata serta menemukan peluang yang dapat memperbaiki kualitas kehidupan (Suryana, 2008), dengan demikian ES adalah kemampuan seseorang untuk menciptakan sesuatu yang berbeda yang bernilai dan berguna bagi dirinya dan orang lain. ES dapat diintegrasikan secara menyeluruh dalam kegiatan pendidikan di sekolah meskipun bukan merupakan sekolah kejuruan. Integrasi ES ke dalam kurikulum sekolah dilakukan dengan mengidentifikasi jenis-jenis kegiatan di sekolah yang dapat mengimplementasikan nilai-nilai kewirausahaan, yang kemudian nilai-nilai tersebut dapat diterapkan oleh peserta didik dalam kehidupan sehari-hari (Mulyani, 2012).

Menurut Susantiningrum *et al.* (2023) indikator yang bisa digunakan untuk mengukur ES, yaitu *leadership, reflective communication, risk-taking, creatively innovative, and future orientation*. Adapun indikator ES yang digunakan dalam penelitian ini merupakan modifikasi dari indikator tersebut dengan penyesuaian yang lebih menekankan pada keterampilan berpikir kewirausahaan, yang dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 *Entrepreneurial Skills indicators*

<i>Indicators</i>	<i>Descriptions</i>
<i>Risk taking</i>	<i>Willingness to take risks</i>
<i>Innovativeness</i>	<i>The ability to creatively innovate existing products</i>
<i>Future-oriented</i>	<i>The ability to understand needs &amp; opportunit</i>

(Susantiningrum *et al.*, 2023)

### 2.1.7 Potensi Biji Karet sebagai Bahan Makanan

Selama ini biji karet tidak dimanfaatkan secara maksimal oleh masyarakat sehingga biji karet menjadi limbah perkebunan. Penelitian mengenai pemanfaatan biji karet telah dilakukan untuk mengambil minyak biji karet

sebagai biodiesel yaitu penelitian yang dilakukan oleh (Hakim & Mukhtadi, 2018), (Shahab & Husnah, 2022), dan (Ikwuagwu *et al.*, 2000) atau sebagai pakan ternak yaitu penelitian yang dilakukan oleh (Yatno *et al.*, 2015), dan (Waskito *et al.*, 2023). Saat ini juga banyak penelitian tentang pemanfaatan biji karet sebagai bahan makanan, penelitian dilakukan oleh (Rivai, 2015), (Riabarleany *et al.*, 2017), (Hasan *et al.*, 2022), dan (Purnomo *et al.*, 2023).

Menurut hasil penelitian Rivai (2015) biji karet memiliki proporsi bagian yang dapat dikonsumsi sekitar 57%. Selain itu, biji karet memiliki kandungan gizi khususnya protein yang tinggi. Adapun penelitian yang dilakukan oleh (Eka *et al.*, 2010) menunjukkan bahwa kadar air sebesar 3,99%, kadar protein 17,41 g/100g, kadar lemak  $68,53 \pm 0,04$  g/100g dan kadar abu  $3,08 \pm 0,01$  gram/100 gram. Asam amino pada biji karet mengandung asam glutamat tinggi (16,13%) dan sistein rendah (0,78%). Meskipun berpotensi sebagai sumber protein, biji karet segar mengandung faktor toksik yaitu asam sianida (186 mg/kg).

Meskipun biji karet memiliki potensi sebagai bahan pangan namun kendala yang dihadapi adalah adanya senyawa racun yang terdapat pada biji karet yaitu asam sianida (HCN) yang sangat berbahaya jika masuk ke dalam tubuh (Rivai, 2015). Fakta tersebut dapat menjadi kontroversi di masyarakat. Namun, berdasarkan penelitian (Karima, 2015), asam sianida pada biji karet dapat dikurangi melalui proses pengolahan seperti perendaman dan perebusan. Penurunan kadar HCN yang dihasilkan dari perendaman selama 24 jam yang dilanjutkan perebusan selama 1,5 jam adalah sebesar 98,26 % dari kadar HCN awal sebesar 111,19 mg/L menjadi sebesar 1,93 mg/L. Berdasarkan hal penelitian tersebut maka kekhawatiran terhadap kandungan HCN dalam biji karet dapat diatasi.

### **2.1.8 Program Pembelajaran**

Istilah program sering dikaitkan dengan perencanaan, persiapan, dan desain atau rancangan (Mudasir, 2012). Program pembelajaran merupakan serangkaian kegiatan belajar yang direncanakan, meliputi belajar, mengajar dan penilaian

(Munthe, 2015). Adapun menurut Silaban, program pembelajaran adalah suatu proses yang sistematis, efektif, dan efisien dalam menciptakan suatu sistem instruksional untuk memecahkan masalah belajar atau peningkatan kinerja peserta didik melalui serangkaian kegiatan berupa identifikasian masalah, pengembangan, dan evaluasi (Silaban, 2021).

Dari berbagai definisi di atas program pembelajaran adalah suatu perangkat belajar yang menjadi panduan aktivitas pembelajaran dan penilaian aktivitas belajar untuk mencapai tujuan berupa kompetensi peserta didik yang diharapkan. Program pembelajaran yang peneliti kembangkan berupa modul ajar bioteknologi kurikulum merdeka dilengkapi dengan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dan *Handout*.

Kurikulum Merdeka memberikan fleksibilitas bagi setiap guru dalam memilih perangkat pembelajaran, sehingga proses belajar dapat disesuaikan dengan karakteristik peserta didik. Perangkat ajar pada Kurikulum Merdeka bisa berupa modul ajar, modul proyek, atau buku teks. Modul ajar adalah salah satu produk yang dikembangkan dalam penelitian ini dan menjadi salah satu perangkat ajar Kurikulum Merdeka yang lazim digunakan dalam proses pembelajaran. Modul ajar merupakan dokumen yang berisi tujuan, langkah, dan media pembelajaran, serta asesmen yang dibutuhkan dalam satu unit berdasarkan Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) (Kemendikbudristek, 2022). Modul ajar serupa dengan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang memuat rencana pembelajaran, namun modul ajar memiliki komponen yang lebih lengkap dibanding RPP sehingga disebut RPP plus. Penelitian ini penting karena membuat modul ajar yang berkualitas baik merupakan kompetensi pedagogik guru yang perlu dikembangkan, hal ini agar pembelajaran di dalam kelas lebih efektif, efisien, dan tidak keluar pembahasan dari capaian pembelajaran (Maulida, 2022).

Modul ajar dapat dimodifikasikan atau dikembangkan sesuai dengan konteks, kebutuhan, dan karakteristik peserta didik (Kemendikbudristek, 2022). Modul ajar yang baik dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik (Parina *et al.*, 2024). Dalam pembelajaran banyak sekali strategi yang dapat digunakan sebagai

pelengkap perangkat pembelajaran seperti penggunaan LKPD dan *handout*, sehingga pembelajaran dapat mencapai tujuan yang diharapkan. *Handout* adalah bahan tertulis yang disiapkan oleh seorang guru untuk memperkaya pengetahuan peserta didik dan diharapkan dapat mendukung penjelasan dari guru. *Handout* biasanya diambil dari beberapa literatur yang memiliki relevansi dengan materi yang diajarkan (Suryadi *et al.*, 2020). Adapun LKPD adalah lembar kerja yang berisi petunjuk dan aktivitas untuk mengembangkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik. Aktivitas ini melibatkan olah tangan, seperti penyelidikan, serta aktivitas berpikir, seperti menganalisis data hasil penyelidikan. LKPD dirancang dengan pendekatan dan model pembelajaran yang secara langsung melibatkan peserta didik (Afrijhon *et al.*, 2022).

Meskipun Kurikulum Merdeka memberikan guru kebebasan untuk mengelola kurikulum secara mandiri dan menyesuaikan dengan kebutuhan peserta didik, modul ajar tetap harus disusun sesuai dengan panduan pembelajaran dan asesmen yang ditentukan oleh pemerintah. Maulida (2022) menuliskan bahwa penyusunan modul ajar perlu memperhatikan 3 komponen inti yaitu tujuan pembelajaran, kegiatan pembelajaran, dan asesmen. Maka dalam pengembangan modul ajar bioteknologi dilengkapi dengan bahan ajar berupa Lembar Kerja Peserta Didik dan *handout* pada penelitian ini, peneliti tetap memperhatikan tujuan pembelajaran, langkah-langkah kegiatan pembelajaran, dan jenis asesmen yang akan peneliti lakukan dengan berpedoman pada buku Panduan Pembelajaran dan Asesmen Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Menengah yang diterbitkan oleh Kemendikbudristek tahun 2022.

### **2.1.9 Bioteknologi Bermuatan Lokal Berbasis PjBL-STEM**

Pembelajaran bioteknologi identik dengan pembelajaran yang mengedepankan kemampuan dalam menganalisis prinsip-prinsip bioteknologi, serta aplikasinya untuk meningkatkan kesejahteraan kehidupan manusia. Pembekalan ilmu bioteknologi sangat penting, supaya peserta didik dapat mengimplementasikan prinsip bioteknologi untuk menciptakan produk bioteknologi yang mempunyai

nilai guna tinggi (Nugraini & Amelia, 2023). Penerapan bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari merupakan salah satu capaian pembelajaran pada kurikulum merdeka. Dimana peserta didik diharapkan mampu menangkap konsep-konsep materi bioteknologi dengan baik dan mampu menjabarkan kembali dengan bahasanya sendiri sesuai konsep yang telah diajarkan. Hasil penelitian Khairani (2022) menunjukkan bahwa implementasi PjBL pada materi bioteknologi dapat menggali kemampuan berpikir kreatif peserta didik. Materi bioteknologi erat kaitannya dengan kehidupan peserta didik sehari-hari dan kaya akan masalah yang dapat dijadikan sarana untuk meningkatkan CPSS peserta didik (Arifah *et al.*, 2018). Selain itu materi bioteknologi juga bisa digunakan untuk membangun kepekaan sosial peserta didik terhadap masalah sosial yang terjadi pada kehidupan sehari-hari (Alfitriyani *et al.*, 2021).

Kurikulum Indonesia menekankan penggunaan potensi lokal, keterkaitan antara isi pembelajaran bioteknologi konvensional dengan sumber daya dapat berupa potensi kuliner di tiap-tiap masing daerah. Potensi kuliner ini mencakup pengolahan makanan dengan menggunakan teknik fermentasi alami (Sari *et al.*, 2024). Contohnya pengolahan biji karet menjadi bahan makanan dengan memanfaatkan penerapan bioteknologi konvensional (Kusnanto *et al.*, 2013).

Topik bioteknologi yang ditekankan pada pengembangan program pembelajaran ini adalah penerapan bioteknologi konvensional. Pembatasan submateri tersebut dilakukan agar program pembelajaran yang dikembangkan bersifat efektif dan efisien. Bioteknologi konvensional adalah bioteknologi yang memanfaatkan organisme secara langsung untuk menghasilkan produk barang dan jasa yang bermanfaat bagi manusia melalui proses fermentasi. Bioteknologi konvensional biasanya dilakukan secara sederhana dan diproduksi tidak dalam jumlah yang besar. Dalam bidang pangan, fermentasi merupakan kegiatan mikrobial pada bahan pangan sehingga dihasilkan produk yang dikehendaki. Ciri-ciri bioteknologi konvensional; jumlah sedikit (terbatas), kualitas belum terjamin. Contoh produk bioteknologi konvensional adalah tempe, kimchi, dan yoghurt. Materi bioteknologi konvensional sering kali disampaikan dengan metode ceramah dan hafalan. Metode ini berfokus pada teori dan fakta tanpa melibatkan

peserta didik dalam pengalaman langsung atau aplikasi praktis, tidak sesuai dengan prinsip konstruktivisme yang mengedepankan pembelajaran berbasis pengalaman dan keterlibatan aktif (Piaget, 1973).

Dengan mengintegrasikan PjBL-STEM dalam materi bioteknologi, peserta didik dapat lebih terlibat dalam pembelajaran yang kontekstual dan praktis, yang membantu mereka menghubungkan teori dengan praktik. Penerapan PjBL-STEM dalam pembelajaran bioteknologi memberikan peserta didik kesempatan untuk menerapkan konsep bioteknologi dalam situasi nyata, yang meningkatkan pemahaman dan keterampilan pemecahan masalah kreatif sesuai dengan prinsip konstruktivisme.

## **2.2 Kualitas Produk Pembelajaran**

Menurut Plomp & Nieveen (2010), program pembelajaran memiliki peran yang sangat penting dalam pendidikan, sehingga harus memiliki kualitas yang baik. Sebuah program pembelajaran dapat dianggap berkualitas baik jika memenuhi tiga kriteria utama, yaitu validitas, kepraktisan, dan efektivitas. Kriteria pertama, program pembelajaran dikatakan valid apabila memenuhi dua syarat, yaitu materi yang disajikan berdasarkan pengetahuan terkini (validitas konten), serta seluruh komponen yang saling mendukung dan konsisten satu sama lain (validitas konstruk). Kriteria kedua, program pembelajaran dikatakan praktis jika dapat dengan mudah dilaksanakan dan digunakan. Sedangkan kriteria ketiga, produk pembelajaran dianggap efektif jika dapat mencapai tujuan pembelajaran yang ditetapkan dan membantu peserta didik memahami materi yang diajarkan (Plomp & Nieveen, 2010).

Berdasarkan kriteria produk pembelajaran yang telah dipaparkan di atas, program pembelajaran bioteknologi berbasis PjBL-STEM bermuatan konteks lokal berupa pengolahan biji karet yang telah dikembangkan pada penelitian ini dapat dikatakan memiliki kualitas baik setelah memenuhi 3 kriteria, yaitu valid, praktis, dan efektif.

## 2.3 Kerangka Berpikir

CPSS (*Creative Problem Solving Skills*) dan ES (*Entrepreneurial Skills*) sangat diperlukan peserta didik dalam menghadapi tantangan abad 21, namun hasil studi pendahuluan menunjukkan bahwa keterampilan CPSS dan ES peserta didik masih belum sesuai dengan harapan. Implementasi program pembelajaran bioteknologi pada pengolahan biji karet terintegrasi PjBL-STEM dibutuhkan untuk meningkatkan CPSS dan ES peserta didik yang selama ini belum sesuai harapan.

Program pembelajaran berupa modul ajar dilengkapi Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dan *handout*. Kegiatan pembelajaran pada program pembelajaran yang dikembangkan terdiri dari lima aktivitas, di mana setiap tahapan dirancang untuk melatih indikator-indikator CPSS dan ES yang spesifik yaitu indikator CPSS (*fact finding, problem finding, idea finding, & solution finding*) dan indikator EP (*Risk taking, Innovativeness, & Future-oriented*).

Aktivitas pertama adalah **Reflection**, yaitu membawa peserta didik ke dalam konteks masalah berupa penumpukan limbah biji karet. Adapun tujuannya untuk meningkatkan CPSS pada indikator *fact finding* dan *idea finding*, serta melatih indikator *future-oriented* pada ES. Aktivitas *reflection* mengintegrasikan elemen *science, technology, dan math*.

Aktivitas kedua yaitu **Research**, dimana peserta didik dibimbing untuk mencari informasi tambahan, mengumpulkan data serta memahami konteks masalah. Adapun tujuannya untuk meningkatkan CPSS pada indikator *fact finding, problem finding, dan idea finding*, serta ES pada indikator *innovativeness, future-oriented, dan risk taking*. Aktivitas *Research* menggabungkan elemen *science, technology, dan math* ketika peserta didik melakukan studi literatur untuk mengumpulkan data tambahan tentang potensi biji karet serta mencari ide-ide kreatif untuk mengatasi masalah lingkungan akibat penumpukan limbah biji karet.

Aktivitas ketiga yaitu **discovery**, dimana peserta didik menemukan ide dan solusi sesuai konteks masalah. Aktivitas ini dirancang untuk lebih mendalam dalam mengembangkan keterampilan CPSS pada indikator *fact finding, problem finding,*

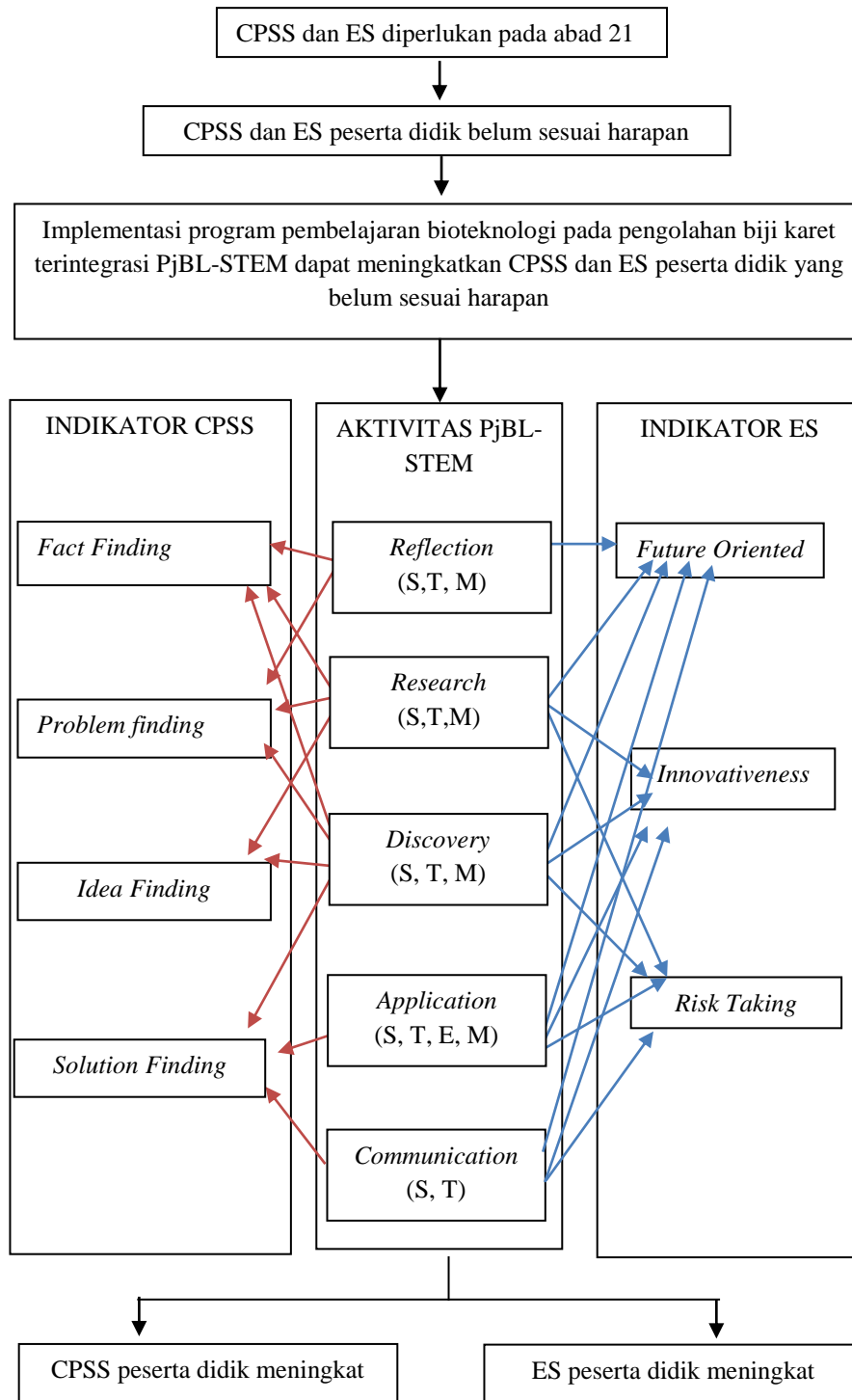


*idea finding*, dan *solution finding* serta ES pada indikator *future-oriented*, *innovativeness*, dan *risk taking*. Pada aktivitas ini peserta didik mengeksplorasi berbagai alternatif solusi terkait masalah limbah biji karet, menggabungkan ilmu *science*, *technology*, dan *math* pada pengolahan biji karet dengan penerapan bioteknologi. Aktivitas ini mendorong mereka untuk mengembangkan ide-ide baru yang lebih inovatif dan bermanfaat di masa depan. Peserta didik juga dilatih untuk berani mengambil risiko dengan menerapkan konsep bioteknologi yang mereka pelajari sebagai solusi yang mungkin belum pernah dicoba sebelumnya.

Aktivitas 4 yaitu ***application***, peserta didik menerapkan pengetahuan yang mereka peroleh untuk menyelesaikan masalah dalam bentuk proyek pengolahan biji karet. Aktivitas ini bertujuan untuk meningkatkan CPSS pada indikator *solution finding* serta ES pada indikator *future-oriented*, *innovativeness*, dan *risk taking*. Aktivitas *Application* mengintegrasikan seluruh aspek STEM (*Science, Technology, Engineering, Math*) di mana peserta didik mulai menerapkan solusi yang paling menjanjikan. Peserta didik didorong untuk mempertimbangkan berbagai faktor, termasuk potensi risiko dan peluang untuk memastikan bahwa solusi yang mereka pilih dapat diterapkan secara praktis dan efektif, sekaligus berkelanjutan. Solusi yang dipilih menjadi tugas proyek setiap kelompok.

Aktivitas 5 yaitu ***communication***, yang berfokus pada peningkatan CPSS pada indikator *solution finding* serta ES pada indikator *future-oriented*, *innovativeness*, dan *risk taking*. Dalam aktivitas ini, peserta didik diminta untuk menyajikan hasil tugas proyek dari solusi terbaik hasil temuan kelompoknya kepada rekan peserta didik lainnya, yang melibatkan penggunaan *science* dan *technology* dalam mempersiapkan dan menyajikan hasil tersebut.

Melalui keseluruhan aktivitas ini, maka implementasi program pembelajaran Bioteknologi pada Pengolahan Biji Karet Berbasis PjBL-STEM dapat meningkatkan CPSS dan ES yang penting bagi peserta didik. Integrasi aspek STEM dalam setiap tahap kegiatan berhasil memastikan bahwa peserta didik mendapatkan pengalaman belajar yang komprehensif dan relevan dengan tantangan dunia nyata.



Gambar 2.2 Kerangka Berpikir

### **III. METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

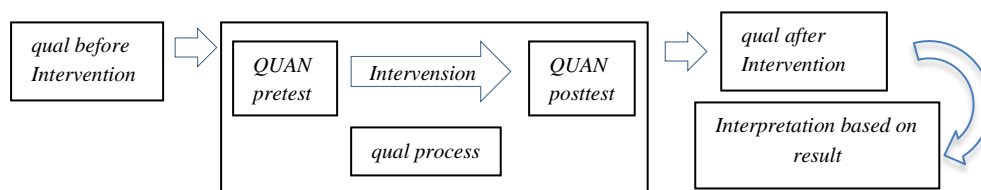
Penelitian telah dilakukan di SMP Bina Desa, Tiyuh Penumangan, Kecamatan Tulang Bawang Tengah, Kabupaten Tulang Bawang Barat. Penelitian dilaksanakan pada semester ganjil tahun ajaran 2024-2025 tanggal 9-30 Oktober 2024.

#### **3.2 Subjek Penelitian**

Subjek dalam penelitian ini adalah peserta didik SMP Bina Desa Kelas IX yang berjumlah 3 kelas yang kemudian diambil 2 kelas sebagai sampel yang dipilih secara *purposive sampling*, dimana kelas IX B sebagai kelas eksperimen dan kelas IX A sebagai kelas kontrol. Jumlah peserta didik dalam setiap kelas yaitu 27 orang. *Purposive Sampling* adalah teknik pengambilan sampel yang dilakukan dengan cara memilih sampel secara sengaja berdasarkan karakteristik tertentu yang dianggap relevan dengan tujuan penelitian (Fraenkel & Wallen, 2008). Peneliti memilih kelas IX dikarenakan program pembelajaran pada penelitian ini dikembangkan berdasarkan materi kelas IX yaitu topik penerapan bioteknologi konvensional.

### 3.3 Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *mixed method design with Embedded experimental model*. *Mixed method* adalah sebuah metode penelitian yang didalamnya menggunakan kombinasi antara penelitian kuantitatif dan penelitian kualitatif (Creswell & Creswell, 2018).



Gambar 3.1 *Embedded Experimental Design* (Creswell & Clark, 2007)

Adapun penjelasan dari desain di atas adalah:

#### 1. *Qual Data Before Getting Intervention*

##### a. Melakukan Studi Pendahuluan

Peneliti membuat angket analisis kebutuhan yang diisi oleh 144 guru IPA untuk melihat potensi dan masalah yang terjadi dalam pembelajaran IPA. Peneliti juga melakukan wawancara terhadap 3 guru dan 3 peserta didik.

##### b. Menyusun Program Pembelajaran

Penyusunan program pembelajaran menggunakan *Design and Development Research (DDR) For Instructional Design* diadaptasi dari Richey & Klien (2009) yang terdiri dari 3 tahap, yaitu *analysis, design & development, evaluation*.

- 1) *Analysis*: Peneliti melakukan analisis terhadap hasil studi pendahuluan untuk mengidentifikasi kesenjangan antara kondisi saat ini (*current state*) dengan kondisi yang diinginkan (*desired state*).
- 2) *Design & development*: Peneliti membuat rancangan awal produk lalu dikembangkan menjadi bentuk konkret yang dapat di uji validitasnya.
- 3) *Evaluation*: Peneliti melakukan evaluasi formatif berdasarkan masukan validator (ahli).

### c. Menyusun dan Validasi Instrumen Penilaian

- 1) Pengembangan Instrumen: Peneliti membuat instrumen pengumpulan data seperti soal tes CPSS & ES berjumlah 10 soal uraian, angket validitas dan kepraktisan program pembelajaran, serta pedoman wawancara.
- 2) Validasi Instrumen: Peneliti menguji kehandalan (*reliabilitas*) dan validitas instrumen tes CPSS dan ES dengan metode statistik serta melalui diskusi dengan ahli (*expert judgment*).

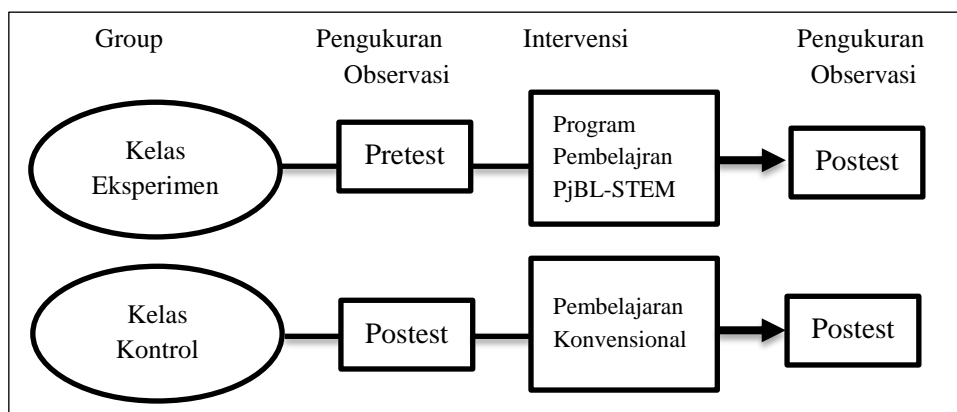
## 2. Intervention

### a. QUAN Pretest

Peneliti mengumpulkan data awal dari peserta didik sebelum intervensi dilakukan dengan menggunakan tes CPSS & ES untuk mengukur keterampilan awal peserta didik kelas IX A dan IX B SMP Bina Desa.

### b. Intervention (qual process)

Pada tahap intervensi, dilakukan implementasi program pembelajaran ke dalam penelitian eksperimen dengan disain kuantitatif berupa metode kuasi eksperimen “*Non-equivalent Pretest-Posttest Control Group Design*” (Creswell & Creswell, 2018) seperti pada Gambar 5 berikut.



Gambar 3.2 Desain Kuantitatif Non-Equivalent Pretest-Posttest Control Group

Adapun tahap pelaksanaan implementasi pada penelitian ini sebagai berikut:

### 1) Kelas eksperimen

Pelaksanaan penelitian untuk kelas IX B sebagai kelas eksperimen yaitu implementasi program pembelajaran berupa modul ajar kurikulum merdeka dilengkapi bahan ajar berupa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dan *Handout* Bioteknologi pada Pengolahan Biji Karet berbasis PjBL-STEM. Adapun tahap pelaksanaan implementasi program pembelajaran bioteknologi pada pengolahan biji karet berbasis PjBL-STEM (intervensi) pada kelas eksperimen, yaitu kelas IX B SMP Bina Desa tahun ajaran 2024/2025 ditampilkan pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Tahap Pelaksanaan pada Kelas Eksperimen

Komponen STEM	Tahap	Kegiatan Pembelajaran
<i>Science Technology Math</i>	<i>Reflection</i>	<p><b>Aktivitas:</b> Membawa peserta didik ke dalam konteks masalah yaitu dampak penumpukan limbah biji karet</p> <p><b>Tujuan:</b> Meningkatkan CPSS (Indikator <i>fact finding &amp; problem finding</i>) serta ES (<i>future oriented</i>)</p>
<i>Science Technology Math</i>	<i>Research</i>	<p><b>Aktivitas:</b> Mencari informasi tambahan, mengumpulkan data, dan memahami konteks masalah</p> <p><b>Tujuan:</b> Meningkatkan CPSS (Indikator <i>fact finding, problem finding, &amp; idea finding</i>) serta ES (Indikator <i>Innovativeness, future oriented, &amp; risk taking</i>)</p>
<i>Science Technology Math</i>	<i>Discovery</i>	<p><b>Aktivitas:</b> Menemukan ide dan solusi sesuai konteks masalah</p> <p><b>Tujuan:</b> Meningkatkan CPSS (Indikator <i>fact finding, problem finding, idea finding, &amp; solution finding</i>) serta ES (Indikator <i>Innovativeness, future oriented, &amp; risk taking</i>)</p>
<i>Science Technology Engineering Math</i>	<i>Application</i>	<p><b>Aktivitas:</b> Menerapkan pengetahuan yang telah mereka peroleh untuk menyelesaikan masalah melalui proyek kelompok</p> <p><b>Tujuan:</b> Meningkatkan CPSS (<i>solution finding</i>) serta ES (Indikator <i>Innovativeness, future oriented, &amp; risk taking</i>)</p>
<i>Science Technology</i>	<i>Communication</i>	<p><b>Aktivitas:</b> Mempresentasikan hasil proyek serta diskusi untuk mengevaluasi keberhasilan solusi</p> <p><b>Tujuan:</b> Meningkatkan CPSS (<i>solution finding</i>) serta ES (Indikator <i>Innovativeness, future oriented, &amp; risk taking</i>)</p>

## 2) Kelas kontrol

Pelaksanaan penelitian untuk kelas kontrol yaitu diberi perlakuan menggunakan model pembelajaran *Direct Instruction* pada materi Bioteknologi. Adapun tahap pelaksanaan pada kelas kontrol ditampilkan pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Tahap Pelaksanaan pada Kelas Kontrol

Tahap Pelaksanaan	Kegiatan Pembelajaran
Penyampaian tujuan (orientasi)	Guru memulai pelajaran dengan merinci tujuan pembelajaran secara jelas.
Demonstrasi (presentasi)	Guru menyajikan konsep dasar bioteknologi melalui presentasi multimedia dan contoh-contoh konkret.  Guru menggunakan slide presentasi atau bahan visual lainnya untuk memvisualisasikan konsep-konsep bioteknologi.
Latihan terbimbing	Peserta didik diberikan latihan terbimbing dalam bentuk pertanyaan-pertanyaan singkat atau tugas ringan yang memerlukan pemahaman konsep bioteknologi.  Guru memberikan arahan dan bimbingan langsung kepada peserta didik dalam menyelesaikan tugas tersebut.
Mengecek pemahaman peserta didik dan memberikan <i>feedback</i> (umpan balik)	Guru melakukan sesi tanya jawab untuk mengecek pemahaman peserta didik.  Guru memberikan umpan balik secara langsung terhadap jawaban peserta didik, menjelaskan konsep yang mungkin masih kurang dipahami, dan memberikan penguatan positif terhadap pemahaman yang benar.
Latihan mandiri	Peserta didik diberikan tugas mandiri yang lebih kompleks untuk mengaplikasikan konsep-konsep bioteknologi yang telah dipelajari.

Adapun *Qualitative Data During Getting Intervention* berupa pengamatan proses pembelajaran dan analisis jawaban LKPD setiap kelompok untuk mendukung hasil tes CPSS dan ES peserta didik, serta hasil observasi keterlaksanaan program pembelajaran yang dikembangkan sebagai salah satu data uji kepraktisan program tersebut.

### **c. *QUAN Posttest***

Peneliti mengumpulkan data setelah intervensi untuk menilai perubahan keterampilan peserta didik. Peneliti menggunakan tes yang sama dengan *pretest* untuk mendapatkan data kuantitatif yang komparatif.

### **3. *Qual Data After Getting Intervention***

Peneliti mengumpulkan respon peserta didik mengenai program pembelajaran bioteknologi pada pengolahan biji karet berbasis PjBL-STEM melalui angket kemenarikan dan keterbacaan sebagai instrumen uji kepraktisan produk.

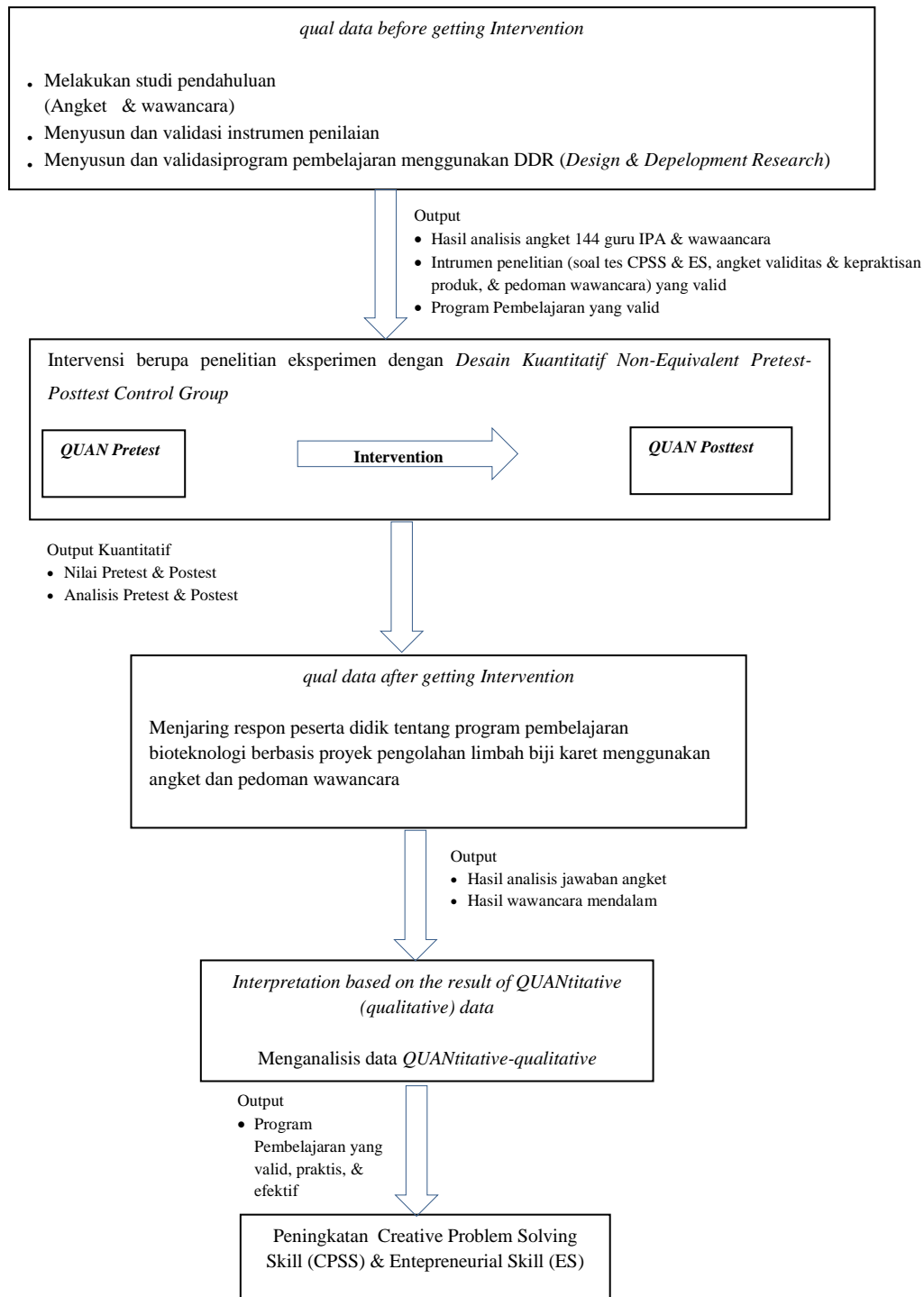
Selain itu peneliti juga melakukan wawancara mendalam kepada tiga peserta didik untuk menggali lebih dalam mengenai pengalaman dan pandangan mereka terhadap program pembelajaran yang telah diimplementasikan. Hasil analisis jawaban angket dan wawancara peserta didik merupakan data kualitatif yang dianalisis untuk memahami persepsi dan respon peserta didik terhadap program pembelajaran.

### **4. *Interpretation Based on the Result***

Interpretasi diambil berdasarkan hasil analisis data dengan menggabungkan data kuantitatif dan kualitatif untuk mendapatkan pemahaman yang lebih menyeluruh. Adapun Output yang diperoleh adalah program pembelajaran yang valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan keterampilan CPSS & ES peserta didik.



Adapun alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut.



Gambar 3.3 Alur Penelitian

### **3.4 Instrumen Pengumpulan Data**

Instrumen penelitian adalah alat yang digunakan untuk mengumpulkan data. Adapun dalam penelitian pengembangan ini, instrumen yang digunakan adalah sebagai berikut:

#### **3.4.1 Instrumen Studi Pendahuluan**

##### **a. Angket Analisis Kebutuhan**

Angket analisis kebutuhan diisi oleh guru untuk melihat potensi dan masalah yang terjadi dalam pembelajaran IPA khususnya materi bioteknologi. Angket analisis kebutuhan berisi 30 daftar pertanyaan yang ditujukan kepada 144 perwakilan guru IPA se-provinsi Lampung mengenai kegiatan pembelajaran IPA, khususnya materi bioteknologi.

Angket analisis kebutuhan dibuat berdasarkan topik pemahaman guru tentang STEM, pemahaman guru terhadap konten mata pelajaran, pembelajaran untuk meningkatkan CPSS, pembelajaran untuk meningkatkan ES, upaya guru dalam meningkatkan CPSS ketika pembelajaran, upaya guru dalam meningkatkan ES ketika pembelajaran, dan kebutuhan program pembelajaran bioteknologi pada pengolahan biji karet berbasis PjBL-STEM untuk meningkatkan CPSS dan ES.

##### **b. Panduan Wawancara**

Panduan wawancara berisi daftar pertanyaan yang digunakan untuk mewawancarai guru dan peserta didik mengenai kegiatan pembelajaran IPA, khususnya materi bioteknologi untuk memperoleh informasi lanjutan.

Wawancara studi pendahuluan dilakukan dengan tiga narasumber guru dan tiga narasumber peserta didik dari sekolah yang berbeda. Adapun wawancara setelah intervensi dilakukan dengan tiga narasumber peserta didik dari kelas eksperimen untuk mengetahui respon peserta didik terhadap implementasi program pembelajaran yang dikembangkan.

### 3.4.2 Instrumen Validitas, Kepraktisan dan Keefektifan

#### a. Instrumen Skala

Skala yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari skala validasi, skala uji kemenarikan, keterbacaan, dan skala keterlaksanaan pembelajaran yang ukur menggunakan angket uji ahli serta angket uji kepraktisan. Skala validasi diisi oleh 3 validator yang bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan program pembelajaran sehingga dapat digunakan guru sebagai program pembelajaran yang valid. Penilaian pada skala validasi ini menggunakan skala *Likert*, sebagaimana ditampilkan dalam Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 Skala *Likert* pada Skala Validasi

Pilihan Jawaban	Skor
Sangat Valid	4
Valid	3
Kurang Valid	2
Tidak Valid	1

Adapun skala uji kemenarikan dan keterbacaan diisi oleh peserta didik yang telah mengikuti pembelajaran menggunakan produk hasil pengembangan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui tanggapan peserta didik sebagai salah satu indikator kepraktisan produk. Penilaian dilakukan menggunakan skala *Likert* yang disajikan pada Tabel 3.4 berikut.

Tabel 3.4 Skala *Likert* pada Skala Keterbacaan dan Kemenarikan

Pilihan Jawaban	Skor
Sangat nampak	4
Nampak	3
Kurang nampak	2
Tidak nampak	1

Skala keterlaksanaan program pembelajaran diisi oleh guru untuk mengetahui kepraktisan produk tersebut, suatu program dianggap praktis ketika dapat dilaksanakan dengan baik. Adapun penilaian pada skala ini menggunakan skala *Likert* yang dapat dilihat pada Tabel 3.5 berikut.

Tabel 3.5 Skala *Likert* pada Skala Keterlaksanaan Program Pembelajaran

Pilihan Jawaban	Skor
Sangat Baik	4
Baik	3
Cukup Baik	2
Buruk	1

### b. Instrumen *Pretest* dan *Posttest*

Instrumen tes CPSS dan ES yang digunakan pada penelitian ini adalah 10 soal uraian yang telah divalidasi dan dinyatakan layak untuk menilai CPSS dan ES peserta didik pada topik penerapan bioteknologi pada pengolahan biji karet. Instrumen tes ini diberikan kepada peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol untuk mengetahui keefektifan program pembelajaran bioteknologi pada pengolahan biji karet berbasis PjBL-STEM dalam menstimulus CPSS dan ES.

## 3.5 Teknik Analisis Data

Penelitian pengembangan program pembelajaran bioteknologi pada pengolahan biji karet berbasis PjBL-STEM ini menggunakan metode campuran (*mixed method*), yaitu penggabungan penelitian kualitatif dan kuantitatif (Creswell & Creswell, 2018) dengan teknik analisis data sebagai berikut.

### 1. Data Validitas

Data validitas dalam penelitian ini diperoleh melalui skala validasi yang diisi oleh para validator (ahli). Hasil yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan metode persentase (Sudjana, 2005).

$$\% x = \frac{\sum \text{Skor yang diperoleh}}{\sum \text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

Persentase hasil yang diperoleh kemudian dikonversi berdasarkan kategori yang diadaptasi dari Arikunto (2011), seperti yang ditampilkan dalam Tabel 3.6 berikut.

Tabel 3.6 Konversi Skor Penilaian Kevalidan Produk

<b>Persentase</b>	<b>Kategori</b>
0,00% - 20%	Validitas sangat rendah
20,1% - 40%	Validitas rendah
40,1% - 60%	Validitas sedang
60,1% - 80%	Validitas tinggi
80,1% - 100%	Validitas sangat tinggi

Berdasarkan Tabel 3.6, peneliti menetapkan batasan bahwa program pembelajaran yang dikembangkan dianggap valid jika mencapai skor minimal 60%, yang masuk dalam kategori validitas sedang.

## 2. Data Kepraktisan

Data kepraktisan pada penelitian ini diperoleh dari instrumen keterlaksanaan yang diisi oleh guru serta skala keterbacaan dan kemenarikan yang diisi oleh peserta didik, kemudian dianalisis menggunakan analisis persentase (Sudjana, 2005).

$$\% x = \frac{\sum \text{Skor yang diperoleh}}{\sum \text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

Persentase hasil yang diperoleh kemudian dikonversi berdasarkan kategori yang diadaptasi dari Arikunto (2011), seperti yang ditampilkan dalam Tabel 3.7 berikut.

Tabel 3.7 Konversi Skor Penilaian Kepraktisan Produk

<b>Persentase</b>	<b>Kategori</b>
0,00% - 20%	Kepraktisan sangat rendah
20,1% - 40%	Kepraktisan rendah
40,1% - 60%	Kepraktisan sedang
60,1% - 80%	Kepraktisan tinggi
80,1% - 100%	Kepraktisan sangat tinggi

Berdasarkan Tabel 3.7, peneliti menetapkan batasan bahwa program pembelajaran yang dikembangkan dianggap praktis jika mencapai skor minimal 60%, yang masuk dalam kategori kepraktisan sedang.

### 3. Data Validitas dan Reliabilitas Instrumen Tes (*CPSS and ES Test*)

Validitas dan reliabilitas instrumen tes CPSS dan ES pada penelitian ini dianalisis dengan menggunakan *Software SPSS*.

#### a. Validitas Instrumen

Validitas instrumen mengacu pada tingkat kebenaran dalam penafsiran skor tes (Rosidin, 2017). Uji validitas dilakukan dengan membandingkan hasil output  $r_{xy}$  dengan  $r_{tabel}$  pada taraf signifikansi 5%, setelah menentukan derajat kebebasan yaitu  $df = N-2$ . Tabel kategori validitas instrumen tes berdasarkan perbandingan output  $r_{xy}$  dengan  $r_{tabel}$  dapat dilihat pada Tabel 3.8 dan kriteria koefisien korelasi pada Tabel 3.9 berikut.

Tabel 3.8 Kriteria Kevalidan Instrumen Tes

Ketentuan Nilai $r_{tabel}$	Kategori
$r_{xy} \geq r_{tabel}$	Valid
$r_{xy} < r_{tabel}$	Tidak Valid

Tabel 3.9 Kriteria Koefisien Korelasi

Ketentuan Nilai $r_{tabel}$	Kategori
0,800 $<r_{xy} \leq 1,00$	Sangat Tinggi
0,600 $<r_{xy} \leq 7,90$	Tinggi
0,400 $<r_{xy} \leq 5,90$	Cukup
0,200 $<r_{xy} \leq 3,90$	Rendah
0,000 $<r_{xy} \leq 1,90$	Sangat Rendah

#### b. Reliabilitas Instrumen

Uji reliabilitas digunakan untuk mengetahui taraf kepercayaan suatu tes. Suatu tes dikatakan memiliki taraf kepercayaan yang tinggi apabila tes tersebut dapat memberikan hasil yang konsisten (Arikunto, 2011). Instrumen tes CPSS dan ES yang digunakan pada penelitian ini, diuji cobakan satu kali pada uji coba terbatas untuk mengukur reliabilitasnya.

#### 4. Data Efektivitas

Data efektivitas dalam penelitian ini diperoleh dengan membandingkan skor *pretest* dan *posttest* pada kelas eksperimen yang telah mengalami intervensi berupa implementasi program pembelajaran bioteknologi pada pengolahan biji karet berbasis PjBL-STEM, serta kelas kontrol yang menggunakan metode pembelajaran konvensional. Perbedaan perlakuan di kedua kelas bertujuan untuk mengukur efektivitas intervensi terhadap peningkatan CPSS dan ES. Desain eksperimen yang diterapkan dalam penelitian ini adalah “*Non Equivalent Pretest-Posttest Control Group Design*”. Skor yang diperoleh kemudian dianalisis melalui uji normalitas, uji perbedaan rata-rata, *N-Gain*, dan uji dampak ANCOVA.

##### a. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan sebagai langkah awal untuk menentukan metode analisis statistik yang sesuai. Hasil dari uji normalitas menunjukkan bahwa distribusi data *pretest* dan *posttest* dalam penelitian ini terdistribusi normal. Uji normalitas dalam penelitian ini menggunakan *software* SPSS melalui uji *one sample kolmogorov-smirnov* (Razali & Wah, 2011) dengan hipotesis sebagai berikut.

$H_0$  : Data hasil tes CPSS dan ES terdistribusi secara normal

$H_1$  : Data hasil tes CPSS dan ES tidak terdistribusi secara normal

##### Kriteria uji:

Jika nilai *sig.* atau probabilitas  $< 0.05$  maka  $H_0$  ditolak

Jika nilai *sig.* atau probabilitas  $> 0.05$  maka  $H_0$  diterima

(Suyatna, 2017:12-14)

##### b. Uji Beda Rata – Rata

Uji beda rata-rata menggunakan *Uji Independent Sample T-Test*, dilakukan setelah memastikan kedua kelas berdistribusi normal. Perbedaan varians antar kelas diperiksa melalui nilai *Levene's Test for Equality of Variances*, yang menunjukkan perbandingan varians antara kelas kontrol dan kelas eksperimen.

Hipotesis yang digunakan dalam homogenitas sebagai berikut.

$H_0$  : Tidak ada perbedaan varian pada kelas eksperimen dan kontrol

$H_1$  : Ada perbedaan varian pada kelas eksperimen dan kelas kontrol

Hipotesis yang digunakan dalam uji beda rata-rata sebagai berikut.

$H_0$  : Tidak ada perbedaan rata-rata skor CPSS dan ES peserta didik pada kelas eksperimen dan kontrol

$H_1$  : Ada perbedaan rata-rata skor CPSS dan ES peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol

#### **Kriteria uji:**

Jika nilai sig. atau probabilitas  $< 0.05$  maka  $H_0$  ditolak

Jika nilai sig. atau probabilitas  $> 0.05$  maka  $H_0$  diterima

(Suyatna, 2017:22-28)

#### **c. *N-gain***

*Gain* antara skor *posttest* dan *pretest* menunjukkan adanya peningkatan CPSS dan ES peserta didik setelah implementasi program pembelajaran bioteknologi pada pengolahan biji karet berbasis PjBL-STEM dilakukan. Sementara itu, *N-gain* (*Normalize Gain*) digunakan untuk mengukur sejauh mana peningkatan tersebut, apakah termasuk dalam kategori tinggi, sedang, atau rendah. Adapun rumus dan kategori nilai yang digunakan untuk *N-Gain* menurut Hake (1998) sebagai berikut.

$$N - gain = \frac{\sum skor posttest - \sum skor pretest}{\sum Skor ideal - \sum skor pretest} \times 100\%$$

Hasil *N-Gain* diinterpretasikan dengan kategori pada Tabel 3.10 berikut.

Tabel 3.10 Kategori Nilai *N-gain*

Nilai <i>N-gain</i>	Kategori
$< 0,3$	Rendah
$0,3 - 0,7$	Sedang
$> 0,7$	Tinggi



#### d. Uji dampak ANCOVA (*Analysis of Covariance*)

Uji dampak ANCOVA pada penelitian ini dilakukan menggunakan *Software* SPSS untuk mengetahui seberapa besar pengaruh perlakuan terhadap variabel dependen dengan mengontrol variabel skor *pretest*. Uji ini dilakukan melalui analisis general linear model *univariate*.

Hipotesis yang digunakan dalam ANCOVA

H<sub>0</sub> : Tidak ada pengaruh signifikan dari perlakuan terhadap rata-rata skor CPSS dan ES peserta didik antara kelas eksperimen dan kontrol

H<sub>1</sub> : Ada pengaruh signifikan dari perlakuan terhadap rata-rata skor CPSS dan ES peserta didik antara kelas eksperimen dan kontrol

#### Kriteria uji:

Jika nilai sig. atau probabilitas < 0.05 maka H<sub>0</sub> ditolak

Jika nilai sig. atau probabilitas > 0.05 maka H<sub>0</sub> diterima

(Suyatna, 2017:22-28)

#### e. *Effect Size*

*Effect size* yang diukur melalui uji ANCOVA pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh program pembelajaran bioteknologi pada pengolahan biji karet berbasis PjBL-STEM terhadap peningkatan CPSS dan ES peserta didik. Nilai *Effect size* yang didapat kemudian diinterpretasikan berdasarkan kategori yang ditetapkan oleh Cohen (1988), seperti pada Tabel 3.11 berikut.

Tabel 3.11 Kriteria Nilai *Effect Size*

Nilai Effect Size	Kategori
$0 < d < 0,2$	Efek Kecil
$0,2 < d < 0,8$	Efek Sedang
$d > 0,8$	Efek Besar

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Produk yang dihasilkan berupa program pembelajaran bioteknologi pada pengolahan biji karet berbasis PjBL-STEM dinilai sangat valid dengan bobot persentase 87,48%, berdasarkan hasil validasi ahli. Hal ini menunjukkan bahwa program tersebut layak digunakan untuk meningkatkan CPSS dan ES peserta didik. Program pembelajaran ini mencakup modul ajar, LKPD, dan *handout*, dimana bobot persentase validitas modul ajar mencapai 90,30%, memenuhi standar kelayakan isi, konstruksi, dan bahasa. Sementara itu, bobot persentase validitas LKPD sebesar 86,59% dan *handout* sebesar 85,54% menunjukkan bahwa keduanya layak digunakan dari segi isi, media, dan desain.
2. Produk yang dihasilkan berupa program pembelajaran bioteknologi pada pengolahan biji karet berbasis PjBL-STEM dinilai sangat praktis dengan bobot persentase 91,65%, berdasarkan hasil uji kepraktisan. Hal ini menunjukkan bahwa program pembelajaran yang dikembangkan mudah digunakan untuk meningkatkan CPSS dan ES peserta didik.
3. Produk yang dihasilkan berupa program pembelajaran bioteknologi pada pengolahan biji karet berbasis PjBL-STEM dinilai efektif berdasarkan hasil *effect size* CPSS sebesar 0,791 dan ES sebesar 0,874, yang menunjukkan dampak sangat besar dari implementasi program pembelajaran terhadap peningkatan CPSS dan ES peserta didik di kelas eksperimen.

## 5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan penelitian, peneliti menyarankan kepada guru IPA untuk menerapkan program pembelajaran bioteknologi berbasis PjBL-STEM terintegrasi konteks lokal seperti pengolahan biji karet dalam pembelajaran agar mampu meningkatkan CPSS dan ES peserta didik. Program pembelajaran berbasis PjBL-STEM terintegrasi konteks lokal sangat relevan dengan kebutuhan peserta didik saat ini karena mendukung pembelajaran yang kontekstual dan sesuai dengan lingkungan lokal mereka.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adlim, A., Saminan, S., & Ariestia, S. (2015). Pengembangan Modul Stem Terintegrasi Kewirausahaan untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Di SMA Negeri 4 Banda Aceh. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 3(2), 112–130.
- Afrijhon, N. S., Sutrisno, S., & Maison, M. (2022). Pengembangan LKPD Berbasis Model PJBL-STEM Terintegrasi Karakteristik Entrepreneur Berorientasi Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik. *Edufisika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1), 1–8. <https://doi.org/10.59052/edufisika.v7i1.16401>
- Akmal, F., Purnomo, A., & Salam, R. (2020). Pengaruh Pendidikan Kewirausahaan Terhadap Minat Berwirausaha Siswa SMP Alam Ar-Ridho Semarang. *Sosiolum: Jurnal Pembelajaran IPS*, 2(1), 7–15. <https://doi.org/10.15294/sosiolum.v2i1.36793>
- Alfitriyani, N., Pursitasari, I. D., & Kurniasih, S. (2021). Biotechnology Module Based on Sociosaintific Issues to Improve Student's Critical Thinking Ability Through Online Learning. *Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*, 12(1), 23-39. <https://doi.org/10.26418/jpmipa.v12i1.43179>
- Arafah, A.A., Sukriadi, S., & Samsuddin, A.F. (2023). Implikasi Teori Belajar Konstruktivisme pada Pembelajaran Matematika. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 13(2), 358–366. <https://doi.org/10.37630/jpm.v13i2.946>
- Arifah, S.N., Hamka, dan Saleh, A.R. (2018). Keefektifan Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Proyek Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik pada Materi Bioteknologi. *Jurnal Nalar Pendidikan*.6 (1), 14-23.
- Arikunto, S. (2011). *Dasar - Dasar Evaluasi Pendidikan (Edisi 3)*. Bumi Aksara.
- Arikunto, S. (2011b). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Bumi Aksara.

- Azizah, Z., Solfema, S., Handrianto, C., & Rasool, S. (2024). Enhancing Entrepreneurship Skills Through Project- Based Learning : A Study On Package C Learners In Entrepreneurship Education. *Community Practitioner*, 21(7), 187-199. <https://doi.org/10.5281/Zenodo.1266188>
- Baran, M., Baran, M., Karakoyun, F., & Maskan, A. (2021). The Influence of Project-based STEM (PjbL-STEM) Applications on The Development of 21<sup>st</sup> Century Skills. *Journal of Turkish Science Education*, 18(4), 798–815.
- Busyairi, A., Rokhmat, J., Kosim, Gunawan, & Ardhuha, J. (2022). Pembelajaran STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) Berbasis Potensi Lokal Bagi Guru di SMPN 3 Batukliang. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 5(4), 181–187. <https://doi.org/10.29303/jpmpi.v5i4.2215>
- Charyton, C. (2015). *Creativity and innovation among science and art: A discussion of the two cultures*. London: Springer-Verlag.
- Chen, P., & Chan, Y.C. (2021). Enhancing Creative Problem Solving In Postgraduate Courses Of Education Management Using Project-Based Learning. *International Journal Of Higher Education*, 10(6), 11-21. <https://doi.org/10.5430/Ijhe.V10n6p11>
- Chen, S. Y., Tsai, J. C., Liu, S. Y., & Chang, C. Y. (2021). The effect of a scientific board game on improving creative problem solving skills. *Thinking Skills and Creativity*, 41(June), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100921>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences (2<sup>nd</sup> ed.)*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches (5th ed.)*. CA: Sage Publications.
- Creswell, J., & Plano Clark, V. (2007). *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. Thousand Oaks. CA: Sage Publications
- Eka, H. D., Tajul Aris, Y., & Wan Nadiah, W. A. (2010). Potential Use of Malaysian Rubber (*Hevea brasiliensis*) Seed as Food, Feed and Biofuel. *International Food Research Journal*, 17(3), 527–534.
- Fiteriani, I., Diani, R., Hamidah, A., & Anwar, C. (2021). Project-Based Learning through STEM Approach: Is it effective to Improve Students' Creative Problem Solving Ability and Metacognitive Skills in Physics Learning?. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1796(1), 1-13. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012058>

- Fitriyani, A., Toto., Erlin, E. (2020). Implementasi Model PjBL-STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi. *Bioed: Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(2), 1–6
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (2008). *How to Design and Evaluate Research in Education (7th ed.)*. New York: McGraw-Hill.
- Hake, R. R. (1998). *Analizing Change/Gain Score*. USA: Dept: Of Physics, Indiana University.
- Hakim, A., & Mukhtadi, E. (2018). Pembuatan Minyak Biji Karet dari Biji Karet dengan Menggunakan Metode Screw Pressing: Analisis Produk Penghitungan Rendemen, Penentuan Kadar Air Minyak, Analisa Densitas, Analisa Viskositas, Analisa Angka Asam dan Analisa Angka Penyabunan. *Metana*, 13(1), 13-22. <https://doi.org/10.14710/metana.v13i1.9745>
- Hasan, Z., Prabowo, A. R., & Fikriana, A. (2022). Pemberdayaan Masyarakat melalui Pemanfaatan Biji Karet Sebagai Produk Olahan Emping, di Desa Berancah, Kecamatan Bantan ,. *Jurnal Pengabdian West Science*, 01(01), 51–57.
- Hebebcı, M. T., & Usta, E. (2022). The Effects of Integrated STEM Education Practices on Problem Solving Skills, Scientific Creativity, and Critical Thinking Dispositions. *Participatory Educational Research*, 9(6), 358–379. <https://doi.org/10.17275/per.22.143.9.6>
- Hidayati, S., Suroso, E., Setiawan, T., Septiyan, J., & Kurniawan, A. (2020). Analisis Nilai Tambah Agroindustri Barang Jadi Karet di Propinsi Lampung. *Jurnal Teknotan*, 14(1), 1-5. <https://doi.org/10.24198/jt.vol14n1.1>
- Howard-Brown, B., & Martinez, D. (2012). Briefing Paper: Engaging Diverse Learners Through the Provision of STEM Education Opportunities. *Southeast Comprehensive Center*, May, 1–15.
- Hu, W., & Adey, P. (2002). A Scientific Creativity Test for Secondary School Students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389–403. <https://doi.org/10.1080/09500690110098912>
- Ikwuagwu, O. E., Ononogbu, I. C., & Njoku, O. U. (2000). Production of biodiesel using rubber [*Hevea brasiliensis* (Kunth. Muell.)] seed oil. *Industrial Crops and Products*, 12(1), 57–62. [https://doi.org/10.1016/S0926-6690\(99\)00068-0](https://doi.org/10.1016/S0926-6690(99)00068-0)
- Ilma, A. Z., Wilujeng, I., & Prasetyo, Z. K. (2022). Literature review of science learning activities with integrated STEM Education. *2<sup>nd</sup> Basic and Applied Science Conference (BASC) 2022. NST Proceedings*, 8-14. <https://doi.org/10.11594/nstp.2022.2502>

- Imaduddin, M., Praptaningrum, D. N. W., & Safitri, D. A. (2022). Students' Attitude toward STEM Project-Based Learning in the Fun Cooking Activity to Learn about the Colloid System. *International Journal of Contemporary Educational Research*, 8(1), 14–26. <https://doi.org/10.33200/ijcer.820898>
- Iskandar, I., Sastradika, D., Jumadi, Pujiyanto, & Defrianti, D. (2020). Development of Creative Thinking Skills Through STEM-based Instruction in Senior High School Student. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(4),1-6. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/4/042043>
- Kalionga, A., Iriani, A., & Mawardi, M. (2023). Reintegrasi dan Kontekstualisasi Kearifan Lokal Sintuwu Maroso: Upaya Menjawab Tantangan Pendidikan di Era Revolusi Industri 4.0 Menuju Society 5.0. *Scholaria: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 2, 117–127. <https://doi.org/10.24246/j.js.2023.v13.i2.p117-127>
- Kamal, R. A. (2021). Mengatasi Tantangan Integrasi Lingkungan dalam Pembelajaran STEM. In *Prosiding Seminar Nasional IPA XIV*, 385–388. <https://proceeding.unnes.ac.id/snipa/article/view/3707>
- Karamustafaoğlu, O., & Pektaş, H. M. (2023). Developing Students' Creative Problem Solving Skills with Inquiry-Based STEM Activity in an Out-Of-School Learning Environment. *Education and Information Technologies*, 28(6), 7651–7669. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11496-5>
- Karima, R. (2015). Pengaruh Perendaman dan Perebusan Terhadap Kadar HCN pada Biji Karet. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 7(1), 39-44. <https://doi.org/10.24111/jrihh.v7i1.855>
- Kemendikbudristek. (2022). *Buku Saku: Tanya Jawab Kurikulum Merdeka*. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset Dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset Dan Teknologi.
- Khairani, F. (2022). Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta didik Melalui Model Project Based Learning. *Seminar Nasional Ke-Indonesiaan VII, November*, 1053-1075.
- Khairunnisa, K., Sari, F. F., Anggelena, M., Agustina, D., & Nursa'adah, E. (2022). Penggunaan Effect Size Sebagai Mediasi dalam Koreksi Efek Suatu Penelitian. *Jurnal Pendidikan Matematika (Judika Education)*, 5(2), 138–151. <https://doi.org/10.31539/judika.v5i2.4802>
- Khamcharoen, N., Kantathanawat, T., & Sukkamart, A. (2022). Developing Student Creative Problem-Solving Skills (CPSS) Using Online Digital Storytelling: A Training Course Development Method. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(11), 17–34. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i11.29931>

- Kholifah, I. N., Maryanto, A., & Widodo, E. (2018). Pengaruh Pembelajaran Ipa Berbasis Stem Terhadap Sikap Ingin Tahu Dan Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik Smp. *Jurnal TPACK IPA*, 7(3), 129–135.
- Kolb, D. A. 1984. *Experiential Learning: Experience as The Source of Learning And Development*. New Jersey: Prentice Hall.
- Krajcik, J., & Blumenfeld, P. (2006). Project-Based Learning. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (pp. 317-334). New York: Cambridge University Press.
- Kusnanto, F., Susanto, A., & Mulyani, H. (2013). Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Protein Dan Daya Terima Tempe dari Biji Karet (Hevea Brasiliensis) Sebagai Sumber Belajar Biologi SMA pada Materi Bioteknologi Pangan. *Bioedukasi (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 4(1). <https://doi.org/10.24127/bioedukasi.v4i1.213>
- Laboy-Rush, D. (2011). Integrated STEM Education through Project-Based Learning. *Learning*. 12(4), 1-12.
- Lase, D. (2019). Pendidikan di Era Revolusi Industri 4.0. *SUNDERMANN: Jurnal Ilmiah Teologi, Pendidikan, Sains, Humaniora Dan Kebudayaan*, 12(2), 28–43.
- Lestari, L. D. (2020). Pentingnya mendidik problem solving pada anak melalui bermain. *Jurnal Pendidikan Anak*, 9(2), 100–108. <https://doi.org/10.21831/jpa.v9i2.32034>
- Lestariningsih, N., Robiyansyah, M., Norrahmah, M., Andriani, R., Atikah, Astuti, T., Ningsih, F., Putriani, D., Sapitri, N., Syauqi Nasyar, M., & Hidayati, R. (2023). Pelatihan Pemanfaatan Biji Karet Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Tempe di Kelurahan Bereng, Kecamatan Kahayan Hilir, Kabupaten Pulang Pisau. *Jurnal SOLMA*, 12(2), 408–414. <https://doi.org/10.22236/solma.v12i2.11091>
- Lin, K. Y., Wu, Y. T., Hsu, Y. T., & Williams, P. J. (2021). Effects of infusing the engineering design process into STEM project-based learning to develop preservice technology teachers' engineering design thinking. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00258-9>
- Masgumelar, N. K., & Mustafa, P. S. (2021). Teori Belajar Konstruktivisme dan Implikasinya dalam Pendidikan. *GHAITSA: Islamic Education Journal*, 2(1), 49–57. <https://doi.org/10.62159/ghaitsa.v2i1.188>
- Maulida, U. (2022). Pengembangan Modul Ajar Berbasis Kurikulum Merdeka. *Tarbawi : Jurnal Pemikiran Dan Pendidikan Islam*, 5(2), 130–138. <https://doi.org/10.51476/tarbawi.v5i2.392>



- Mu'minah, I. H., & Aripin, I. (2019). Implementasi Pembelajaran IPA Berbasis STEM Berbantuan ICT untuk Meningkatkan Keterampilan Abad. *Sainsmat : Jurnal Ilmiah Ilmu Pengetahuan Alam*, 8(2), 28.  
<https://doi.org/10.35580/sainsmat82107172019>
- Mudasir. (2012). *Desain Pembelajaran*. Indragiri Hulu: STAI Nurul Falah
- Mukhlis, I., & Oktalina, G. (2018). Case-Based Reasoning (CBR) Method can Affect the Creative Problem Solving Skill (CPSS) Students Based on Regional Differences of School. *In Proceedings of the 1st International Conference on Islamic Economics, Business, and Philanthropy (ICIEBP 2017), Transforming Islamic Economy and Societies*, 229, 847–852.  
<https://doi.org/10.5220/0007091108470852>
- Mulyani, E. (2012). Model Pendidikan Kewirausahaan di Pendidikan Dasar dan Menengah. *Jurnal Ekonomi Dan Pendidikan*, 8(1), 1–18.  
<https://doi.org/10.21831/jep.v8i1.705>
- Munthe, A.P. Pentingnya Evaluasi Program di Institusi Pendidikan: Sebuah Pengantar, Pengertian, Tujuan dan Manfaat. *Scholaria*. 5(2), 1-14
- Nengsih, D., Febrina, W., Maifalinda, & Junaidi. (2024). Pengembangan modul ajar Kurikulum Merdeka. Diklat Review: *Jurnal Manajemen Pendidikan dan Pelatihan*, 8(1), 151–158. <https://doi.org/10.35446/diklatreview.v8i1.1738>
- Ningrum, N.P., Rachmadiarti, F., & Ratnasari, E. (2017). Student Worksheet Development Based On Scientific Approach In Biotechnology. *Bioedu: Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 6(2), 175-181
- Ningsih, S. W., Restusari, L., & Vitari, A. A. (2015). Hevea brasiliensis Sebagai Bahan Pangan Alternatif. *Jurnal Kesehatan*, 6(1), 96–101.
- NRC [National Research Council] (2009). *Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. Washington, DC: The National Academic Press
- Nugraini, A. R., & Amelia, R. N. (2023). Analisis Pemahaman Konsep Materi Bioteknologi Pada Siswa Kelas XII SMA. *Proceeding Seminar Nasional IPA*, 367–372.
- Parina, N., Santoso, H., Sujarwanta, A. (2024). Bahan Ajar Modul Berbantuan Qr Code Pada Materi Sistem Peredaran Darah Manusia Kelas VIII dengan Berbasis Pembelajaran STEM. *Biolova*, 5(2), 111–119.  
<https://doi.org/10.24127/biolova.v5i2.4225>
- Piaget, J. (1973). *To Understand is To Invent*. New York: Grossman
- Plomp, T., & Nieveen, N. M. (Eds.) (2010). *An Introduction to Educational*

*Design Research: Proceedings of the Seminar Conducted at the East China Normal University, Shanghai (PR China), November 23-26, 2007.* (3rd print ed.) Stichting Leerplan Ontwikkeling (SLO).

- Purnomo, A., Purnamasari, S., Hadi, A., & Zahra Maulida, A. (2023). Pemanfaatan Limbah Biji Karet Menjadi Olahan Makanan Kripik Bernilai Ekonomis. *Kumawula: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(2), 335. <https://doi.org/10.24198/kumawula.v6i2.42025>
- Qodri, A. (2017). Teori Belajar Humanistik Dalam Meningkatkan Prestasi Belajar Siswa. *Jurnal Pedagogik*, 04(02), 188–202.
- Rahmania, I. (2021). Project Based Learning (PjBL) Learning Model with STEM Approach in Natural Science Learning for the 21st Century. *Budapest International Research and Critics Institute (BIRCI-Journal): Humanities and Social Sciences*, 4(1), 1161–1167. <https://doi.org/10.33258/birci.v4i1.1727>
- Ramadhan, E.H., & Hindun. (2023). Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Proyek untuk Membantu Siswa Berpikir Kreatif. *Protasis: Jurnal Bahasa, Sastra, Budaya, Dan Pengajarannya*, 2(2), 43–54. <https://doi.org/10.55606/protasis.v2i2.98>
- Razali, N. and Wah, Y. (2011). Power Comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics*, 2, 21-33.
- Riabarleany, D., Heriyanto, H., Heriyanto, H., Muliadini, W., Hidayat, T., Teknik, F., Sultan, U., & Tirtayasa, A. (2017). Teknologi pengolahan limbah biji karet menjadi produk olahan makanan ringan. *Jurnal Agro Bioteknologi*, 5(2), 64–78.
- Richey, R. C., & Klein, J. D. (2009). *Design and Development Research: Methods, Strategies, and Issues*. New York: Routledge.
- Rif'at, M. F., Wati, M., & Suyidno, S. (2020). Developing Students' Responsibility and Scientific Creativity through Creative Responsibility Based Learning in Learning Physics. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 8(1), 12. <https://doi.org/10.20527/bipf.v8i1.7879>
- Rismawanda, H., & Mustika, D. (2024). Kemampuan Guru dalam Menyusun Modul Ajar pada Kurikulum Merdeka di Sekolah Dasar. *Aulad: Journal on Early Childhood*, 7(1), 32–42. <https://doi.org/10.31004/aulad.v7i1.575>
- Rivai, R. R., Frisca D, Handayani, M. (2015). Pengembangan potensi biji karet (*Hevea brasiliensis*) sebagai bahan pangan alternatif di Bengkulu Utara. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 1(2), 343–346 <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m010229>

- Rosidin, Undang. (2017). *Evaluasi dan Asesmen Pembelajaran*. Bandar Lampung: Media Akademi.
- Sa'adah, S. K., Sudarmin, & Diliarosta. (2021). Pembelajaran Dengan Pendekatan Stem Terintegrasi Science Entrepreneurship Untuk Mengembangkan Karakter Kewirausahaan. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 15(1), 2778–2791.
- Saefullah, A., Suherman, A., Utami, R. T., Antarnusa, G., Rostikawati, D. A., & Zidny, R. (2021). Implementation of PjBL-STEM to Improve Students' Creative Thinking Skills On Static Fluid Topic. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 6(2), 149. <https://doi.org/10.26737/jipf.v6i2.1805>
- Santoso, B. P., & Wulandari, F. E. (2020). Pengaruh Pembelajaran Berbasis Proyek Dipadu Dengan Metode Pemecahan Masalah Pada Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Dalam Pembelajaran Ipa. *Journal of Banua Science Education*, 1(1), 1–6. <https://doi.org/10.20527/jbse.v1i1.3>
- Sari, H. D., Riandi, R., & Surtikanti, H. K. (2024). Bahan Ajar Digital Bermuatan Potensi Lokal Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Motivasi Belajar Pada Materi Bioteknologi Konvensional. *Jurnal Basicedu*, 8(1), 263–276. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v8i1.6503>
- Satria, R. P. A., Sekar, W. K., & Harjatanaya, T. Y. (2022). *Projek Penguatan Profil Pelajar Pancasila*. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia.
- Setyawardani, D. A. (2013). Pengolahan Biji Karet Sebagai Bahan Baku Pembuatan Minyak Pangan (Edible Oil). *Ekuilibium*, 12(1), 23–26. <https://doi.org/10.20961/ekuilibrium.v12i1.2174>
- Setyowati, Y., Kaniawati, I., Sriyati, S., Nurlaelah, E., & Hernani, H. (2022). The Development of Science Teaching Materials Based on the PjBL-STEM Model and ESD Approach on Environmental Pollution Materials. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 6(1), 45–53. <https://doi.org/10.24815/jipi.v6i1.23571>
- Shahab, A., & Husnah, H. (2022). Produksi Biodiesel Dari Minyak Biji Karet Dengan Teknologi Transesterifikasi Menggunakan Katalis Koh. *Jurnal Redoks*, 7(2), 33–38. <https://doi.org/10.31851/redoks.v7i2.9532>
- Silaban, S. (2021). *Pengembangan Program Pembelajaran*. Medan: Yayasan Kita Menulis
- Sudarmin, Pujiastuti, S. E., Asyhar, R., Prasetya, A. T., Diliarosta, S., & Ariyatun. (2023). Chemistry Project-Based Learning for Secondary Metabolite Course With Ethno-Stem Approach To Improve Students' Conservation and Entrepreneurial Character in the 21St Century. *Journal of Technology and Science Education*, 13(1), 393–409. <https://doi.org/10.3926/jotse.1792>

- Sudjana. (2005). *Metode Statistik (6th Ed)*. PT. Tarsito.
- Sugrah, N. U. (2020). Implementasi teori belajar konstruktivisme dalam pembelajaran sains. *Humanika*, 19(2), 121–138. <https://doi.org/10.21831/hum.v19i2.29274>
- Sujud, R., Rahmawati, Y., & Utami, A. D. (2024). Development of Science Literacy Through Group Choice STEM-PjBL Projects Integrated with Matter State Changes. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(5), 2552–2564. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i5.6441>
- Sulaeman, N. F., Putra, P. D. A., Mineta, I., Hakamada, H., Takahashi, M., Ide, Y., & Kumano, Y. (2021). Exploring Student Engagement in STEM Education through the Engineering Design Process. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran IPA*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.30870/jppi.v7i1.10455>
- Supriyatin, S., Rahayu, S., Suhadi, A. P., & Simarmata, R. N. (2023). Integrasi STEAM-PjBL pada Pembelajaran IPA di SMP Negeri 3 Karangmojo, Bantul–Yogyakarta: Proyek Mikroskop Sederhana. *Jurnal Terapan Abdimas*, 8(1), 102-109. <https://doi.org/10.25273/Jta.V8i1.13909>
- Suryadi, A. F., Sudarto, S., & Ramlawati, R. (2020). Pengembangan Handout Pembelajaran Ipa Terpadu Tipe Webbed Berbasis Kontekstual Peserta Didik Kelas Viii Tema Makanan. *Jurnal IPA Terpadu*, 3(2), 37–45. <https://doi.org/10.35580/ipaterpadu.v3i2.13421>
- Suryana. (2008). *Kewirausahaan: Pedoman Praktis: Kiat dan Proses Menuju Sukses.(cetakan ketiga)*. Jakarta: Penerbit Selemba Empat
- Suryawati, E., Suzanti, F., Zulfarina, Putriana, A. R., & Febrianti, L. (2020). The Implementation Of Local Environmental Problem-Based Learning Student Worksheets To Strengthen Environmental Literacy. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(2), 169–178. <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i2.22892>
- Susantiningrum, Siswandari, Joyoatmojo, S., & Mafruhah, I. (2023). Leveling Entrepreneurial Skills of Vocational Secondary School Students in Indonesia: Impact of Demographic Characteristics. *International Journal for Research in Vocational Education and Training*, 10(1), 113–137. <https://doi.org/10.13152/IJRVET.10.1.6>
- Suyatna, A. (2017). *Uji Statistik Berbantuan SPSS untuk Penelitian Pendidikan*. Jawatimur: Media Akademi
- Suyidno, M., Dewantara, D., Nur, M., & Yuanita, L. (2017). Maximizing Students' Scientific Process Skill within Creative Product Design: Creative Responsibility Based Learning. 100, 98–103. <https://doi.org/10.2991/seadric-17.2017.21>

- Syathroh, I.L., Pratiwi, V., Iman, A., Yusron, A., Suryaningrum, S. (2024). *Metode Pengembangan Bahan Ajar*. Solok: PT. Mafy Media Literasi Indonesia
- Tilaar, H.A.R. (2012). *Pengembangan Kreativitas dan Entrepreneurship dalam Pendidikan Nasional*. Jakarta: PT. Kompas Media Nusantara
- Torlakson. T. (2014). *Innovate: A Blueprint For Science, Technology, Engineering, and Mathematics in California Public Education*. California: State Superintendent of Public Instruction
- Treffinger, D. J., & Isaksen, S. G. (2005). Creative Problem Solving: The history, development, and implications for gifted education and talent development. *Gifted Child Quarterly*, 49(4), 342–353.  
<https://doi.org/10.1177/001698620504900407>
- Triastuti, E. (2020). Model Pembelajaran STEM PJBL pada Pembuatan Ice Cream Melatih Keterampilan Berfikir Kreatif dan Wirausaha. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 5(2), 67-74.  
<https://doi.org/10.51169/ideguru.v5i2.159>
- Utami, E. N. (2020). Teori Belajar Humanistik Dan Implementasinya Dalam Pelajaran Pendidikan Agama Islam. *Jurnal Mudarrisuna*, 10(4), 571–584.  
<http://dx.doi.org/10.22373/jm.v10i4.6978>
- Van Hooijdonk, M., Mainhard, T., Kroesbergen, E. H., & van Tartwijk, J. (2020). Creative Problem Solving in Primary Education: Exploring the Role of Fact Finding, Problem Finding, and Solution Finding across Tasks. *Thinking Skills and Creativity*, 37(August 2019), 1–5.  
<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100665>
- Wardani, D. A. W. (2023). Problem Based Learning: Membuka Peluang Kolaborasi dan Pengembangan Skill Siswa. *Jawa Dwipa: Jurnal Penelitian Dan Penjaminan Mutu*, 4(1), 1–17.
- Waskito, P. D., Pantaya, D., Wulandari, S., Yulinarsari, P., Studi, P., Bisnis, M., Peternakan, J., Negeri, P., Studi, P., Pakan, T., Peternakan, J., & Negeri, P. (2023). *Fermentasi biji karet ( Hevea brasiliensis ) menggunakan kapang yang berbeda terhadap organ limfoid dan hati ayam kampung*. 111–116.  
<https://doi.org/10.25047/animpro.2023.556>
- Yanti, L., Miriam, S., & Suyidno, S. (2020). Memaksimalkan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik Melalui Creative Responsibility Based Learning. *JPPS (Jurnal Penelitian Pendidikan Sains)*, 9(2), 1790–1796.  
<https://doi.org/10.26740/jpps.v9n2.p1790-1796>
- Yatno, Y., Murni, R., Nelwida, N., & Yani, E. N. (2015). Kandungan Asam Sianida, Bahan Kering Dan Bahan Organik Tepung Biji Karet Hasil

Pengukusan. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*, 18(2), 58–65.  
<https://doi.org/10.22437/jiip.v18i2.2674>

Zainuddin, Suyidno, Dewantara, D., Mahtari, S., Nur, M., Yuanita, L., & Sunarti, T. (2020). The correlation of scientific knowledge-science process skills and scientific creativity in creative responsibility based learning. *International Journal of Instruction*, 13(3), 307–316.  
<https://doi.org/10.29333/iji.2020.13321a>