

**EFEKTIVITAS LKPD BERBASIS PROYEK PENGOLAHAN
LIMBAH KULIT NANAS UNTUK MELATIHKAN
*CREATIVE THINKING SKILLS***

(Skripsi)

Oleh

Mila Rosalia Putri
2213022099



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

EFEKTIVITAS LKPD BERBASIS PROYEK PENGOLAHAN LIMBAH KULIT NANAS UNTUK MELATIHKAN *CREATIVE THINKING SKILLS*

Oleh

MILA ROSALIA PUTRI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas LKPD berbasis proyek pengolahan limbah kulit nanas dalam melatih *creative thinking skills* peserta didik pada materi energi alternatif serta mengetahui perbedaan peningkatan *creative thinking skills* berdasarkan kemampuan awal peserta didik. Penelitian ini dilaksanakan di SMAN 1 Bangunrejo dengan menggunakan metode *quasi experiment* melalui desain *one group pretest-posttest design*. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas X, sedangkan sampel penelitian terdiri atas kelas eksperimen 1 dan kelas eksperimen 2 yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*. Instrumen penelitian berupa soal *pretest* dan *posttest* berdasarkan indikator *creative thinking skills* yang meliputi *fluency, flexibility, originality, dan elaboration*. Hasil uji *paired sample t-test* menunjukkan nilai signifikansi $< 0,05$ yang berarti terdapat peningkatan kemampuan berpikir kreatif peserta didik setelah pembelajaran. Hasil perhitungan *N-Gain* menunjukkan rata-rata peningkatan *creative thinking skills* berada pada kategori tinggi, yaitu sebesar 0,75 pada kelas eksperimen 1 dan 0,72 pada kelas eksperimen 2. Selain itu, hasil uji *One Way ANOVA* menunjukkan nilai signifikansi $> 0,05$ yang berarti tidak terdapat perbedaan peningkatan *creative thinking skills* yang signifikan berdasarkan kemampuan awal peserta didik. Dengan demikian, penggunaan LKPD berbasis proyek pengolahan limbah kulit nanas efektif dalam melatih *creative thinking skills* peserta didik serta memberikan kesempatan peningkatan yang relatif merata pada setiap kategori kemampuan awal peserta didik.

Kata Kunci: LKPD berbasis proyek, limbah kulit nanas, *creative thinking skills*, energi alternatif, kemampuan awal peserta didik.

ABSTRACT

THE EFFECTIVENESS OF PROJECT-BASED WORKSHEETS ON PINEAPPLE PEEL WASTE PROCESSING TO TRAIN STUDENTS' CREATIVE THINKING SKILLS

By

MILA ROSALIA PUTRI

This study aimed to determine the effectiveness of project-based worksheets on pineapple peel waste processing in training students' creative thinking skills on alternative energy material and to identify differences in the improvement of creative thinking skills based on students' initial abilities. This research was conducted at SMAN 1 Bangunrejo using a quasi-experimental method with a one-group pretest-posttest design. The population of this study was all tenth-grade students, while the samples consisted of experimental class 1 and experimental class 2 selected using purposive sampling technique. The research instruments were pretest and posttest questions based on the indicators of creative thinking skills, including fluency, flexibility, originality, and elaboration. The results of the paired sample t-test showed a significance value of < 0.05 , indicating an improvement in students' creative thinking skills after the learning process. The N-Gain results showed that the average improvement in creative thinking skills was in the high category, with a score of 0.75 in experimental class 1 and 0.72 in experimental class 2. In addition, the One Way ANOVA test showed a significance value of > 0.05 , indicating that there was no significant difference in the improvement of creative thinking skills based on students' initial abilities. Therefore, the use of project-based worksheets on pineapple peel waste processing was effective in training students' creative thinking skills and provided relatively equal opportunities for improvement across all categories of students' initial abilities.

Keywords: *project-based worksheets, pineapple peel waste, creative thinking skills, alternative energy, students' initial abilities.*

**EFEKTIVITAS LKPD BERBASIS PROYEK PENGOLAHAN
LIMBAH KULIT NANAS UNTUK MELATIHKAN
*CREATIVE THINKING SKILLS***

Oleh

Mila Rosalia Putri

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PENDIDIKAN

Pada

**Program Studi Pendidikan Fisika
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

Judul Skripsi : **EFEKTIVITAS LKPD BERBASIS
PROYEK PENGOLAHAN LIMBAH
KULIT NANAS UNTUK MELATIHKAN
CREATIVE THINKING SKILLS**

Nama Mahasiswa : **Mila Rosalia Putri**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2213022099**

Program Studi : **Pendidikan Fisika**

Fakultas : **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



1. **Komisi Pembimbing**

Prof. Dr. Kartini Herlina, M.Si.
NIP 196506161991022001

Anggreini, S.Pd., M.Pd.
NIP 199105012019032029

2. **Ketua Jurusan Pendidikan MIPA**

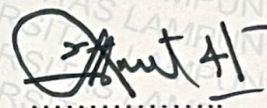
Dr. Nurhanurawati, M.Pd.
NIP 196708081991032001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

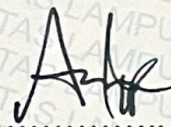
Ketua

: **Prof. Dr. Kartini Herlina, M.Si.**



Sekretaris

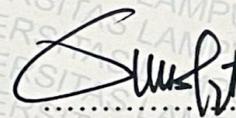
: **Anggreini, S.Pd., M.Pd.**



Penguji

Bukan Pembimbing

: **Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si.**



2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Dr. Albet Maydiantoro, S.Pd., M.Pd.

NIP. 198705042014041001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 19 Mei 2026

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini adalah:

Nama : Mila Rosalia Putri
NPM : 2213022099
Fakultas/Jurusan : KIP/Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Fisika
Alamat : Dusun 3 Srimulyo Timur, Sinar Banten, Kec.
Bekri, Kab. Lampung Tengah, Prov. Lampung

Dengan ini menyatakan bahwa, dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar Pustaka.

Bandar Lampung, 19 Mei 2026



Mila Rosalia Putri
2213022099

RIWAYAT HIDUP

Penulis skripsi ini bernama lengkap Mila Rosalia Putri, dilahirkan di Metro, pada tanggal 31 Oktober 2004 merupakan putri pertama dari pasangan Bapak Sumarman dan Ibu Iis Suwanti. Penulis mengawali pendidikan formal pada tahun 2011 sebagai peserta didik di SD Negeri 1 Sinar Banten dan lulus pada tahun 2016. Penulis melanjutkan pendidikan formal ke jenjang sekolah menengah pertama di SMP Negeri 2 Bekri pada tahun 2016 dan lulus pada tahun 2019. Kemudian, penulis melanjutkan pendidikan formal ke jenjang sekolah menengah Atas di SMA Negeri 1 Bangunrejo pada tahun 2019 dan lulus pada tahun 2022. Lalu, pada tahun yang sama penulis diterima dan terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika di Universitas Lampung Jalur SBMPTN.

Selama menempuh pendidikan sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika, penulis aktif dalam berbagai macam kegiatan organisasi. Penulis pernah menjadi Anggota Divisi Pendidikan dan Anggota Divisi Minat dan Bakat Almafika FKIP UNILA pada tahun 2022-2025, serta Anggota Divisi Dana dan Usaha dari HIMASAKTA FKIP UNILA pada tahun 2024. Penulis juga pernah melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada tahun 2025 di Desa Margodadi, Kecamatan Tumijajar, Kabupaten Tulang Bawang Barat. Kegiatan KKN tersebut bersamaan dengan pelaksanaan Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) 1 dan 2 yang dilaksanakan di SMP Negeri 5 Tulang Bawang Barat.

MOTTO

*“Perang telah usai, aku bisa pulang
Kubaringkan panah dan berteriak MENANG!!!”*

(Nadin Amizah)

*“Semua jatuh bangunmu hal yang biasa, angan dan pertanyaan waktu yang
menjawabnya, berilah tenggat waktu bersedihlah secukupnya,
rayakan perasaan mu sebagai manusia”*

(Baskara Putra – Hindia)

“Jangan pernah kau impikan hidupmu, tetapi hidupkan mimpimu”

(Mila Rosalia Putri)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah *rabbi`alamin*, dengan mengucapkan syukur atas kehadiran Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, serta shalawat beriring salam selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW. Bersama rasa syukur yang mendalam dan dengan rendah hati, penulis mempersembahkan karya tulis ini sebagai wujud tanggung jawab dalam menyelesaikan pendidikan, serta sebagai wujud penghormatan dan tanda bukti sayang nan tulus kepada:

1. Orang tua tercinta, Bapak Sumarman dan Mama Iis Suwanti. Terima kasih saya ucapkan atas segala pengobanan dan ketulusan yang diberikan. Meskipun bapak dan mama tidak sempat merasakan pendidikan dibangku perkuliahan, namun selalu memberikan yang terbaik dan tak kenal lelah mendoakan, mengusahakan, memberikan dukungan baik secara moral dan finansial. Semoga saya bisa membalas semua kebaikan kalian. Hidup lebih lama ya pak, ma.
2. Mbah akung dan mbah uti tersayang, Alm. Kakung Purwanto, Kakung Ngatimin, Uti Maryati dan Uti Kartiyem terima kasih atas kasih sayang yang begitu tulus, kehadiran yang selalu menenangkan, serta doa-doa yang tidak pernah putus untuk saya, sehingga saya bisa sampai pada titik ini. Hidup lebih lama ya kung, ti.
3. Keluarga besar yang senantiasa mendoakan, memberikan dukungan, semangat dan motivasi terbaiknya.
4. Para pendidik yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan pengalaman, serta senantiasa memberikan bimbingan terbaik kepada penulis dengan tulus dan ikhlas.
5. Keluarga besar Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung.
6. Almamater tercinta, Universitas Lampung.

SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, karena atas nikmat dan rahmat Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan di FKIP Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Bapak Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd., selaku Dekan FKIP Universitas Lampung;
3. Ibu Dr. Nurhanurawati, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Lampung;
4. Ibu Dr. Viyanti, M.Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Unila;
5. Ibu Prof. Dr. Kartini Herlina, M.Si., selaku Pembimbing I sekaligus Pembimbing Akademik atas kesediaan dan keikhlasannya dalam memberikan bimbingan, arahan kepada penulis selama proses penyusunan skripsi. Terima kasih atas waktu, pemikiran dan motivasi yang begitu berharga;
6. Ibu Anggreini, S.Pd., M.Pd. selaku Pembimbing II yang telah membimbing dengan penuh kesabaran dan keikhlasan hati selama penyusunan skripsi. Terimakasih atas waktu, pemikiran dan motivasi yang begitu berharga.
7. Bapak Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si., selaku Pembahas yang selalu memberikan arahan dan saran untuk perbaikan skripsi ini;
8. Bapak dan Ibu dosen, serta staf Program Studi Pendidikan Fisika dan Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung yang telah membimbing penulis selama proses perkuliahan.
9. Bapak Henrican Purba, M.Pd., selaku Kepala SMA Negeri 1 Bangunrejoyang telah memberikan izin kepada penulis untuk melaksanakan penelitian.

10. Ibu Ekasepti Fitriasari, S.Pd., selaku guru mata pelajaran fisika SMA Negeri 1 Bangunrejo yang telah banyak membantu penulis selama penelitian berlangsung.
11. Peserta didik kelas X.1 dan X.2 SMA Negeri 1 Bangunrejo yang telah membantu dan bekerja sama selama penelitian berlangsung.
12. Mamiku tersayang, Puput. Terima kasih telah menjadi sosok ibu kedua bagi penulis setelah mama. Meskipun mami adalah adik mama, kasih sayang dan perhatian yang diberikan sudah seperti ibu kandung bagi penulis. Terima kasih karena telah menganggap penulis seperti anak sendiri, selalu memberikan semangat, doa, serta bantuan materi kepada penulis. Semoga penulis dapat membalas segala kebaikan yang telah mami berikan.
13. Ayah tiri penulis, Wardiman. Terima kasih telah menjadi sosok ayah tiri yang tidak pernah membedakan dan selalu mendukung penulis, baik dari segi materi maupun waktu. Semoga penulis dapat membalas segala kebaikan dan dukungan yang telah ayah berikan.
14. Adik tiri penulis, Raisa Pradita Nathania dan Muhammad Fatan Alghifari. Terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan hidup penulis serta selalu memberikan kebahagiaan, semangat, dan dukungan kepada penulis. Semoga hubungan baik dan kasih sayang di antara kita selalu terjaga.
15. Sepupu penulis, Nabil Cesareo. Terima kasih telah memberikan dukungan, semangat, serta menemani penulis dalam berbagai proses selama penyusunan skripsi ini. Semoga kebaikan dan kebersamaan yang telah diberikan selalu terjaga dengan baik.
16. Sahabat tersayang penulis sejak masa SMA, Liza, Iik, Agil, dan Ima yang sudah kebersamaian penulis dan memberikan semangat, doa serta kekuatan untuk penulis selama masa perkuliahan hingga proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas keyakinan dan dorongan yang diberikan sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
17. Sahabat seperjuangan selama perkuliahan, Risyania Az Zuhurf, Dwi Rahayu, Mega Miftahul Jannah, Fita Agustia, dan Rizka Diah Nuariyanti yang telah menjadi bagian penting dalam perjalanan akademik penulis serta menghadirkan kebersamaan yang penuh makna dan kenangan.

18. Sahabat penulis sejak masa awal perkuliahan (mahasiswa baru), Niken Novia Wenty dan Mutia Azizah yang telah kebersamai dan memberikan dukungan kepada penulis selama perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.
19. Teman seperjuangan (Mahasiswa bimbingan Prof. Dr. Kartini Herlina, M.Si.) yaitu Dwi Rahayu, Dwi Pratiwi, Nadia Agustina, Kharinta Oxana dan Adinda Putri Purnama Sari yang telah berjuang bersama-sama dalam menyelesaikan skripsi ini.
20. Teman-teman seperjuangan Pendidikan Fisika angkatan 2022, Vektor.
21. Teman-teman KKN Desa Margodadi, yaitu Sonya, Tasya, Rahma, Meri, Haliza, Zakiah, Ridho dan Faisal.
22. Seseorang yang tidak dapat saya tulis dengan jelas namanya. Terimakasih sudah menjadi salah satu *support system* serta selalu memberikan semangat dan dukungan selama masa perkuliahan hingga pengerjaan skripsi ini.
23. Kepada semua pihak yang terlibat dalam membantu penyelesaian penyusunan skripsi ini.

Semoga Allah melimpahkan nikmat dan hidayah-Nya kepada kita semua dan penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Bandar Lampung, 19 Mei 2026

Mila Rosalia Putri
2213022099

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
I. PENDAHULUAN	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
II. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Kajian Teori.....	9
2.1.1 LKPD.....	9
2.1.2 PjBL-STEM.....	11
2.1.3 <i>Creative Thinking Skills</i>	15
2.1.4 <i>Problem Solving</i>	18
2.1.5 <i>Ill-Structured Problem</i>	19
2.1.6 <i>Well-Structured Problem</i>	20
2.1.7 Teori Belajar Konstruktivisme.....	21
2.1.8 Limbah Kulit Nanas	25
2.1.9 <i>Alternatif Electricity</i>	27
2.2 Penelitian Relevan	28
2.3 Kerangka Pemikiran	31
2.4 Hipotesis Penelitian	34
III. METODE PENELITIAN	35
3.1 Pelaksanaan Penelitian	35
3.2 Populasi dan Sample Penelitian	35
3.3 Variabel Penelitian	35
3.4 Desain Penelitian	36
3.5 Prosedur Pelaksanaan Penelitian	43
3.6 Instrumen Penelitian.....	44
3.7 Analisis Instrumen Penelitian.....	44
3.7.1 Uji Validitas.....	45

3.7.2 Uji Reliabilitas.....	46
3.8 Teknik Pengumpulan Data	47
3.8.1 Teknik Pengumpulan Data Hasil Belajar	47
3.8.2 Analisis Keterlaksanaan LKPD.....	47
3.9 Teknik Analisis Data dan Pengujian Hipotesis	48
3.9.1 Hitung <i>N-Gain</i>	49
3.9.2 Uji Normalitas	49
3.9.3 Uji Homogenitas.....	49
3.9.4 Uji Hipotesis.....	50
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	52
4.1 Hasil Penelitian.....	52
4.1.1 Pelaksanaan Pembelajaran.....	52
4.1.2 Data Statistik <i>Creative Thinking Skills</i>	53
4.1.3 Uji Hipotesis.....	57
4.1.4 Analisis Keterlaksanaan LKPD	58
4.2 Pembahasan	60
4.2.1 <i>Creative Thinking Skills</i>	60
4.2.2 Analisis Keterlaksanaan LKPD Berbasis Proyek Pengolahan Limbah Kulit Nanas	78
V. KESIMPULAN DAN SARAN	122
5.1 Kesimpulan.....	122
5.2 Saran	123
DAFTAR PUSTAKA	124
LAMPIRAN.....	130
1. Surat Izin Penelitian	131
2. Surat Balasan Penelitian	132
3. Hasil Uji Validitas <i>Creative thinking skills</i>	133
4. Hasil Uji Reliabilitas <i>Creative thinking skills</i>	134
5. Rekapitulasi Hasil <i>Pretest Creative thinking skills</i> Kelas Eksperimen 1	135
6. Rekapitulasi Hasil <i>Posttest Creative thinking skills</i> Kelas Eksperimen 1.....	136
7. Rekapitulasi Hasil <i>Pretest Creative thinking skills</i> Kelas Eksperimen 2.....	137
8. Rekapitulasi Hasil <i>Posttest Creative thinking skills</i> Kelas Eksperimen 2.....	138
9. Hasil Uji Normalitas Data <i>Creative Thinking Skills</i>	139
10. Hasil Uji Homogenitas <i>Creative thinking skills</i>	141
11. Hasil Uji <i>N-Gain Creative thinking skills</i> Kelas Eksperimen 1.....	143
12. Hasil Uji <i>N-Gain Creative thinking skills</i> Kelas Eksperimen 2.....	144

13. Hasil Uji <i>N-Gain</i> Tiap Indikator <i>Creative thinking skills</i> Kelas Eksperimen 1	145
14. Hasil Uji <i>N-Gain</i> Tiap Indikator <i>Creative thinking skills</i> Kelas Eksperimen 2	146
15. Hasil Uji <i>Paired Sample T-Test</i>	147
16. Hasil Uji <i>One Way ANOVA</i>	148
17. Std. Deviasi Rata-Rata <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	149
18. Modul Ajar Model PjBL-STEM untuk Melatihkan <i>Creative thinking skills</i>	150
19. Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest Creative thinking skills</i>	165
20. Rubrik Penilaian <i>Pretest</i> dan <i>Posttest Creative thinking skills</i>	175
21. Kisi-Kisi Instrumen <i>Creative thinking skills</i>	180
22. Rubrik Penilaian LKPD <i>Creative thinking skills</i>	182
23. Hasil Pengerjaan <i>Pretest</i>	185
24. Hasil Pengerjaan <i>Posttest</i>	187
25. Jawaban LKPD Peserta Didik.....	192
26. Dokumentasi Penelitian	203

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Tahapan PjBL-STEM dalam Penelitian.....	14
2. Aspek dan Aktivitas Keterampilan Berpikir Kreatif.....	17
3. Kandungan Senyawa Kulit Nanas.....	26
4. Penelitian yang Relevan.....	28
5. Desain Penelitian Kelas Eksperimen 1 dan Kelas Eksperimen 2.....	37
6. Tahap Pelaksanaan Penelitian.....	43
7. Interpretasi Koefisien Validitas Instrumen.....	45
8. Hasil Uji Validitas.....	45
9. Interpretasi Reliabilitas Instrumen.....	46
10. Hasil Uji Reliabilitas.....	46
11. Kriteria Keterlaksanaan LKPD.....	47
12. Hasil Ketercapaian Indikator Creative thinking skills Kelompok Kecil.....	48
13. Nilai N-Gain.....	49
14. Hasil Rata-Rata Pretest dan Posttest Creative Thinking Skills.....	53
15. Hasil Hitung N-Gain Tiap Kelas.....	54
16. Tabel Hitung N-Gain Tiap Indikator Creative thinking skills Kelas Eksperimen 1 dan Kelas Eksperimen 2.....	55
17. Hasil Uji Normalitas.....	56
18. Hasil Uji Homogenitas.....	56
19. Hasil Uji Paired Sample T-Test.....	57
20. Hasil Uji One Way ANOVA Creative thinking skills Berdasarkan Kemampuan Awal.....	58
21. Analisis Keterlaksanaan LKPD Berbasis Proyek Kelas Eksperimen 1.....	59
22. Analisis Keterlaksanaan LKPD Berbasis Proyek Kelas Eksperimen 2.....	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pemikiran	33
2. Grafik Rata-rata N-Gain Creative thinking skills Tiap Kelas	54
3. Perbandingan hasil rata-rata pretest dan posttest Creative thinking skills kedua kelas Eksperimen.....	61
4. Nilai Rata-rata Pretest dan Posttest Tiap Indikator	62
5. N-Gain Creative Thinking Skills pada Masing-masing Indikator.....	63
6. Rata-rata Nilai Pretest Berdasarkan Kategori Kemampuan Awal	66
7. N-Gain Setiap Indikator Creative thinking skills	67
8. Jawaban pretest peserta didik pada soal 1a	71
9. Jawaban posttest peserta didik pada soal 1a.....	72
10. Jawaban pretest peserta didik pada soal 1b.....	73
11. Jawaban posttest peserta didik pada soal 1b	73
12. Jawaban pretest peserta didik pada soal 1c.....	74
13. Jawaban posttest peserta didik pada soal 1c	75
14. Jawaban pretest peserta didik pada soal 1d.....	76
15. Jawaban posttest peserta didik pada soal 1d	76
16. Grafik Hasil Analisis Keterlaksanaan LKPD Berbasis Proyek Creative Thinking Skills.....	78
17. Peserta Didik Pada Fase Reflection	81
18. Jawaban Peserta Didik A, Aktvitas 1, Soal 1.....	81
19. Jawaban Peserta Didik B, Aktvitas 1 Soal 1	82
20. Jawaban Peserta Didik C, Aktvitas 1, Soal 1	83
21. Jawaban Peserta Didik D, Aktvitas 1, Soal 1.....	83
22. Jawaban Peserta Didik A, Aktivitas 1, Soal 2.....	85
23. Jawaban Peserta Didik B, Aktivitas 1, Soal 2.....	86

24. Jawaban Peserta Didik C, Aktivitas 1, Soal 2.....	86
25. Jawaban Peserta Didik D, Aktivitas 1, Soal 2.....	87
26. Jawaban Peserta Didik A, Aktivitas 1, Soal 3.....	89
27. Jawaban Peserta Didik B, Aktivitas 1, Soal 3.....	90
28. Jawaban Peserta Didik C, Aktivitas 1, Soal 3.....	90
29. Jawaban Peserta Didik D, Aktivitas 1, Soal 3.....	91
30. Peserta Didik Pada Fase Reserach	93
31. Jawaban Peserta Didik A, Aktivitas 2, Soal 1.....	93
32. Jawaban Peserta Didik B, Aktivitas 2, Soal 1.....	94
33. Jawaban Peserta Didik C, Aktivitas 2, Soal 1.....	95
34. Jawaban Peserta Didik D, Aktivitas 2, Soal 1.....	96
35. Jawaban Peserta Didik A, Aktivitas 2, Soal 2.....	98
36. Jawaban Peserta Didik B, Aktivitas 2, Soal 2.....	98
37. Jawaban Peserta Didik C, Aktivitas 2, Soal 2.....	99
38. Jawaban Peserta Didik D, Aktivitas 2, Soal 2.....	100
39. Peserta Didik Pada Fase Discovery	101
40. Jawaban Peserta Didik A, Aktivitas 2, Soal 3.....	102
41. Jawaban Peserta Didik B, Aktivitas 2, Soal 3.....	102
42. Jawaban Peserta Didik C, Aktivitas 2, Soal 3.....	103
43. Jawaban Peserta Didik D, Aktivitas 2, Soal 3.....	104
44. Jawaban Peserta Didik A, Aktivitas 2, Soal 4.....	106
45. Jawaban Peserta Didik B, Aktivitas 2, Soal 4.....	106
46. Jawaban Peserta Didik C, Aktivitas 2, Soal 4.....	107
47. Jawaban Peserta Didik D, Aktivitas 2, Soal 4.....	108
48. Jawaban Peserta Didik A, Aktivitas 2, Soal 5.....	109
49. Jawaban Peserta Didik B, Aktivitas 2, Soal 5.....	110
50. Jawaban Peserta Didik C, Aktivitas 2, Soal 5.....	111
51. Jawaban Peserta Didik D, Aktivitas 2, Soal 5.....	111
52. Jawaban Peserta Didik A, Aktivitas 3, Soal 1.....	113
53. Jawaban Peserta Didik B, Aktivitas 3, Soal 1.....	113
54. Jawaban Peserta Didik C, Aktivitas 3, Soal 1.....	114
55. Jawaban Peserta Didik D, Aktivitas 3, Soal 1.....	114

56. Percobaan Pengujian Produk	115
57. Jawaban Hasil Pengujian Produk, Aktivitas 3, Soal 2	115
58. Hasil Laporan Proyek dalam Bentuk Poster Ilmiah.....	116
59. Kegiatan Presentasi Laporan Proyek	117
60. Jawaban Mengevaluasi Laporan Proyek.....	118
61. Jawaban Menguraikan Kendala dan Tindak Lanjut.....	119

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembelajaran abad 21 merupakan kegiatan untuk memperoleh pengetahuan dengan memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi dalam segala aspek kehidupan, yang memiliki ciri untuk meningkatkan intelektual, moral, serta beragam kemampuan seperti kemampuan bertanya, kreativitas, pemecahan masalah, dan penguasaan standar pengetahuan melalui sarana pendidikan (Lestari & Ilhami, 2022). Perkembangan teknologi digital menjadi ciri khas abad 21 dan mendorong perlunya perubahan dalam sistem pendidikan agar peserta didik dibekali dengan keterampilan yang relevan sesuai kebutuhan zaman. Aspek keterampilan belajar yang dimiliki peserta didik pada keterampilan abad 21 menurut Trilling and Fadel, (2009), yaitu *creative thinking skills* (keterampilan berpikir kreatif), *critical thinking skills* (keterampilan berpikir kritis), *communication skills* (keterampilan komunikasi), *collaboration skills* (keterampilan kolaborasi), *Character* (karakter), dan *Citizenship* (kewarganegaraan).

Creative thinking skills semakin penting, sehingga dunia pendidikan perlu memberikan perhatian khusus pada upaya pengembangan potensi *creative thinking skills*. *Creative thinking skills* mencakup kemampuan untuk menghasilkan ide-ide baru, dilihat dari masalah perspektif yang berbeda, dan menciptakan solusi yang inovatif dari suatu permasalahan (Purwati & Alberida, 2022). *Creative thinking skills* memiliki empat indikator yang diadaptasi dari versi Torrance (2018), yaitu *fluency* (kelancaran), *flexibility* (keluwesan), *Elaboration* (elaborasi), dan *originality* (keaslian).

Creative thinking skills peserta didik dapat ditingkatkan melalui kegiatan yang mendorong untuk menyelesaikan permasalahan nyata yang ada di lingkungan sekitar (Diawati *et al.*, 2017). Salah satu permasalahan yang ada di Provinsi Lampung yaitu peningkatan produksi buah nanas yang menyebabkan jumlah limbah kulit nanas terus meningkat. Nanas merupakan salah satu tanaman buah yang paling banyak dibudidayakan di wilayah tropis dan subtropis, karena mempunyai banyak manfaat. Nanas memiliki potensi ekspor, sehingga pengembangan industri tanaman nanas di Indonesia menjadi prioritas. Produksi nanas olahan menyumbang volume hortikultura terbesar kedua di Indonesia, yaitu mencapai lebih dari 3.000.000 ton pada tahun 2023 (Badan Pusat Statistik, 2024).

Menurut data, sekitar 47% dari total buah nanas terdiri dari limbah, yang sebagian besar kulit nanas (Wahyuni *et al.*, 2016). Selain itu, kulit nanas (*Ananas comosus L.*) kaya akan bromelain, vitamin C protease sistein, senyawa fitokimia berupa alkaloid, fenol, tanin, flavonoid, saponin, dan karbohidrat. Kulit nanas juga mengandung banyak sumber vitamin C dan mangan, yang dapat membantu melawan peradangan di gusi dan jaringan. Apabila limbah kulit nanas tidak diolah dengan baik, dampaknya bisa jauh lebih besar bagi lingkungan, seperti pencemaran tanah dan udara (Ulandari *et al.*, 2025). Menurut Syauqi (2020), saat ini pemanfaatan limbah kulit nanas hanya digunakan untuk pakan ternak lalu sisanya terbuang sia-sia.

Permasalahan pada kondisi lain yang muncul seiring dengan kemajuan teknologi dan peningkatan jumlah penduduk yang memanfaatkan teknologi tersebut sehingga penggunaan energi listrik terus meningkat. Energi listrik sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Sementara itu, sebagian besar energi listrik berasal dari bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbarui dan semakin menipis sehingga lama-kelamaan akan habis. Jika tidak ada upaya yang dilakukan untuk mencari sumber energi alternatif, krisis energi bisa terjadi di masa depan. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk menemukan sumber energi alternatif agar kebutuhan listrik dapat terus terpenuhi. Tempat utama penyimpanan energi listrik yang biasa digunakan dalam kehidupan manusia sehari-hari adalah baterai. Namun, baterai

mengandung zat yang dapat mencemari lingkungan, sehingga perlu dilakukan upaya untuk mengurangi dampak limbah baterai dengan mencari pemanfaatan energi alternatif sebagai pengganti energi listrik yang dihasilkan baterai (Alifah *et al.*, 2022).

Permasalahan nyata di atas dapat dijadikan sebuah proyek pembelajaran fisika dengan menggunakan model pembelajaran tertentu. Model pembelajaran yang melibatkan peserta didik pada permasalahan nyata di lingkungan yaitu *Project-Based Learning* (PjBL). Perkembangan terus terjadi pada model PjBL, salah satunya adalah penggabungan PjBL dengan pendekatan tertentu. Guna meningkatkan keterampilan peserta didik, guru harus menggunakan pendekatan pembelajaran yang menekankan aktivitas peserta didik dalam belajar (Puspitasari *et al.*, 2021). Pendekatan yang selaras dengan model pembelajaran PjBL yaitu pendekatan STEM (Ridha *et al.*, 2022). Pendekatan STEM dapat diterapkan untuk mengintegrasikan keterampilan dan konten di abad ke-21 (Abdurrahman *et al.*, 2019). Pendekatan STEM menggabungkan empat disiplin ilmu dengan pengalaman dunia nyata dan teori (Bozkurt *et al.*, 2019). Penggabungan keempat bidang ini dalam proses pembelajaran memungkinkan peserta didik tidak hanya memahami konsep dan matematis, tetapi juga memahami prinsip serta dapat membantu peserta didik memecahkan masalah dan menarik kesimpulan dari pelajaran sebelumnya (Idrus, 2022).

Penggabungan PjBL dan STEM saling melengkapi karena masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan, model PjBL membantu peserta didik belajar membuat produk untuk memahami konsep, sedangkan pada pembelajaran STEM, peserta didik memiliki pengalaman mendesain dan merevisi produk (Purwaningsih *et al.*, 2020). Laboy-Rush (2010) mengembangkan model PjBL-STEM yang mencakup *reflection, research, discovery, application*, dan *communication*. Model PjBL-STEM bertujuan untuk meningkatkan kreativitas, keterampilan pemecahan masalah, keterampilan komunikasi, dan pemahaman mendalam tentang materi pembelajaran (Purwaningsih *et al.*, 2020).

Mengimplementasikan model pembelajaran PjBL-STEM secara efektif, diperlukan media pendukung yang dapat memandu peserta didik dalam menjalankan proyek. Salah satu media tersebut yaitu Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). LKPD berfungsi untuk membimbing peserta didik dalam menjalankan proyek dan biasanya berupa dokumen cetak yang berisi langkah-langkah untuk menyelesaikan tugas yang diberikan. Tugas tersebut harus jelas dan sesuai dengan dasar kompetensi yang ingin dicapai (Hidayati, B. N., dan Zulandri, 2021). LKPD yang dirancang dengan baik dan sesuai dengan tujuan pembelajaran akan membantu peserta didik memahami materi yang diajarkan. Oleh karena itu, LKPD sangat penting dalam mendukung pembelajaran berbasis proyek (Yusuf dan Widyaningsih, 2022).

Sesuai dengan keputusan dari kepala badan standar, kurikulum, dan asesmen pendidikan nomor 033/H/KR/2022, bahwa capaian pembelajaran untuk pelajaran Fisika fase E atau kelas X adalah agar peserta didik dapat responsif terhadap isu-isu global dan ikut serta dalam menyelesaikan masalah. Kemampuan tersebut mencakup proses mengamati, bertanya, memprediksi, merencanakan penyelidikan, menganalisis informasi, mengkomunikasikan hasil proyek sederhana dan mengevaluasi topik mengenai energi alternatif dengan memanfaatkan limbah dan sumber daya alam. Maka dari itu, materi energi alternatif sangat penting untuk diajarkan ke peserta didik, karena membantu peserta didik untuk memahami pentingnya penggunaan energi yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan di masa depan, sehingga dapat mengurangi kerusakan lingkungan (Sumarmi, Aliman, M., dan Mutia, 2021).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Fitrya dkk., (2021), biobaterai yang terbuat dari limbah kulit nanas dapat digunakan untuk menghasilkan elektrolit pada baterai dengan tambahan NaCl. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa tegangan maksimum yang dihasilkan mencapai 2,432 V dengan arus maksimum 0,33 mA, serta lampu LED dapat menyala selama 13 jam. Hal ini disebabkan oleh kandungan asam sitrat dan asam klorida dalam nanas yang berfungsi sebagai elektrolit, mirip dengan cairan elektrolit pada baterai konvensional yang

menggunakan asam sulfat. Sehingga, biobaterai dari limbah kulit nanas dapat menjadi *alternative electricity* untuk mengatasi masalah keterbatasan energi saat ini. Selain itu, proses pembuatan biobaterai dari limbah kulit nanas juga dapat dijadikan proyek dalam penerapan model PjBL-STEM, yang didukung dengan penggunaan LKPD untuk bahan energi alternatif.

Penelitian ini dilatarbelakangi penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Pohan dkk., (2021) yang melakukan pengolahan limbah kulit nanas menjadi biobaterai dan berhasil menghasilkan energi listrik. Namun, proyek tersebut belum diterapkan pada pembelajaran di sekolah dan belum memiliki bahan ajar pendukung, melainkan hanya melakukan percobaan untuk mengetahui tegangan dan kuat arus yang dihasilkan dari pemanfaatan kulit nanas. Hal ini sesuai dengan penelitian Nomleni dkk., (2024), menunjukkan bahwa media pembelajaran seperti LKPD berbasis proyek sangat dibutuhkan dalam pembelajaran. Dengan adanya LKPD peserta didik dapat lebih aktif terlibat dalam proses belajar mengajar sehingga pemahaman terhadap materi yang diajarkan dapat meningkat.

Hasil penelitian pengembangan yang dilakukan oleh Amanda (2025), menunjukkan bahwa LKPD berbasis proyek pengolahan limbah kulit nanas yang dirancang dengan pendekatan pembelajaran berbasis proyek memiliki tingkat kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan yang baik dalam melatih *Creative thinking skills* peserta didik. Keefektifan LKPD tersebut tercermin dari tercapainya indikator kemampuan berpikir kreatif, yaitu *fluency, flexibility, originality, dan Elaboration*, melalui rangkaian kegiatan merancang, melaksanakan, serta melaporkan proyek pengolahan limbah kulit nanas menjadi sumber energi alternatif. Selain itu, keterlibatan peserta didik dalam proyek nyata yang difasilitasi oleh LKPD mampu mendorong keaktifan, kreativitas, dan keterampilan peserta didik selama proses pembelajaran. Namun, penelitian tersebut masih dilakukan pada skala terbatas dan belum sepenuhnya menyesuaikan dengan karakteristik peserta didik SMA serta belum mengkaji efektivitas LKPD dalam konteks pembelajaran fisika secara lebih mendalam, sehingga diperlukan penelitian lanjutan.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, penerapan LKPD berbasis proyek melalui model PjBL-STEM berpotensi melatih *creative thinking skills* peserta didik. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menguji efektivitas LKPD berbasis proyek pengolahan limbah kulit nanas yang diterapkan melalui model PjBL-STEM dalam melatih *creative thinking skills* peserta didik SMA dengan judul “Efektivitas LKPD Berbasis Proyek Pengolahan Limbah Kulit Nanas untuk Melatihkan *Creative thinking skills*”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Bagaimana efektivitas LKPD berbasis proyek pengolahan limbah kulit nanas dalam melatih *creative thinking skills* peserta didik SMA pada materi energi alternatif?
2. Apakah LKPD berbasis proyek pengolahan limbah kulit nanas memiliki efektivitas yang relatif sama dalam melatih *creative thinking skills* peserta didik SMA dengan kemampuan awal yang berbeda?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang dituliskan di atas, maka tujuan pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Mengetahui efektivitas LKPD berbasis proyek pengolahan limbah kulit nanas dalam melatih *creative thinking skills* peserta didik SMA pada materi energi alternatif.
2. Mengetahui efektivitas LKPD berbasis proyek pengolahan limbah kulit nanas dalam melatih *creative thinking skills* peserta didik SMA dengan kemampuan awal yang berbeda.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang diharapkan oleh peneliti dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Bagi Peserta Didik

Melatihkan *creative thinking skills* peserta didik melalui kegiatan proyek yang nyata.

2. Bagi Pendidik

Memberikan contoh penerapan LKPD berbasis proyek yang bisa digunakan untuk meningkatkan *creative thinking skills* peserta didik.

3. Bagi Sekolah

LKPD berbasis proyek ini bisa membantu sekolah membuat pembelajaran lebih menarik, melatih *creative thinking skills*, serta meningkatkan hasil belajar peserta didik.

4. Bagi Peneliti Lain

Memberikan referensi LKPD limbah kulit nanas berbasis *creative thinking skills* sebagai bahan acuan untuk penelitian selanjutnya dengan variabel bebas lainnya sehingga pembahasan akan lebih luas lagi.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Batasan penelitian atau ruang lingkup penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut.

1. LKPD yang digunakan dalam penelitian ini adalah LKPD berbasis proyek yang bertemakan pengolahan limbah kulit nanas, yang dirancang untuk melatih *creative thinking skills* peserta didik sebagaimana yang telah dikembangkan oleh Amanda (2025).
2. Materi yang digunakan pada penelitian ini yaitu energi alternatif khususnya *alternatif electricity* pada kurikulum merdeka. Penelitian ini dilakukan di SMAN 1 Bangunrejo dengan dua kelas, dimana kedua nya merupakan kelas X pada fase E.

3. Penelitian ini berdasarkan sintaks model pembelajaran PjBL-STEM menurut Laboy-Rush (2010) dengan lima tahapan pembelajaran, yaitu tahap *reflection*, *research*, *discovery*, *application*, dan *communication*.
4. *Creative thinking skills* yang digunakan menurut Torrance (2018), yaitu *fluency*, *flexibility*, *originality*, dan *Elaboration*.
5. Keterlaksanaan LKPD berbasis proyek pengolahan limbah kulit nanas pada materi energi alternatif sesuai dengan tahapan pembelajaran berbasis proyek dengan menggunakan model pembelajaran PjBL-STEM yang telah dirancang.
6. Peningkatan *creative thinking skills* peserta didik SMA yang diukur melalui perbandingan hasil sebelum dan sesudah pembelajaran.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Teori

2.1.1 LKPD

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) adalah suatu bahan ajar yang berisi materi ringkasan, dan petunjuk pelaksanaan tugas pembelajaran yang harus dikerjakan oleh peserta didik yang mengacu pada kompetensi dasar dengan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai. LKPD memuat sekumpulan kegiatan mendasarkan yang harus dilakukan oleh peserta didik untuk memaksimalkan pemahaman dalam upaya pembentukan kemampuan dasar sesuai indikator pencapaian hasil belajar yang ditempuh (Nizar *et al.*, 2016). Penggunaan LKPD menjadi salah satu alternatif untuk mengoptimalkan pemahaman konsep dan aktifitas belajar peserta didik (Febriyanti, 2017). Selain itu, LKPD dapat dimanfaatkan untuk mendukung pencapaian akademis, baik sebagai pelengkap buku ajar, sumber informasi tambahan, maupun media pembelajaran yang membantu peserta didik dalam membangun pengetahuan. LKPD yang dirancang dengan baik dan dipadukan dengan metode pembelajaran yang sesuai dapat meningkatkan minat belajar peserta didik (Lee, 2014). Hal ini sesuai dengan empat fungsi LKPD yang ditulis oleh Rosanti *et al.*, (2013) yaitu: a) sebagai bahan ajar yang bisa meminimalkan peran pendidik, namun lebih mengaktifkan peserta didik; b) sebagai bahan ajar yang mempermudah peserta didik untuk memahami materi yang diberikan; c) sebagai bahan ajar yang ringkas dan kaya tugas untuk berlatih; d) memudahkan pelaksanaan proses pembelajaran kepada peserta didik.

Berdasarkan keempat fungsi LKPD yang telah dijelaskan sebelumnya, diketahui bahwa LKPD berperan sebagai salah satu bahan ajar yang dirancang untuk memfasilitasi peserta didik dalam memahami materi secara mandiri dengan sedikit bimbingan guru. Dalam pengembangan LKPD, *hands-on activity* dapat dirancang agar menarik minat peserta didik dalam proses pembelajaran karena peserta didik dapat berpartisipasi aktif dan melihat hasil nyata dari apa yang peserta didik pelajari, sehingga keterlibatan dan motivasi belajar dapat meningkat (Papastergiou, 2009). Pembelajaran aktif melalui *hands-on activity* juga dapat menciptakan pengalaman belajar yang bermakna dan meningkatkan daya ingat peserta didik terhadap materi yang diajarkan (Bonwell and Eison, 1991). Selain itu, *hands-on activity* juga memungkinkan peserta didik untuk menghubungkan pembelajaran dengan kehidupan nyata yang relevan bagi peserta didik sehingga lebih mudah dipahami (Jonassen, 1999).

Ketika menyusun LKPD, terdapat beberapa komponen penting yang perlu diperhatikan agar LKPD dapat digunakan secara efektif dalam proses pembelajaran. Menurut Mirayani (2018), komponen tersebut meliputi judul, petunjuk belajar, kompetensi dasar atau materi pokok, informasi pendukung, langkah kerja atau tugas, serta penilaian. Sementara itu, berdasarkan penelitian Sari dan Lepiyanto (2016), format LKPD idealnya mencakup delapan unsur, yaitu judul, kompetensi yang ingin dicapai, waktu penyelesaian, peralatan atau bahan, informasi ringkas, langkah kerja, tugas yang harus dilakukan, dan laporan hasil yang harus dikerjakan. Unsur tersebut sangat dibutuhkan untuk mendukung keberhasilan penyusunan LKPD sebagai bahan ajar yang efektif.

Terdapat kelebihan dan kekurangan LKPD menurut Sinatra (2013), kelebihanya yaitu: (1) menjadikan peserta didik lebih aktif dalam pembelajaran; (2) meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dengan berpikir dan menggunakan kemampuannya; (3) peserta didik lebih memahami materi pembelajaran karena melakukan praktik dan percobaan secara langsung untuk memecahkan permasalahan yang ada pada LKPD. Adapun kekurangan LKPD, yaitu: (1) peserta didik akan kesulitan menggunakan LKPD apabila petunjuk penggunaannya kurang sesuai; (2) pembuktian secara langsung dengan melakukan

praktik dan percobaan membutuhkan alat yang memadai dan waktu yang panjang, sehingga pembuktian hasil lama didapatkan.

Berdasarkan uraian di atas, LKPD merupakan bahan ajar yang sangat efektif dalam meningkatkan aktivitas belajar dan keterlibatan peserta didik, terutama dalam aktivitas sains. LKPD dengan komponen-komponen yang lengkap, serta tugas-tugas yang spesifik, dapat membantu peserta didik dalam mengembangkan keterampilan dan kemandirian belajarnya. Sejalan dengan hal tersebut, penelitian ini menggunakan LKPD berbasis proyek pengolahan limbah kulit nanas yang dirancang untuk melatih keterampilan berpikir kreatif peserta didik.

2.1.2 PjBL-STEM

Model pembelajaran berbasis proyek (PjBL) melibatkan peserta didik dalam kegiatan berbasis proyek untuk memecahkan masalah. Kelebihan dari model ini adalah bahwa model ini membantu peserta didik memahami konsep fisika karena melibatkan mereka dalam kegiatan pembuatan proyek secara langsung, yang membantu mereka memahami masalah dalam pembelajaran fisika (Ridha *et al.*, 2022). Menurut Purwaningsih (2020) meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, kolaborasi, dan motivasi peserta didik adalah beberapa manfaat dari pengajaran berbasis proyek (PjBL), selain itu peserta didik juga dapat menikmati pembelajaran yang diberikan.

Model PjBL terus mengalami perkembangan, salah satunya adalah penggabungan PjBL dengan pendekatan. Pendekatan STEM dapat diterapkan untuk mengintegrasikan keterampilan dan konten di abad ke-21 (Abdurrahman *et al.*, 2019). STEM-PjBL mendorong peserta didik terlibat aktif dan berpartisipasi dalam proses pembelajaran (Purwaningsih *et al.*, 2020).

STEM adalah pendekatan yang melibatkan sains, teknologi, teknik, dan matematika untuk memahami suatu topik (Hafni *et al.*, 2020). Dengan memanfaatkan keempat bidang ilmu tersebut dalam pembelajaran, peserta didik tidak hanya dapat memahami konsep-konsep matematis, tetapi juga prinsip dan

proses teknologi, serta mampu berinovasi. Pendekatan STEM dapat diterapkan dengan memanfaatkan media pembelajaran yang ada (Puspitasari *et al.*, 2021). Maka sangat mungkin untuk memasukkan bidang *science, technology, engineering, and math* (STEM) ke dalam pembelajaran fisika. Penggunaan ilmu fisika memungkinkan peserta didik lebih sadar akan teknologi dan meningkatkan partisipasi dan daya saing dalam STEM (Nugroho *et al.*, 2019).

Penggabungan PjBL dan STEM saling melengkapi karena masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan (Purwaningsih *et al.*, 2020). Penggabungan STEM dengan PjBL mencakup konten dan konteks, sehingga peserta didik memahami STEM secara keseluruhan. Selain itu, kerangka PjBL membantu mengevaluasi berbagai aplikasi pembelajaran STEM, seperti penilaian mandiri peserta didik, integrasi bidang studi, diskusi peserta didik, dan umpan balik pembelajaran berkualitas tinggi (Ridha *et al.*, 2022). Dengan demikian, STEM-PjBL dapat memotivasi dan mendorong peserta didik untuk berpikir analitis, meningkatkan komunikasi antarteman, dan meningkatkan keterampilan berpikir kreatif (Purwaningsih *et al.*, 2020).

Model PjBL-STEM telah dikembangkan untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah dan keterampilan komunikasi teknologi informasi peserta didik (Purwaningsih *et al.*, 2020). Model PjBL-STEM bertujuan untuk meningkatkan kreativitas, keterampilan pemecahan masalah, keterampilan komunikasi, dan pemahaman mendalam tentang materi pembelajaran (Ridha *et al.*, 2022). Menurut Laboy-Rush (2010), ada 5 tahapan dalam model pembelajaran PjBL-STEM yaitu:

a. *Reflection* (Refleksi)

Tahap ini bertujuan untuk membawa permasalahan yang akan diteliti lebih mendalam oleh peserta didik. Selain itu, tahap ini juga berfungsi untuk mengaitkan pengetahuan yang sudah dimiliki dengan hal-hal yang perlu dipelajari lebih lanjut.

b. *Research*(Riset/Penelitian)

Merupakan kegiatan penelitian yang dilakukan oleh peserta didik terkait topik permasalahan yang diberikan. Kegiatan ini bisa berupa penelitian mandiri peserta didik, pembelajaran sains yang dipandu guru, membaca bahan bacaan terpilih, atau cara lain untuk mengumpulkan informasi dan sumber yang relevan. Dalam penelitian ini, peserta didik memiliki kebebasan untuk menggali informasi dengan memanfaatkan buku, internet, maupun sumber lain yang tersedia.

c. *Discovery* (Penemuan)

Pada tahap penemuan, biasanya terjadi penghubung antara hasil penelitian dan informasi yang sudah diketahui dengan kebutuhan proyek. Dalam beberapa proyek, peserta didik dibagi menjadi kelompok-kelompok kecil yang bekerja sama untuk mencari solusi atas masalah yang ada dan kemudian mempresentasikan solusi yang ditemukan.

d. *Application* (Penerapan)

Tujuan tahap ini adalah membuat model solusi yang memadai untuk menyelesaikan masalah yang diberikan. Dalam beberapa kasus, peserta didik menguji model yang telah dibuat sesuai dengan kriteria yang ditetapkan sebelumnya, dan jika model belum memenuhi persyaratan, peserta didik dapat melakukan perbaikan atau penyempurnaan terhadap model tersebut.

e. *Communication* (Komunikasi)

Pada tahap akhir, model dan solusi yang dibuat dipresentasikan kepada peserta lain. Tahap ini penting karena berfungsi untuk mengembangkan keterampilan komunikasi, kerja sama, serta kemampuan menerima dan menerapkan masukan dari peserta lain.

Berdasarkan tahapan model PjBL-STEM, dapat disusun langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan. Tahapan PjBL-STEM yang diterapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Tahapan PjBL-STEM dalam Penelitian.

Tahapan	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta didik
<i>Reflection</i>	Mengorientasikan peserta didik terkait permasalahan yang ada dilingkungan sekitar.	Mengidentifikasi permasalahan yang ada dilingkungan sekitar.
<i>Research</i>	Memberikan pembelajaran mengenai alat-alat yang akan digunakan oleh peserta didik dalam pembuatan produk sebagai solusi dari permasalahan. Pendidik juga membebaskan peserta didik untuk mencari informasi tambahan dari berbagai sumber untuk kelancaran pembuatan produk.	Menerima pembelajaran mengenai alat yang akan digunakan dalam pembuatan produk, serta mencari informasi tambahan yang dapat menjadi pendukung untuk pembuatan produk yang dijadikan solusi untuk permasalahan yang diangkat oleh peserta didik.
<i>Discovery</i>	Membagi peserta didik kedalam kelompok kecil untuk mendiskusikan terkait solusi yang bisa menjawab permasalahan.	Melakukan diskusi bersama kelompoknya masing-masing untuk menemukan dan menentukan solusi terbaik untuk mengatasi permasalahan yang diangkat.
<i>Application</i>	Mendampingi peserta didik dalam proses pembuatan produk sebagai solusi dari permasalahan.	Mulai membuat produk yang telah direncanakan bersama kelompoknya masing-masing, menguji produk hingga berhasil sesuai dengan produk yang akan dibuat.
<i>Communication</i>	Guru meminta peserta didik untuk menyusun laporan, mempresentasikan dan mendemonstrasikan produk yang telah dibuat oleh masing-masing kelompok.	Mempresentasikan dan mendemonstrasikan produk yang telah dibuatnya kepada guru dan peserta didik lainnya.

(Laboy-Rush 2010)

Tahapan PjBL-STEM dapat melatih *creative thinking skills* karena peserta didik dilibatkan secara aktif dalam pemecahan masalah nyata. Pada tahap *reflection* dan *research*, peserta didik mengidentifikasi permasalahan limbah kulit nanas serta mencari informasi terkait pengolahannya. Melalui LKPD berbasis proyek, peserta didik diarahkan untuk mengemukakan dan mengembangkan ide sebagai solusi, sehingga kemampuan menghasilkan gagasan dan berpikir fleksibel dapat dilatihkan.

Pada tahap *discovery*, *application*, dan *communication*, peserta didik merancang, membuat, serta mengomunikasikan produk hasil pengolahan limbah kulit nanas. LKPD berfungsi sebagai panduan sistematis dalam perancangan hingga pelaporan proyek. Rangkaian tahapan tersebut melatih peserta didik untuk mengembangkan ide menjadi produk nyata dan menyampaikan hasil pemikirannya, sehingga *creative thinking skills* dapat terlatih melalui penerapan PjBL-STEM.

2.1.3 *Creative thinking skills*

Creative thinking skills atau keterampilan berpikir kreatif adalah kemampuan seseorang dalam mengembangkan, menemukan, atau menggabungkan kembali data, informasi, maupun elemen yang sudah ada menjadi sesuatu yang baru dan bermanfaat. Proses ini dilakukan dengan melihat suatu permasalahan dari berbagai sudut pandang untuk menghasilkan solusi yang efektif dan inovatif. *Creative thinking skills* menurut Syahrir (2016), merupakan keterampilan yang ditujukan untuk menghasilkan ide atau cara baru dalam menghasilkan suatu produk berdasarkan masalah-masalah yang menantang. *Creative thinking skills* bisa dilihat dari bagaimana peserta didik memecahkan suatu permasalahan yang ada.

Creative thinking skills dan kreativitas memiliki perbedaan dari segi fokus dan hasil yang dihasilkan. *Creative thinking skills* lebih menekankan pada proses atau keterampilan berpikir seseorang dalam menghasilkan ide, gagasan, maupun solusi baru secara fleksibel dan sistematis untuk menyelesaikan suatu permasalahan (Ramdani *et al.*, 2021). Sementara itu, kreativitas lebih mengarah pada kemampuan individu dalam menghasilkan sesuatu yang baru dan bernilai, baik berupa ide, produk, maupun karya (Aziz, 2023). Dengan demikian, *creative thinking skills* menjadi salah satu aspek penting dalam mengembangkan kreativitas peserta didik dalam pembelajaran.

Creative thinking skills menjadikan seseorang lebih peka terhadap masalah masalah tertentu, kekurangan, kesenjangan pengetahuan, ketidakharmonisan, dan

unsur-unsur yang hilang. Hal tersebut membantu seseorang dalam menemukan masalah, mencari solusi, membuat perkiraan atau merumuskan hipotesis, memodifikasi, menguji ulang, dan terakhir mengkomunikasikan hasil yang efektif dengan baik (Al-sulaiman, 2009). Indikator *creative thinking skills* menurut Torrance (2018), yaitu *fluency* (kelancaran), *flexibility* (keluwesan), *originality* (keaslian), dan *Elaboration* (peguraian).

Menurut Al-sulaiman (2009), *fluency* (kelancaran) adalah kemampuan untuk menghasilkan sebanyak mungkin kata-kata yang bermakna. Terdapat dua faktor kefasihan yaitu kefasihan verbal (yang ditunjukkan oleh jumlah ujaran) dan kefasihan ideasional (yang menggambarkan tingkat kecepatan dalam memberikan sejumlah besar ide, terlepas dari kualitas respons). Hal yang penting disini yaitu terkait jumlah respons dan ide daripada kata-kata tunggal.

Indikator *flexibility* (keluwesan) menurut Al-sulaiman (2009) merupakan kemampuan seseorang untuk berpindah dari satu kelompok ke kelompok lainnya, sehingga mengekspresikan fleksibilitas mental serta kemudahan posisi mental. Terdapat dua jenis fleksibilitas yaitu fleksibilitas spontan dan fleksibilitas adaptif. Fleksibilitas spontan adalah kemampuan untuk menghasilkan sekelompok pemikiran yang beragam tanpa adanya dormansi dan kelembaman. Fleksibilitas adaptif adalah kemampuan untuk memfasilitasi pemecahan masalah yang menjadi lebih jelas ketika masalah tersebut membutuhkan solusi yang luar biasa.

Selain itu, Al-sulaiman (2009) juga mengatakan bahwa *originality* (keaslian) adalah hal-hal yang mengacu pada ide-ide baru yang dihasilkan oleh orang yang kreatif, di mana ia menghasilkan respons yang tidak lazim, tidak bertentangan, dan dapat diterima secara bersamaan dengan kecenderungan untuk memberikan asosiasi ide yang luas. Kemampuan ini dapat didefinisikan secara kuantitatif dalam hal respons yang tidak biasa namun dapat diterima ketika muncul sebagai respons terhadap stimulus tertentu.

Elaboration (penguraian) merupakan kemampuan untuk menambahkan detail dan makna pada solusi dan pemikiran orisinal (Al-sulaiman, 2009).

Adapun aspek dan aktivitas keterampilan berpikir kreatif dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Aspek dan Aktivitas Keterampilan Berpikir Kreatif.

Aspek (1)	Aktivitas (2)
<i>Fluency</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Mengidentifikasi tiga masalah berdasarkan wacana atau informasi. b. Menyusun tiga rumusan masalah berdasarkan wacana atau informasi pada kondisi tertentu. c. Menuliskan tiga gagasan tentang proyek yang akan dilakukan dalam menyelesaikan masalah.
<i>Flexibility</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Menyusun tiga gagasan tentang tujuan yang ingin dicapai dalam melakukan proyek tersebut. b. Menuliskan tiga gagasan tentang pentingnya proyek yang akan dilakukan.
<i>Originality</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Membuat rancangan atau desain proyek. b. Menyusun daftar alat dan bahan yang akan digunakan pada proyek. c. Menuliskan ide mengenai variasi atau campuran bahan yang berbeda dalam proyek. d. Menjelaskan prosedur pelaksanaan proyek. e. Menyusun jadwal kegiatan proyek secara lengkap, mencakup waktu, tempat dan cara pelaksanaan selama melaksanakan proyek. f. Mengusulkan pembagian tugas dalam kelompok proyek yang akan dilakukan disertai deskripsi tugas setiap individu. g. Menuliskan langkah-langkah atau prosedur kerja yang akan dilakukan dalam melaksanakan proyek. h. Menyiapkan dan merakit alat serta bahan yang dibutuhkan. i. Melaksanakan praktik secara langsung untuk membuktikan keberhasilan produk yang dibuat. j. Menuliskan fungsi dan kegunaan setiap komponen alat yang telah dirancang. k. Mendokumentasikan setiap pelaksanaan kegiatan proyek. l. Mengumpulkan informasi mengenai metode atau cara untuk menguji hasil produk.
<i>Elaboration</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Menyusun laporan secara sistematis berdasarkan hasil proyek yang telah dilaksanakan. b. Merumuskan kendala-kendala yang dialami selama menyelesaikan proyek. c. Mempresentasikan hasil proyek didepan kelas untuk memperoleh umpan balik dan masukan dari pendidik maupun dari kelompok lain.

Secara umum *creative thinking skills* dapat diukur melalui beberapa aspek, yaitu *fluency*, *flexibility*, *originality* dan *Elaboration*. Aspek-aspek tersebut membantu

dalam menilai keterampilan kreatif seseorang, serta memberikan gambaran yang utuh tentang potensi kreatif yang dimilikinya.

2.1.4 *Problem Solving*

Problem solving merupakan suatu pendekatan pembelajaran yang menekankan pada kemampuan peserta didik dalam memecahkan masalah melalui proses berpikir secara sistematis. Dalam pembelajaran ini, peserta didik diberikan kesempatan untuk menganalisis permasalahan, mencari informasi yang relevan, serta menemukan solusi yang tepat. Melalui kegiatan tersebut, peserta didik tidak hanya berperan sebagai penerima informasi, tetapi juga aktif dalam membangun pengetahuannya sendiri melalui proses penyelidikan dan pemecahan masalah.

Menurut Hasibuan dan Hakim (2022) *problem solving* atau pemecahan masalah merupakan proses untuk mengatasi kesulitan yang dihadapi guna memperoleh solusi yang diharapkan. Dalam prosesnya, peserta didik dituntut untuk mampu memahami masalah, merencanakan penyelesaian, melaksanakan penyelesaian, serta meninjau kembali hasil yang diperoleh. Sejalan dengan itu, Sanjaya (2022) menyatakan bahwa pembelajaran *problem solving* merupakan strategi pembelajaran yang berorientasi pada aktivitas intelektual peserta didik dalam menemukan solusi terhadap suatu masalah secara ilmiah dan sistematis. Melalui proses tersebut, peserta didik dilatih untuk mengidentifikasi masalah, mengumpulkan informasi, mengembangkan berbagai alternatif solusi, serta menentukan solusi yang paling tepat.

Pendekatan *problem solving* juga dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran karena mendorong mereka untuk aktif berdiskusi, mengemukakan ide, serta bekerja sama dalam menyelesaikan permasalahan yang diberikan. Pembelajaran menjadi lebih bermakna karena peserta didik memperoleh pengalaman langsung dalam proses pemecahan masalah. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Damar dkk. (2024) yang menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran *problem solving* dapat

meningkatkan hasil belajar peserta didik karena mereka terlibat secara aktif dalam proses analisis dan penyelesaian masalah. Dalam konteks pembelajaran berbasis proyek, pendekatan problem solving sangat relevan karena peserta didik dihadapkan pada permasalahan nyata yang harus diselesaikan melalui kegiatan proyek. Oleh karena itu, penerapan LKPD berbasis proyek yang memuat aktivitas pemecahan masalah diharapkan dapat melatih *creative thinking skills* peserta didik, khususnya dalam menghasilkan ide dan solusi inovatif.

2.1.5 *Ill-Structured Problem*

Ill-structured problem merupakan jenis permasalahan yang tidak terdefinisi secara jelas serta memiliki informasi yang tidak lengkap dalam pernyataan masalahnya. Menurut Chi, Feltovich, dan Glaser (1981) dalam Jonassen (1997), *ill-structured problem* menggambarkan permasalahan yang tidak memiliki batasan yang jelas sehingga informasi yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah tidak sepenuhnya tersedia dalam pernyataan masalah tersebut. Permasalahan jenis ini umumnya muncul dalam konteks kehidupan nyata sehingga menuntut individu untuk menafsirkan situasi permasalahan secara mandiri sebelum menentukan solusi yang tepat.

Dalam praktiknya, *ill-structured problem* sering ditemukan dalam situasi sehari-hari yang kompleks dan tidak memiliki satu jawaban yang pasti. Permasalahan ini biasanya bersifat terbuka sehingga memungkinkan munculnya berbagai alternatif solusi. Oleh karena itu, proses penyelesaian masalah tidak bersifat konvergen, melainkan dapat menghasilkan beragam kemungkinan penyelesaian yang bergantung pada sudut pandang dan penalaran individu dalam memahami permasalahan yang dihadapi.

Selain itu, penyelesaian *ill-structured problem* juga menuntut peserta didik untuk mengemukakan pendapat atau keyakinan terhadap permasalahan yang diberikan. Dalam proses pemecahan masalah, peserta didik diharapkan mampu menyampaikan alasan serta memberikan alasan yang logis terhadap solusi yang

dipilih. Hal ini menunjukkan bahwa penyelesaian *ill-structured problem* merupakan aktivitas yang menghargai keunikan pemikiran setiap individu dalam memandang suatu permasalahan (Meacham and Emont, 1989).

Karakteristik lain dari *ill-structured problem* adalah tujuan penyelesaian yang tidak dirumuskan secara spesifik, batasan masalah yang tidak sepenuhnya dijelaskan, serta adanya kemungkinan lebih dari satu solusi yang dapat diterima. Permasalahan ini biasanya berkaitan dengan situasi nyata sehingga memerlukan pertimbangan berbagai alternatif solusi yang sesuai dengan konteks permasalahan yang dihadapi (Patil dkk., 2025).

Berdasarkan uraian tersebut, *ill-structured problem* merupakan permasalahan yang berkaitan dengan konteks kehidupan nyata dan dapat melibatkan peserta didik secara aktif dalam proses pembelajaran. Dalam penelitian ini, *ill-structured problem* diintegrasikan dalam LKPD yang digunakan pada pembelajaran dengan model Project Based Learning (PjBL)-STEM Laboy-Rush. Permasalahan yang disajikan dalam LKPD dirancang dalam bentuk fenomena kontekstual yang mendorong peserta didik untuk mengamati, mengemukakan prediksi, serta merumuskan masalah. Melalui kegiatan tersebut, peserta didik diharapkan dapat mengembangkan *creative thinking skills* dengan mengeksplorasi berbagai ide dan solusi terhadap permasalahan yang diberikan sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna.

2.1.6 Well-Structured Problem

Tipe masalah yang sering digunakan dalam pembelajaran adalah tipe *well-structured problem*, dimana tipe masalah ini terstruktur dengan baik memiliki tujuan yang jelas dan solusi yang diketahui. Tipe *well-structured problem* memiliki peluang hasil belajar yang lebih baik dibandingkan dengan *ill-structured problem* dipengaruhi oleh langkah-langkah pembelajaran yang dilakukan. Penggunaan tipe *well-structured problem* memiliki penyelesaian masalah yang

fokus pada setiap individu maupun kolektif dalam kelompok yang bekerja sama dengan instruksi yang diberikan dengan jelas (Yohanangingtyas, 2024).

Well-structured problem dapat diselesaikan dengan menggunakan sejumlah aturan dan prinsip yang terbatas, seperti prinsip-prinsip fisika dan prosedur yang terorganisir dengan baik (Larkin *et al.*, 1980). Masalah ini sering kali ditandai dengan situasi yang disederhanakan dan ideal, yang memiliki sedikit atau tidak ada hubungan dengan pengalaman dunia nyata peserta didik. Dalam konteks pendidikan fisika, *well-structured problem* biasanya ditemukan dalam buku teks dan memiliki solusi yang sudah diketahui dan unik. Peserta didik cenderung menggunakan strategi "*plug and chug*" untuk menyelesaikan masalah ini, yang berarti mereka memasukkan nilai-nilai ke dalam rumus tanpa pemahaman konseptual yang mendalam (Dufresne *et al.*, 1992). Peneliti mengintegrasikan *well-structured problem* dalam penelitian ini, khususnya pada tahap generalisasi, dimana peserta didik dituntut menyelesaikan masalah keseharian dengan implementasi *useful description, physics approach, specific application of physics, mathematical procedures, dan logica progression*. Sehingga hal ini diharapkan dapat melatih *creative thinking skills* peserta didik, membantu mereka dalam memahami setiap konsep yang akan telah dipelajari.

2.1.7 Teori Belajar Konstruktivisme

Konstruktivisme dapat diartikan sebagai teori yang bersifat membangun. Konstruktivisme merupakan salah satu pembelajaran yang memperhatikan bagaimana konsep itu dibentuk oleh peserta didik dengan menggunakan kemampuan menalar dan mempertemukan antar komponen yang dapat diukur dan diketahui secara relatif untuk mendalami pengetahuan yang sebenarnya (M. Mulyadi, 2022). Melalui pendekatan ini, peserta didik diharapkan lebih aktif dalam mengaitkan pembelajaran dengan pengalaman nyata, sehingga makna belajar menjadi lebih dalam dan relevan (Suparlan, 2019). Dalam pembelajaran konstruktivisme, guru berperan sebagai fasilitator yang memberikan ruang bagi peserta didik untuk mengembangkan pengetahuannya secara mandiri melalui model pembelajaran yang dirancang (Mustafa dan Roesdiyanto, 2021). Salah satu

pendekatan dalam teori konstruktivisme adalah *social cultural constructivist theory* yang dikemukakan oleh Vygotsky, yang menekankan pentingnya interaksi sosial dalam membentuk pengetahuan.

a. Teori Belajar Konstruktivis Sosial

Teori konstruktivisme sosial yang dikembangkan oleh Vygotsky, menyatakan bahwa perkembangan kognitif individu terbentuk melalui interaksi dengan lingkungan sosial dan budaya di sekitarnya (Utami, 2016). Vygotsky menekankan bahwa faktor sosial dan kultural memainkan peran penting dalam membentuk cara berpikir seseorang. Santrock dalam Sutisna dan Laiya (2020) juga menjelaskan bahwa konstruktivisme sosial membantu peserta didik membangun pemahamannya melalui keterlibatan langsung dengan lingkungan sosial. Dalam pendekatan ini, peserta didik didorong untuk mengembangkan pengetahuannya secara aktif, termasuk melalui diskusi dan kerja sama dengan teman sebayanya. Pembelajaran juga difokuskan pada *Zone of Proximal Development (ZPD)*, yaitu tahap perkembangan di mana peserta didik dapat mencapai pemahaman yang lebih tinggi melalui bimbingan atau interaksi sosial (Vygotsky, 1989).

Konsep *Zone of Proximal Development (ZPD)* menjelaskan adanya rentang antara kemampuan aktual peserta didik ketika bekerja secara mandiri dan kemampuan potensial yang dapat dicapai melalui bantuan guru atau teman sebaya yang lebih kompeten. Perkembangan kognitif akan berlangsung optimal apabila pembelajaran dirancang dalam zona tersebut, sehingga peserta didik memperoleh dukungan yang sesuai dengan kebutuhannya. Dengan demikian, interaksi sosial tidak hanya berfungsi sebagai sarana pertukaran gagasan, tetapi juga merupakan mekanisme penting dalam proses internalisasi konsep dan pembentukan struktur kognitif yang lebih kompleks (Swastika dan Indah, 2025). Temuan penelitian juga menunjukkan bahwa pembelajaran yang memfasilitasi peserta didik yang berada di ZPD mampu meningkatkan aktivitas belajar dan pemahaman konsep secara signifikan, karena peserta didik memperoleh dukungan yang terarah dalam menyelesaikan tugas yang menantang (Nastiti, 2024).

Implementasi praktis dari konsep ZPD dalam pembelajaran dikenal dengan istilah *scaffolding*, yaitu pemberian bantuan secara bertahap dan terstruktur kepada peserta didik saat menangani tugas yang berada sedikit di atas kemampuan aktualnya. Bantuan tersebut dapat berupa pertanyaan penuntun (*probing prompting*), pemberian contoh, umpan balik, arahan konseptual, maupun dukungan motivasi. Seiring bertambahnya pemahaman peserta didik, bantuan tersebut secara perlahan dikurangi (*fading*) hingga peserta didik mampu menyelesaikan tugas secara mandiri. Penelitian yang dilakukan oleh Nastiti (2024) menunjukkan bahwa penerapan *scaffolding* berdampak positif terhadap peningkatan aktivitas belajar dan hasil belajar peserta didik, karena bantuan yang diberikan secara sistematis mampu membantu peserta didik membangun pemahaman secara bertahap hingga mencapai kemandirian belajar.

Teori konstruktivis sosial menjelaskan bahwa pengetahuan terbentuk melalui interaksi sosial dalam komunitas belajar, terutama melalui kegiatan kelompok kecil. Dalam hal ini, guru berperan sebagai fasilitator dalam proses pembelajaran, sementara peserta didik bertanggung jawab dalam menyelesaikan masalah secara mandiri. Menurut Akpan *et al* (2020) menekankan pentingnya peran guru sebagai pembimbing yang mengarahkan pembelajaran agar berpusat pada peserta didik, dilaksanakan secara kolaboratif, serta mendorong peserta didik menjadi aktif dalam membangun pengetahuannya. Oleh karena itu, melalui kegiatan belajar kelompok yang melibatkan pengalaman langsung, kerja sama antar peserta didik, dan bimbingan guru berkualitas, proses pembelajaran dapat menjadi lebih bermakna.

Berdasarkan uraian di atas, dapat diketahui bahwa teori konstruktivisme sosial menekankan pentingnya interaksi sosial, kolaborasi, serta pemberian bantuan disusun dalam mengembangkan pemahaman peserta didik. Penggunaan LKPD yang dirancang selaras dengan teori ini, karena memberikan ruang bagi peserta didik untuk memperoleh pengalaman belajar melalui interaksi sosial, baik

dalam kelompok maupun lingkungan sekitar. Selain itu, LKPD tersebut juga mendorong peserta didik untuk mengeksplorasi, bekerja sama, dan memahami berbagai sudut pandang, sehingga dapat meningkatkan pemahaman terhadap materi pembelajaran.

b. Teori Belajar Bermakna Ausubel

Pembelajaran bermakna merupakan suatu proses menghubungkan informasi baru pada konsep-konsep relevan yang terdapat dalam struktur kognitif seseorang. Pembelajaran bermakna diawali dengan pengamatan, di mana konstruksi pengetahuan dimulai dengan pengamatan dari peristiwa dan objek melalui konsep-konsep yang sudah dimiliki. Peserta didik harus menghubungkan pengetahuan yang disusun oleh peserta didik berdasarkan struktur kognitif yang dimiliki peserta didik, sehingga peserta didik mampu menghubungkan pengetahuan baru yang diperoleh dengan struktur kognitif yang telah mereka miliki sebelumnya (Ausubel and Fitzgerald, 1964).

Novak (2018) menyatakan bahwa ada tiga persyaratan yang diperlukan agar berlangsungnya suatu pembelajaran bermakna, yaitu: a) materi yang dipelajari harus bermakna secara potensial, artinya materi harus memiliki kebermaknaan logis, konsisten dengan yang telah diketahui peserta didik, dan harus sesuai dengan tingkat perkembangan dalam struktur kognitif peserta didik; b) harus memiliki konsep dan proposisi yang relevan dalam struktur kognitifnya; c) peserta didik harus memilih untuk menghubungkan dan mengintegrasikan pengetahuan baru dengan pengetahuan yang telah dimiliki yang relevan dalam struktur kognitifnya. Selain itu, guru juga harus memastikan bahwa pembelajaran tidak dipelajari secara menghafal. Melalui penemuan masalah baru yang dihubungkan dengan pengalaman belajar yang dimiliki sebelumnya, serta menciptakan hubungan antara ide dan konsep yang sedang peserta didik pelajari, pembelajaran yang mengondisikan peserta didik untuk membangun makna dengan fokus pada aktivitas yang menggunakan pengetahuan akan berdampak pada terlatihnya *creative thinking skills* peserta didik.

Berdasarkan teori tersebut, dapat dipahami bahwa konstruktivisme menekankan pada peran aktif peserta didik dalam mengkonstruksi pengetahuan melalui pengalaman yang bermakna. Oleh karena itu, penelitian ini menerapkan LKPD berbasis proyek pengolahan limbah kulit nanas sebagai media untuk melatih keterampilan berpikir kreatif, karena sesuai dengan prinsip pembelajaran konstruktivis yang kontekstual dan berorientasi pada pemecahan masalah nyata.

2.1.8 Limbah Kulit Nanas

Nanas merupakan salah satu buah tropis yang tumbuh di Indonesia. Badan Pusat Statistik (BPS) melaporkan bahwa Indonesia memproduksi nanas sebanyak 3.156.576 juta ton pada tahun 2023. Sementara itu, Provinsi Lampung merupakan salah satu produsen nanas terbesar di Indonesia pada tahun 2023, yang telah memproduksi 722.847 ton terkhusus di Kabupaten Lampung Tengah yang merupakan salah satu daerah dengan produksi nanas tertinggi di Provinsi Lampung. Industri ini memasarkan nanas dalam kemasan kaleng hingga ke 65 negara dengan produksi nanas hingga 2500 ton per harinya, dengan 10% dari total produksi tersebut merupakan kulit nanas (The Economics, 2023). Meskipun limbah kulit yang dihasilkan sudah dimanfaatkan menjadi pakan ternak, namun jika jumlah produksinya terus meningkat, maka akan menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan maupun pemborosan sumber daya.

Berdasarkan beberapa hasil penelitian, limbah kulit nanas yang tidak dikelola dengan baik menjadi salah satu faktor penyebab pencemaran lingkungan. Selama ini, pemanfaatan limbah kulit nanas masih tergolong rendah, sehingga dapat menimbulkan bau tidak sedap yang mencemari lingkungan sekitar. Jika tidak ditangani dengan tepat, limbah ini juga berpotensi menjadi tempat berkembangnya sumber penyakit. Menurut Ibrahim dkk., (2016), kulit buah nanas mengandung berbagai senyawa kimia. Kandungan kulit buah nanas dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan Senyawa Kulit Nanas.

Kandungan	Kadar/Keterangan
Kadar air	81,72%
Serat kasar	20,87%
Karbohidrat	17,53%
Protein	4,41%
Gula reduksi	13,65%
Vitamin C	Tinggi, berperan sebagai antioksidan alami
Senyawa fitokimia	Mengandung alkaloid, fenol, tanin, flavonoid dan saponin
Mineral	Mengandung mangan dalam jumlah yang cukup tinggi

Menurut penelitian Djamalu dkk., (2019), kandungan karbohidrat dan gula reduksi yang ada pada nanas akan menghasilkan asam. Kandungan asam nanas tersebut yaitu asam malat, asam oksalat, dan didominasi oleh asam sitrat sebesar 78%. Maka dari itu, limbah kulit nanas berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan yaitu alternative electricity berupa biobaterai.

Kandungan kimia pada limbah kulit nanas menurut penelitian Fitriya dkk., (2023), diketahui bahwa terdapat kandungan asam aksorbat yang menghasilkan ion-ion yang dapat bergerak dan menghasilkan arus listrik, sehingga dapat berperan sebagai elektrolit dalam biobaterai. Kandungan asam sitrat juga merupakan komponen penting dalam kulit nanas yang dapat berperan sebagai elektrolit, karena membantu proses elektrokimia yang terjadi dalam biobaterai. Selain itu, senyawa Nicotinamide Adenosine Dinucleotide Hydrogen (NADH) pada kulit nanas yang dapat menghasilkan sel energi sebagai elektrolit biobaterai, sehingga berperan pula sebagai sumber energi dalam biobaterai.

Berdasarkan pemaparan di atas, pemanfaatan limbah kulit nanas sebagai bahan dasar pembuatan biobaterai merupakan salah satu bentuk inovasi dalam memanfaatkan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan. Limbah ini dapat diolah menjadi karbon aktif yang berfungsi sebagai elektrolit dalam baterai. Biobaterai yang berasal dari limbah organik seperti kulit nanas dapat menjadi solusi berkelanjutan terhadap permasalahan energi dan lingkungan. Dikarenakan limbah kulit nanas bersifat mudah terurai secara alami, maka masalah limbah elektronik yang dihasilkan dari baterai konvensional dapat berkurang.

2.1.9 *Alternatif Electricity*

Energi alternatif merupakan sumber energi selain bahan bakar fosil, seperti minyak bumi, batu bara dan gas alam yang umumnya dapat terbarukan dan lebih ramah lingkungan. Energi alternatif meliputi energi surya, angin, air, biomassa, biogas dan panas bumi, yang dapat diperbarui dan tidak akan cepat habis jika pengelolaannya sudah baik dan benar. Selain itu, energi alternatif memiliki keunggulan dalam mengurangi emisi gas rumah kaca, mengurangi ketergantungan pada sumber energi impor dan menurunkan dampak negatif terhadap lingkungan. Karena sifatnya yang lebih bersih dan berkelanjutan, energi alternatif menjadi pilihan strategis dalam upaya mengganti atau memodifikasi sumber energi konvensional yang menggunakan logam berat dan bahan kimia berbahaya. Salah satu inovasi energi alternatif yang bisa dicoba adalah biobaterai, yaitu perangkat penyimpanan energi yang memanfaatkan bahan alami sebagai sumber elektrokimia pengganti bahan sintetis.

Baterai sendiri merupakan salah satu alternatif yang diciptakan dan dikembangkan untuk membantu memenuhi kebutuhan energi listrik. Baterai merupakan alat yang dapat menghasilkan listrik yang penggunaannya tidak dapat dipisahkan dari peralatan rumah tangga (Nurannisa dkk., 2021). Baterai melibatkan perpindahan elektron melalui suatu media penghantar dari dua buah elektroda (anoda dan katoda), sehingga menghasilkan arus listrik dan perbedaan potensial. Komponen utama baterai terdiri atas elektroda dan elektrolit (Imama, 2015). Komponen baterai terdiri dari seng sebagai anoda, karbon sebagai katoda, dan elektrolit yang digunakan adalah pasta campuran MnO_2 , serbuk karbon, dan NH_4Cl (Ristiono, 2021). Baterai termasuk bahan yang mengandung bahan berbahaya dan beracun seperti bahan anorganik yaitu nikel, cadmium, timbal, dan merkuri sehingga berpotensi mencemari lingkungan. Oleh karena itu, penggunaan sumber energi alternatif terbarukan berbasis bahan alam dapat berpotensi tidak mencemari lingkungan (Kurniawan dkk., 2023). Upaya untuk mengganti bahan kimia yang terdapat pada baterai dapat dilakukan dengan memanfaatkan limbah organik (Salafa dkk., 2020).

Berdasarkan penelitian Jauharah (2013), limbah organik seperti buah buahan dan sayuran dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif terbarukan dalam bentuk biobaterai karena memiliki sifat elektrik yang banyak mengandung elektrolit. Sehingga, upaya mengurangi atau mengganti penggunaan baterai konvensional dapat dilakukan dengan pemanfaatan limbah organik sebagai sumber energi *alternative electricity*. Sumber daya *alternative electricity* yang melimpah di Indonesia dapat berasal dari limbah buah-buahan, limbah sayuran, dan limbah lainnya. Limbah yang dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif salah satunya yaitu limbah kulit nanas. Seperti yang diketahui, bahwa Indonesia merupakan negara penghasil buah-buahan dan makanan yang cukup besar, sehingga akan menghasilkan limbah yang cukup banyak pula (Fatimah *et al.*, 2023). Dari data sebelumnya, terdapat industri nanas terbesar di Indonesia bahkan menjadi industri nanas terbesar kedua dunia yang berada di Provinsi Lampung. Data tersebut dapat menjadi peluang besar untuk memanfaatkan limbah kulit nanas sebagai sumber *alternative electricity*.

Berdasarkan pemaparan di atas, pemanfaatan kulit buah sebagai *alternative electricity* memiliki potensi besar dalam menyediakan energi listrik yang ramah lingkungan dan terbarukan. Dengan adanya penelitian lanjutan serta pengembangan teknologi yang lebih efektif, limbah organik seperti kulit buah dapat diolah menjadi sumber energi listrik. Inovasi ini dapat menjadi solusi alternatif untuk memenuhi kebutuhan listrik di masa depan, khususnya melalui pemanfaatan limbah kulit nanas, sehingga dapat mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil.

2.2 Penelitian Relevan

Dalam penelitian ini, peneliti merujuk pada beberapa studi yang relevan sebagai sumber referensi yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Penelitian yang Relevan

Nama Peneliti	Nama Jurnal	Judul Artikel	Hasil Penelitian
(Pohan dkk., 2021)	<i>Journal of Islamic Science and</i>	Pengaruh Variase Elektroda Terhadap Kelistrikan Sari Kulit	Hasil penelitian dalam jurnal ini menunjukkan bahwa sari kulit nanas

Nama Peneliti	Nama Jurnal	Judul Artikel	Hasil Penelitian
	<i>Technology</i> (JISTech)	Nenas (<i>Ananas Comosus</i>) Sebagai Biobaterai	<i>(Ananas comosus)</i> dapat digunakan sebagai solusi elektrolit untuk menghasilkan energi listrik melalui biobaterai. Penelitian ini menguji berbagai pasangan elektroda (tembaga-zink, tembaga-besi, dan tembaga-aluminium) dengan variasi volume larutan.
(Toruan <i>et al.</i> , 2024)	Circuit: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro	<i>Development of Bio Batteries Utilizing Coconut Dregs and Pineapple Extract as Alternative Energy Sources</i>	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ampas kelapa dan sari buah nanas dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku bio-baterai. Dengan 40 ml sari nanas dan 5 g ampas kelapa, bio-baterai ini menghasilkan tegangan maksimum 0,54 V dan arus 0,71 mA. Penambahan sari nanas meningkatkan output listrik, menegaskan potensi bahan ini sebagai sumber energi alternatif yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.
(Diawati <i>et al.</i> , 2017)	AIP <i>Conference Proceedings</i>	<i>Students' Construction of a Simple Steam Distillation Apparatus and Development of Creative thinking skills: A Project Based Learning</i>	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek (PjBL) dapat mengembangkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik. Peserta didik berhasil membangun alat distilasi uap sederhana dan merasa lebih memahami konsep yang diajarkan. Namun, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dan menerapkan PjBL pada konsep-konsep lain.
(Fitrya <i>et al.</i> , 2021)	Jurnal Ilmu Fisika	<i>Environmentally Friendly Emergency Lighting System Using Bio Batteries from Pineapple Skin Waste as Energy Source</i>	Hasil penelitian ini mengeksplorasi limbah kulit nanas sebagai bahan baku bio-baterai, menggunakan pasta kulit nanas sebagai elektrolit dan elektroda tembaga (Cu) serta seng (Zn). Bio-baterai ini mampu menghasilkan tegangan maksimum 2,410 volt dan arus maksimum 0,12 mA, dengan LED menyala selama 14 jam.

Nama Peneliti	Nama Jurnal	Judul Artikel	Hasil Penelitian
(Supriatna dk., 2020)	Jurnal <i>Online</i> STIT Rakeyan Santang	Upaya Meningkatkan Hasil Belajar IPA Materi Energi Alternatif Melalui Penerapan Model <i>Project Based Learning</i>	<p>Penambahan sodium bikarbonat dan garam meningkatkan output, sementara pasta yang difermentasi juga menunjukkan hasil yang baik. Penelitian ini menegaskan potensi bio-baterai dari limbah kulit nanas sebagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan untuk sistem pencahayaan darurat.</p> <p>Hasil dari penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan pada hasil belajar IPA siswa kelas IV pada materi Energi Alternatif menerapkan model pembelajaran berbasis proyek (PjBL). Penerapan model ini dikatakan berhasil, terbukti dari peningkatan nilai rata-rata siswa dari 58,75 pada pra siklus menjadi 78,33 pada siklus II, serta persentase ketuntasan belajar yang meningkat dari 16,67% menjadi 83,33%. Hal ini menunjukkan bahwa PjBL efektif dalam meningkatkan partisipasi siswa dan pemahaman mereka terhadap materi yang diajarkan.</p>

Berdasarkan penelitian relevan yang telah dipaparkan, diketahui bahwa kajian tentang pemanfaatan limbah kulit nanas sebagai biobaterai telah banyak menekankan pada aspek produk dan hasil kelistrikan yang dihasilkan. Di sisi lain, penelitian mengenai penerapan *Project Based Learning* (PjBL) lebih banyak berfokus pada peningkatan hasil belajar atau *creative thinking skills* secara umum. Namun, penelitian-penelitian tersebut belum secara khusus mengintegrasikan pengolahan limbah kulit nanas dalam bentuk perangkat pembelajaran yang terstruktur untuk mengukur *creative thinking skills* peserta didik.

Penelitian ini merupakan kelanjutan dari penelitian yang dilakukan oleh Amanda (2025) dengan judul “Pengembangan LKPD Berbasis Proyek Pengolahan Limbah Kulit Nanas untuk Melatihkan *Creative thinking skills* dan *Self-Regulated Learning*”. Pada penelitian sebelumnya, fokus utama yaitu, pada proses pengembangan LKPD, uji kelayakan, serta melihat potensi LKPD tersebut dalam melatihkan *creative thinking skills* dan *self-regulated learning*.

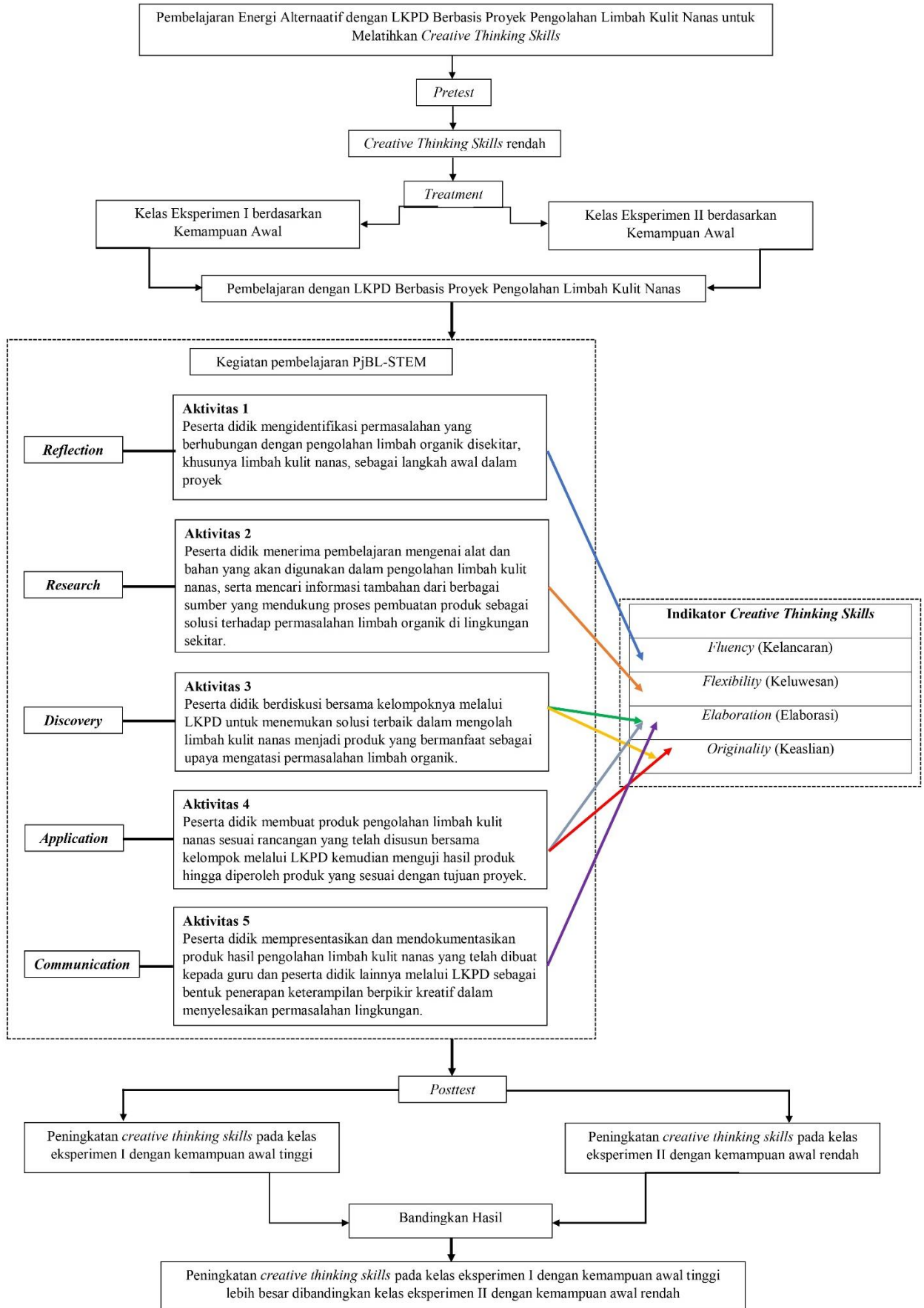
Berbeda dengan penelitian tersebut, penelitian ini tidak lagi berfokus pada tahap pengembangan, melainkan pada pengujian efektivitas LKPD yang telah dikembangkan. Artinya, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana hasil penerapan LKPD berbasis proyek pengolahan limbah kulit nanas dalam pembelajaran di kelas, khususnya dalam melatihkan *creative thinking skills* peserta didik. Dengan demikian, penelitian ini menjadi tahap lanjutan yang menekankan pada pembuktian hasil penggunaan LKPD dalam situasi pembelajaran yang nyata.

2.3 Kerangka Pemikiran

Penelitian ini menerapkan model pembelajaran PjBL-STEM melalui penggunaan LKPD berbasis proyek pengolahan limbah kulit nanas menjadi dasar dalam melatihkan *creative thinking skills* peserta didik. LKPD dirancang sesuai dengan tahapan PjBL-STEM, yaitu *reflection, research, discovery, application* dan *communication*, yang mengarahkan peserta didik untuk terlibat aktif dalam proses pembelajaran berbasis pemecahan masalah yang nyata.

Pada tahap *reflection* dan *research*, peserta didik diarahkan untuk mengidentifikasi permasalahan kontekstual serta mencari dan mengolah informasi dari berbagai sumber. Aktivitas ini menstimulus kemampuan menghasilkan ide (*fluency*) dan berpikir luwes (*flexibility*) dalam memahami dan merumuskan permasalahan. Selanjutnya, pada tahap *discovery*, peserta didik melakukan diskusi kelompok untuk menemukan solusi yang tepat, sehingga menstimulus kemampuan menghasilkan gagasan yang original (*originality*).

Tahap *application* dan *communication* mendorong peserta didik untuk merealisasikan ide menjadi produk serta mengomunikasikan hasilnya. Proses ini menstimulus kemampuan mengembangkan dan menyempurnakan gagasan (*Elaboration*). Dengan demikian, penggunaan LKPD berbasis PjBL-STEM secara sistematis berkontribusi terhadap peningkatan *creative thinking skills* peserta didik. Berdasarkan uraian di atas, kerangka pemikiran dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran

2.4 Hipotesis Penelitian

Adapun hipotesis penelitian ini sebagai berikut.

H_0 : Tidak terdapat peningkatan yang signifikan *creative thinking skills* peserta didik setelah menggunakan LKPD berbasis proyek pengolahan limbah kulit nanas.

H_1 : Terdapat peningkatan yang signifikan *creative thinking skills* peserta didik setelah menggunakan LKPD berbasis proyek pengolahan limbah kulit nanas.

H_0 : Tidak terdapat perbedaan peningkatan *creative thinking skills* berdasarkan kemampuan awal peserta didik setelah menggunakan LKPD berbasis proyek pengolahan limbah kulit nanas pada materi energi alternatif.

H_1 : Terdapat perbedaan peningkatan *creative thinking skills* berdasarkan kemampuan awal peserta didik setelah menggunakan LKPD berbasis proyek pengolahan limbah kulit nanas pada materi energi alternatif.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMAN 1 Bangurejo. Penelitian ini dilaksanakan pada tahun ajaran 2025/2026. Pelaksanaan penelitian ini disesuaikan dengan jadwal pembelajaran fisika kelas X SMAN 1 Bangunrejo.

3.2 Populasi dan Sample Penelitian

Populasi dalam penelitian ini mencakup seluruh peserta didik kelas X di SMAN 1 Bangunrejo, yang terdiri dari sepuluh kelas. Dari Populasi tersebut, dua kelas dipilih sebagai sampel, yaitu kelas X.1 sebagai kelas eksperimen 1 dan X.2 sebagai kelas eskperimen 2. Metode pengambilan sampel yang dilakukan adalah teknik *purposive sampling*, yaitu teknik yang digunakan ketika peneliti memilih kelompok yang dianggap representatif atau memiliki karakteristik relevan dengan fokus penelitian (Fraenkel. Jack, R., and Wallen 2003).

3.3 Variabel Penelitian

Penelitian ini melibatkan dua jenis variabel, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah LKPD berbasis proyek dengan tema pengolahan limbah kulit nanas, sedangkan variabel terikatnya *creative thinking skills*.

3.4 Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif eksperimen, yang secara sistematis menginvestigasi bagian-bagian, fenomena, dan hubungan variabel-variabel yang diteliti. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *quasi eksperimental* dengan desain penelitian *one group pretest-posttest design*, di mana keduanya menggunakan kelas eksperimen. Penelitian ini bertujuan untuk melihat peningkatan dari *creative thinking skills* melalui perbandingan hasil *pretest* dan *posttest*.

Tabel 5. Desain Penelitian Kelas Eksperimen 1 dan Kelas Eksperimen 2

O_1, O_3	<i>X (Treatment)</i> PjBL menurut Laboy-Rush	Aktivitas		Indikator <i>Creative Thinking Skills</i>	O_2, O_4
		Guru	Peserta Didik		
<i>Pretest Creative thinking skills</i>	<i>Reflection</i>	<ol style="list-style-type: none"> Menyajikan data, teks, atau gambar tentang dampak limbah organik terhadap lingkungan dan mengarahkan peserta didik untuk memperhatikan permasalahan lingkungan yang berkaitan dengan limbah organik khususnya kulit nanas. Membimbing peserta didik untuk merumuskan masalah berdasarkan hasil pengamatan dan informasi yang diperoleh dari wacana/video yang diberikan. Membimbing peserta didik untuk menyusun gagasan proyek yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah limbah organik. 	<ol style="list-style-type: none"> Mengamati permasalahan limbah organik khususnya kulit nanas di lingkungan sekitar. Mengidentifikasi tiga pokok masalah yang berkaitan dengan limbah organik khususnya kulit nanas. Menyusun tiga rumusan masalah berdasarkan kondisi yang ditemukan. Menuliskan tiga gagasan proyek yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah limbah organik khususnya kulit nanas. 	<i>Fluency</i> <ol style="list-style-type: none"> Mengidentifikasi tiga pokok masalah yang berkaitan dengan limbah organik khususnya kulit nanas. Menyusun tiga rumusan masalah berdasarkan kondisi yang ditemukan. Menuliskan tiga gagasan proyek yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah limbah organik khususnya kulit nanas. 	<i>Post Test</i> Terjadi peningkatan <i>creative thinking skills</i>
	<i>Research</i>	<ol style="list-style-type: none"> Membimbing pencarian informasi dari berbagai sumber (buku, jurnal, internet, video, dll) Memberikan arahan untuk mencatat informasi yang telah didapat. Membimbing peserta didik untuk menyusun tiga gagasan tentang tujuan yang akan 	<ol style="list-style-type: none"> Mencari informasi dari berbagai sumber mengenai pemanfaatan limbah kulit nanas. Mencatat informasi penting yang telah didapat Menyusun tiga gagasan tentang tujuan yang akan dicapai melalui proyek yang akan 	<i>Flexibility</i> <ol style="list-style-type: none"> Menyusun tiga gagasan tentang tujuan yang akan dicapai melalui proyek yang akan dibuat terkait pemanfaatan limbah kulit nanas. Menuliskan tiga gagasan mengenai pentingnya pelaksanaan proyek 	

O_1, O_3	<i>X (Treatment)</i> PjBL menurut Laboy-Rush	Aktivitas		Indikator <i>Creative Thinking Skills</i>	O_2, O_4
		Guru	Peserta Didik		
		<p>dicapai melalui proyek yang akan dibuat terkait pemanfaatan limbah kulit nanas.</p> <p>4. Membimbing peserta didik menuliskan tiga gagasan mengenai pentingnya pelaksanaan proyek yang akan dibuat terkait pemanfaatan limbah kulit nanas.</p>	<p>dibuat terkait pemanfaatan limbah kulit nanas.</p> <p>4. Menuliskan tiga gagasan mengenai pentingnya pelaksanaan proyek yang akan dibuat terkait pemanfaatan limbah kulit nanas.</p>	yang akan dibuat terkait pemanfaatan limbah kulit nanas.	
	<i>Discovery</i>	<p>1. Membagi peserta didik ke dalam kelompok kecil untuk mendiskusikan ide proyek yang dapat menjawab permasalahan limbah kulit nanas</p> <p>2. Membagikan LKPD kepada peserta didik</p> <p>3. Membimbing peserta didik menggagas rincian fungsi alat dan bahan yang diperlukan dalam suatu proyek pemanfaatan limbah kulit nanas</p> <p>4. Membimbing peserta didik untuk menuliskan uraian prosedur pelaksanaan proyek secara rinci mengenai pemanfaatan limbah kulit nanas.</p>	<p>1. Berdiskusi dalam kelompok kecil untuk merumuskan ide proyek yang dapat menjadi solusi dari permasalahan limbah organik yaitu dengan memanfaatkan limbah kulit nanas.</p> <p>2. Menggunakan LKPD sebagai panduan dalam menyusun rancangan proyek secara terstruktur.</p> <p>3. Menyusun rincian alat dan bahan yang berbeda dari kebiasaan umum dalam pelaksanaan suatu proyek pemanfaatan limbah kulit nanas.</p> <p>4. Menuliskan gagasan tentang variasi komposisi atau kombinasi bahan yang berbeda</p>	<p><i>Elaboration dan Originality</i></p> <p>1. Menyusun rincian alat dan bahan yang berbeda dari kebiasaan umum dalam pelaksanaan suatu proyek pemanfaatan limbah kulit nanas</p> <p>2. Menuliskan gagasan tentang variasi komposisi atau kombinasi bahan yang berbeda dalam suatu proyek pemanfaatan limbah kulit nanas</p> <p>3. Menggambarkan desain proyek dengan menggunakan alat atau cara yang belum umum digunakan mengenai</p>	

O_1, O_3	<i>X (Treatment)</i> PjBL menurut Laboy-Rush	Aktivitas		Indikator <i>Creative Thinking Skills</i>	O_2, O_4
		Guru	Peserta Didik		
		5. Membimbing peserta didik menjelaskan fungsi dan kegunaan setiap komponen yang terdapat pada rancangan proyek mengenai pemanfaatan limbah kulit nanas	5. Menggambarkan desain proyek dengan menggunakan alat atau cara yang belum umum digunakan mengenai pemanfaatan limbah kulit nanas	4. Menyusun uraian prosedur yang berbeda dari proyek pada umumnya	pemanfaatan limbah kulit nanas
		6. Membimbing peserta didik menyusun rincian alat dan bahan yang berbeda dari kebiasaan umum dalam pelaksanaan suatu proyek	6. Menyusun uraian prosedur yang berbeda dari proyek pada umumnya	5. Menuliskan gagasan tentang pembagian tugas dalam kelompok proyek disertai deskripsi peran setiap anggota	
		7. Membimbing menuliskan gagasan tentang variasi komposisi atau kombinasi bahan yang berbeda dalam suatu proyek	7. Menuliskan gagasan tentang pembagian tugas dalam kelompok proyek disertai deskripsi peran setiap anggota		
		8. Membimbing peserta didik menggambarkan desain proyek dengan menggunakan alat atau cara yang belum umum digunakan untuk proyek pemanfaatan limbah kulit nanas.			
		9. Membimbing peserta didik menyusun uraian prosedur yang berbeda dari proyek pada umumnya, pemanfaatan limbah kulit nanas.			
		10. Membimbing peserta didik menuliskan gagasan tentang pembagian tugas dalam			

O_1, O_3	<i>X (Treatment)</i> PjBL menurut Laboy-Rush	Aktivitas		Indikator <i>Creative Thinking Skills</i>	O_2, O_4
		Guru	Peserta Didik		
		kelompok proyek disertai deskripsi peran setiap anggota.			
Application (Aplikasi)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menugaskan peserta didik mengerjakan proyek secara berkelompok sesuai rancangan yang telah disusun. 2. Membimbing peserta didik merakit alat, bahan, atau komponen yang diperlukan dalam proyek pemanfaatan limbah kulit nanas. 3. Membimbing peserta didik mengumpulkan informasi mengenai metode atau cara untuk menguji kualitas produk atau proyek pemanfaatan limbah kulit nanas 4. Membimbing peserta didik melaksanakan praktik proyek untuk membuktikan keberhasilan produk atau hasil kerja 5. Membimbing peserta didik mendokumentasikan setiap tahapan pelaksanaan proyek pemanfaatan limbah kulit nanas 6. Membimbing peserta didik menyusun laporan secara 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengerjakan proyek secara berkelompok 2. Merakit alat, bahan, atau komponen yang diperlukan dalam proyek pemanfaatan limbah kulit nanas. 3. Mengumpulkan informasi mengenai metode atau cara untuk menguji kualitas produk atau proyek pemanfaatan limbah kulit nanas 4. Melaksanakan praktik proyek untuk membuktikan keberhasilan produk 5. Mendokumentasikan setiap tahapan pelaksanaan proyek pemanfaatan limbah kulit nanas 6. Menyusun laporan secara sistematis berdasarkan hasil dari pelaksanaan proyek pemanfaatan limbah kulit nanas 7. Merumuskan kendala-kendala yang dihadapi selama proses pelaksanaan proyek pemanfaatan limbah kulit nanas 	<p>Elaboration dan Originality</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mengerjakan proyek secara berkelompok 2. Merakit alat, bahan, atau komponen yang diperlukan dalam proyek pemanfaatan limbah kulit nanas. 3. Mengumpulkan informasi mengenai metode atau cara untuk menguji kualitas produk atau proyek pemanfaatan limbah kulit nanas 4. Melaksanakan praktik proyek untuk membuktikan keberhasilan produk pemanfaatan limbah kulit nanas 5. Mendokumentasikan setiap tahapan pelaksanaan proyek pemanfaatan limbah kulit nanas 6. Menyusun laporan secara sistematis berdasarkan hasil dari pelaksanaan proyek 		

O_1, O_3	<i>X (Treatment)</i> PjBL menurut Laboy-Rush	Aktivitas		Indikator <i>Creative Thinking Skills</i>	O_2, O_4
		Guru	Peserta Didik		
		<p>sistematis berdasarkan hasil dari pelaksanaan proyek pemanfaatan limbah kulit nanas</p> <p>7. Membimbing peserta didik merumuskan kendala-kendala yang dihadapi selama proses pelaksanaan proyek pemanfaatan limbah kulit nanas</p>		<p>pemanfaatan limbah kulit nanas</p> <p>7. Merumuskan kendala-kendala yang dihadapi selama proses pelaksanaan proyek pemanfaatan limbah kulit nanas</p>	
	<i>Communication</i>	<p>1. Menyampaikan ketentuan pelaksanaan presentasi</p> <p>2. memantau jalannya presentasi setiap kelompok</p> <p>3. Menugaskan kelompok memaparkan hasil proyek yang telah diuji coba.</p> <p>4. Memberi kesempatan kelompok lain untuk mengajukan pertanyaan</p>	<p>1. Menyajikan hasil proyek dalam presentasi</p> <p>2. Memaparkan hasil proyek yang telah diuji melalui presentasi</p> <p>3. Menyampaikan pertanyaan atau argument kepada kelompok yang presentasi</p>	<i>Elaboration</i>	
				<p>1. Menyajikan hasil proyek dalam presentasi</p> <p>2. Memaparkan hasil proyek yang telah diuji melalui presentasi</p> <p>3. Menyampaikan pertanyaan atau argument kepada kelompok yang presentasi</p>	

Keterangan:

X: Treatment berupa pembelajaran energi alternatif dengan menggunakan LKPD berbasis proyek pengolahan limbah kulit nanas dengan model PjBL-STEM.

O_1 : Tes Awal (*Pretest*) yang diberikan kepada kelas eksperimen 1 untuk mengetahui *creative thinking skills* sebelum diberi *treatment*.

O_3 : Tes Awal (*Pretest*) yang diberikan kepada kelas eksperimen 2 untuk mengetahui *creative thinking skills* sebelum diberi *treatment*.

O_2 : Tes Akhir (*Posttest*) yang diberikan kepada kelas eksperimen 1 setelah *treatment* untuk mengetahui peningkatan *creative thinking skills* peserta didik.

O_4 : Tes Akhir (*Posttest*) yang diberikan kepada kelas eksperimen 2 setelah *treatment* untuk mengetahui peningkatan *creative thinking skills* peserta didik.

3.5 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Beberapa tahapan prosedur dalam pelaksanaan yang dilakukan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Tahap persiapan

Kegiatan yang terdapat pada tahap persiapan meliputi hal berikut.

- a. Mengajukan permohonan izin untuk melaksanakan penelitian di SMAN 1 Bangunrejo.
- b. Melakukan wawancara dengan guru fisika di SMAN 1 Bangunrejo.
- c. Memilih sampel yang akan digunakan dalam penelitian.
- d. Menyusun instrumen yang diperlukan untuk penelitian.

2. Tahap pelaksanaan

Kegiatan yang terdapat pada tahap pelaksanaan yaitu:

a. Kelas eksperimen

Kegiatan pembelajaran kelas eksperimen 1 dan 2 disesuaikan terhadap modul ajar yang sudah dipersiapkan sebelumnya. Peneliti akan berperan sebagai pendidik yang diamati oleh seorang pengamat, yang bertugas memantau proses pembelajaran dan mengisi lembar analisis keterlaksanaan pembelajaran. Kelas Eksperimen 1 dan 2 ini menggunakan LKPD berbasis proyek pengolahan limbah kulit nanas dengan fokus pada materi energi alternatif khususnya *alternatif electricity*.

Kegiatan yang dilaksanakan pada tahap pelaksanaan, yaitu dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Tahap Pelaksanaan Penelitian

Kelas Eksperimen 1 dan Kelas Eksperimen 2
Memberikan <i>pretest</i> untuk mengukur kemampuan awal <i>creative thinking skills</i> peserta didik sebelum pembelajaran.
Melaksanakan pembelajaran menggunakan LKPD berbasis proyek pengolahan limbah kulit nanas dengan model PjBL-STEM sesuai tahapan yang telah dirancang.
Memberikan <i>posttest</i> setelah pembelajaran selesai untuk mengetahui peningkatan <i>creative thinking skills</i> .

3. Tahap akhir

Kegiatan pada tahap akhir meliputi:

- a. Mengolahan data yang diperoleh dari hasil *pretest*, *posttest*, serta instrumen pendukung lainnya.
- b. Membandingkan hasil analisis *pretest* dan *posttest* untuk mengetahui apakah terdapat peningkatan *creative thinking skills* peserta didik.
- c. Menyimpulkan hasil berdasarkan analisis data yang diperoleh, kemudian menyusun dalam bentuk laporan skripsi.

3.6 Instrumen Penelitian

Peneliti menggunakan beberapa instrumen penelitian, berikut beberapa instrumen penelitian yang digunakan oleh peneliti.

a. Lembar Tes Hasil Belajar

Lembar tes ini diterapkan baik pada *pretest* maupun *posttest*, memiliki format soal esai dengan butir-butir pertanyaan yang dirancang berdasarkan indikator *creative thinking skills*. Tes ini dilakukan dengan tujuan mengukur hasil belajar para peserta didik sebelum serta sesudah penggunaan LKPD berbasis proyek dengan tema pengolahan limbah nanas dalam proses pembelajaran. Soal-soal esai dirancang untuk mencakup indikator *creative thinking skills* yang menjadi fokus penelitian. Dengan menggunakan lembar tes ini pada kedua waktu pengukuran (*pretest* dan *posttest*), peneliti dapat melihat dan menganalisis peningkatan *creative thinking skills* peserta didik sebagai hasil dari penggunaan LKPD berbasis proyek dengan tema pengolahan limbah nanas dalam pembelajaran.

3.7 Analisis Instrumen Penelitian

Instrumen dalam penelitian ini diuji terlebih dahulu dengan uji validitas dan reliabilitas menggunakan software berupa *IBM SPSS Statistic 25.0*.

3.7.1 Uji Validitas

Instrument akan dianggap valid apabila instrument tersebut mampu mengukur dengan tepat apa yang diinginkan. Uji validitas instrumen *pretest* dan *posttest* dilakukan guna menilai sejauh mana instrumen tes yang digunakan dapat mengukur *creative thinking skills* yang sedang dilatih. Instrumen dengan validitas yang tinggi merupakan instrument yang valid, sehingga instrument dengan validitas rendah merupakan instrument yang tidak valid (Arikunto, 2019).

Kriteria pengujian instrumen, yaitu:

- a. Jika $r_{hitung} \geq r_{tabel}$ dengan taraf signifikan ($\alpha = 0,05$) maka instrumen tersebut valid.
- b. Jika $r_{hitung} < r_{tabel}$ dengan taraf signifikan ($\alpha = 0,05$) maka instrumen tersebut tidak valid.

Interpretasi koefisien validitas butir soal yang diperoleh dari uji validitas dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Interpretasi Koefisien Validitas Instrumen

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,80 – 1,00	Sangat Valid
0,60 – 0,79	Valid
0,40 – 0,59	Cukup Valid
0,20 – 0,39	Kurang Valid
0,00 – 0,19	Tidak Valid

(Arikunto, 2019)

Hasil uji validitas instrumen tes *creative thinking skills* pada materi energi alternatif telah diujikan pada 35 responden ($r_{tabel} = 0,334$) disajikan pada tabel 9 dan secara lengkap pada lampiran 3 halaman 133.

Tabel 8. Hasil Uji Validitas

Nomor Soal	Pearson Correlation	Interpretasi
1	0,629	Valid
2	0,723	Valid
3	0,708	Valid
4	0,542	Cukup Valid
5	0,562	Cukup Valid

Berdasarkan hasil uji validitas yang tersaji pada tabel 9, terdapat 5 butir soal instrumen tes *creative thinking skills* pada materi energi alternatif dinyatakan valid berdasarkan nilai *Pearson Correlation* yang dibandingkan dengan r_{tabel}

sebesar 0,334. Hasil uji *Pearson Corelation* pada 5 butir soal memiliki nilai yang lebih besar dari r_{tabel} ($r_{hitung} > r_{tabel}$).

3.7.2 Uji Reliabilitas

Instrumen yang reliabel adalah instrumen yang memberikan hasil yang konsisten atau stabil ketika digunakan berulang kali untuk mengukur objek yang sama. Uji reliabilitas bertujuan untuk menilai sejauh mana instrumen *pretest* dan *posttest* dapat diandalkan dalam mengukur *creavtive thinking skills* serta memberikan hasil yang konsisten.

Perhitungan reliabilitas instrumen dapat dilakukan dengan menggunakan rumus alpha atau disebut juga *Cronbach's alpha*. Rumus ini mengukur tingkat konsistensi internal dari sebuah instrumen. Rumusnya adalah sebagai berikut:

Tabel 9. Interpretasi Reliabilitas Instrumen

Interval Koefisien	Kriteria Reliabilitas
0,80 – 1,00	Sangat Reliabel
0,60 – 0,80	Reliabel
0,40 – 0,60	Cukup Reliabel
0,20 – 0,40	Kurang Reliabel
0,00 – 0,20	Tidak Reliabel

(Arikunto, 2019).

Hasil uji reliabilitas soal instrumen tes *creative thinking skills* pada materi energi alternatif dapat dilihat pada tabel 11 dan secara lengkap dapat dilihat pada lampiran 4 halaman 134.

Tabel 10. Hasil Uji Reliabilitas

Cronbach`s Alpha	Jumlah Item
0,628	5

Uji reliabilitas dilakukan dengan melibatkan 35 responden yang terdiri dari 5 butir soal. Analisis reliabilitas dalam penelitian ini menggunakan koefisien Cronbach's Alpha. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,628. Nilai tersebut menunjukkan bahwa instrumen cukup konsisten dalam mengukur variabel penelitian, sehingga layak digunakan dalam penelitian ini.

3.8 Teknik Pengumpulan Data

3.8.1 Teknik Pengumpulan Data Hasil Belajar

Pengumpulan hasil belajar peserta didik dilakukan menggunakan tes tertulis *creative thinking skills* berupa *pretest* dan *posttest* dalam bentuk uraian. Tes akan terdiri dari soal-soal yang serupa, dengan tujuan untuk mengukur peningkatan hasil belajar mereka sebelum dan sesudah pembelajaran. Pembelajaran dilakukan menggunakan LKPD berbasis proyek dengan pengolahan limbah kulit nanas. Dari nilai *pretest* dan *posttest* yang diperoleh, akan dihitung nilai hasil belajar.

Penilaian ini menggunakan rumus:

$$\text{nilai hasil belajar} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimum}} \times 100$$

3.8.2 Analisis Keterlaksanaan LKPD

Data analisis mengenai keterlaksanaan LKPD akan diperoleh dari rata-rata penilaian yang diberikan pada LKPD yang telah dikerjakan oleh para peserta didik. Hasil penilaian tersebut kemudian dianalisis menggunakan metode analisis persentase, sesuai dengan yang diungkapkan oleh Sudjana (2005:69)

$$\%x = \frac{\Sigma \text{ skor diperoleh}}{\Sigma \text{ skor maksimum}} \times 100$$

Hasil persentase dari data penilaian yang diperoleh dikonversi menggunakan kriteria yang diadaptasi dari Arikunto (2011).

Tabel 11. Kriteria Keterlaksanaan LKPD

Persentase	Kategori
0% - 20%	Tidak Baik
20,1% - 40%	Kurang Baik
40,1% -60%	Cukup Baik
60,1% 0 80%	Baik
80,1% - 100%	Sangat Baik

(Arikunto, 2011).

Uji efektivitas LKPD berbasis proyek pengolahan limbah kulit nanas pada kelompok kecil dilakukan sebelum diterapkan pada kelas eksperimen untuk

mengetahui tingkat efektivitas LKPD serta memperoleh respons awal peserta didik. Kegiatan ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi kejelasan petunjuk, tingkat pemahaman materi, dan kemungkinan kendala yang muncul selama penggunaan LKPD. Data hasil uji LKPD berbasis proyek pengolahan limbah kulit nanas terhadap indikator *creative thinking skills* pada kelompok kecil disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Ketercapaian Indikator *Creative thinking skills* Kelompok Kecil

Indikator <i>Creative thinking skills</i>	Total Skor Per Indikator	Total Skor Maksimal	% Rerata Skor	Kategori
<i>Fluency</i>	346	420	82,38	Sangat Baik
<i>Flexibility</i>	689	840	82,02	Sangat Baik
<i>Originality</i>	572	700	81,71	Sangat Baik
<i>Elaboration</i>	233	280	83,21	Sangat Baik
	Rata-rata		82.21	Sangat Baik

Berdasarkan Tabel 12, seluruh indikator *creative thinking skills* berada pada kategori sangat baik dengan persentase di atas 81%. Indikator *elaboration* memperoleh persentase tertinggi sebesar 83,21%, diikuti indikator *fluency* sebesar 82,38%, *flexibility* sebesar 82,02%, dan *originality* sebesar 81,71%. Secara keseluruhan, rata-rata ketercapaian indikator *creative thinking skills* mencapai 82,21% dengan kategori sangat baik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa LKPD berbasis proyek pengolahan limbah kulit nanas efektif dalam melatih kemampuan berpikir kreatif peserta didik pada materi energi alternatif.

3.9 Teknik Analisis Data dan Pengujian Hipotesis

Perolehan data dari penelitian ini mencakup hasil *pretest* dan *posttest* yang digunakan untuk mengukur tingkat *creative thinking skills*. Data tersebut dianalisis dengan metode *N-Gain*. Setelah melakukan analisis *N-Gain*, maka akan dilakukan pengujian hipotesis. Sebelum pengujian hipotesis, data akan terlebih dahulu dianalisis menggunakan uji normalitas serta uji homogenitas untuk menentukan apakah pengujian hipotesis akan dilakukan dengan metode parametrik atau nonparametrik.

3.9.1 Hitung *N-Gain*

N-Gain atau *normalized gain* merupakan selisih antara kemampuan awal dengan kemampuan akhir peserta didik setelah diberi perlakuan. Uji ini dilakukan dengan menghitung selisih antara nilai *pretest* dan nilai *posttest*, sehingga dapat mengetahui apakah penggunaan atau penerapan suatu metode tertentu efektif atau tidak. Persamaan yang digunakan adalah:

$$N - Gain = \frac{Posttest - Pretest}{100 - Pretest}$$

Kategori perolehan nilai *N-Gain* dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Nilai *N-Gain*

Rentang Nilai	Kategori
$N - Gain > 0,70$	Tinggi
$0,3 \leq N - Gain \leq 0,70$	Sedang
$N - Gain < 0,3$	Rendah

(Meltzer, 2002)

3.9.2 Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk menentukan apakah sampel penelitian mengikuti distribusi normal atau tidak. Dalam penelitian ini, analisis uji normalitas data dilakukan menggunakan *Kolmogorov-Smirnov Test* melalui software SPSS, dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : Data berdistribusi normal

H_1 : Data tidak berdistribusi normal

Dengan dasar pengambilan keputusan pada pengujian ini yaitu:

- Jika nilai *Asymp. Sig.* atau taraf signifikan $> 0,05$ maka H_0 diterima; yang berarti data dapat dianggap berdistribusi normal.
- Jika nilai *Asymp. Sig.* atau taraf signifikan $< 0,05$, maka H_0 ditolak; yang berarti data dapat dianggap tidak berdistribusi normal.

3.9.3 Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui kesamaan varians pada kelompok kemampuan awal peserta didik kategori rendah, sedang, dan tinggi. Pengujian

dilakukan menggunakan *Levene's Test* dengan bantuan aplikasi SPSS. Dasar pengambilan keputusan pada uji homogenitas yaitu apabila nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 maka data dinyatakan homogen. Adapun kriteria pengambilan keputusan sebagai berikut:

- a. Jika nilai *Asymp. Sig.* atau taraf signifikan $> 0,05$ maka H_0 diterima; yang berarti data homogen (varians sama)
- b. Jika nilai *Asymp. Sig.* atau taraf signifikan $< 0,05$, maka H_0 ditolak; yang berarti data tidak homogen (varians berbeda).

3.9.4 Uji Hipotesis

1. Uji *Paired Sample T-Test*

Uji Paired Sample T-Test merupakan metode analisis yang digunakan untuk mengetahui adanya perbedaan rata-rata keterampilan peserta didik sebelum dan sesudah diberikan perlakuan pada masing-masing kelas eksperimen (Rosalina *et al.*, 2023). Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui peningkatan *creative thinking skills* peserta didik setelah menggunakan LKPD berbasis proyek pengolahan limbah kulit nanas. Adapun hipotesis yang diuji adalah sebagai berikut:

H_0 : Tidak terdapat peningkatan yang signifikan *creative thinking skills* peserta didik setelah menggunakan LKPD berbasis proyek pengolahan limbah kulit nanas.

H_1 : Terdapat peningkatan yang signifikan *creative thinking skills* peserta didik setelah menggunakan LKPD berbasis proyek pengolahan limbah kulit nanas.

Pedoman pengambilan keputusan berdasarkan nilai signifikansi (Suyatna, 2017):

1. Apabila nilai signifikansi $\leq 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.
2. Apabila nilai signifikansi $> 0,05$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak.

2. Uji *One Way ANOVA*

Uji One Way Analysis of Variance (ANOVA) digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rata-rata *creative thinking skills* pada tiga kelompok

sampel yang bersifat independen atau tidak saling berkaitan. Uji ini merupakan salah satu uji parametrik yang digunakan apabila data berdistribusi normal dan homogen. Dalam penelitian ini, *One Way ANOVA* diterapkan untuk menganalisis perbedaan *creative thinking skills* berdasarkan kategori kemampuan awal peserta didik, yaitu tinggi, sedang, dan rendah.

Hipotesis yang akan diuji *One Way ANOVA* sebagai berikut.

H_0 : Tidak terdapat perbedaan peningkatan *creative thinking skills* berdasarkan kemampuan awal peserta didik setelah menggunakan LKPD berbasis proyek pengolahan limbah kulit nanas pada materi energi alternatif.

H_1 : Terdapat perbedaan peningkatan *creative thinking skills* berdasarkan kemampuan awal peserta didik setelah menggunakan LKPD berbasis proyek pengolahan limbah kulit nanas pada materi energi alternatif.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan LKPD berbasis proyek pengolahan limbah kulit nanas melalui model PjBL-STEM efektif dalam melatih *creative thinking skills* peserta didik. Hal ini ditunjukkan oleh nilai *N-Gain* sebesar 0,75 pada kelas eksperimen 1 dan 0,72 pada kelas eksperimen 2 yang berada pada kategori tinggi, serta hasil uji *paired sample t-test* dengan nilai signifikansi $< 0,05$ yang menunjukkan adanya peningkatan kemampuan berpikir kreatif setelah pembelajaran. Peningkatan tersebut terjadi pada seluruh indikator *creative thinking skills*, yaitu *fluency*, *flexibility*, *originality*, dan *elaboration*.
2. Hasil analisis menunjukkan bahwa LKPD berbasis proyek pengolahan limbah kulit nanas memiliki efektivitas yang relatif sama dalam melatih *creative thinking skills* peserta didik dengan kemampuan awal tinggi, sedang, dan rendah. Hal ini ditunjukkan oleh hasil uji *One Way ANOVA* dengan nilai signifikansi $> 0,05$ yang menunjukkan tidak terdapat perbedaan peningkatan *creative thinking skills* yang signifikan berdasarkan kemampuan awal peserta didik. Selain itu, nilai *N-Gain* pada setiap kategori kemampuan awal berada pada kategori sedang hingga tinggi, sehingga pembelajaran mampu memberikan kesempatan belajar yang relatif merata kepada seluruh peserta didik.

5.2 Saran

1. Pada tahap awal proyek, khususnya kegiatan eksplorasi dan perumusan ide, diperlukan pendampingan yang lebih terstruktur karena peserta didik masih belum optimal dalam mengembangkan ide secara mendalam, terutama pada indikator *elaboration*. Pendampingan dapat difokuskan pada pemberian pertanyaan pemantik yang mengarahkan pengembangan ide secara bertahap serta contoh konkret dalam memperluas gagasan, sehingga proses berpikir tidak berhenti pada ide awal saja.
2. Pengalokasian waktu pada setiap tahapan PjBL-STEM perlu disesuaikan dengan karakteristik aktivitas proyek. Tahap pembuatan produk (biobaterai dari kulit nanas) membutuhkan waktu lebih panjang, sehingga pembagian waktu yang tidak proporsional berpotensi membatasi proses eksplorasi dan pengembangan ide peserta didik. Oleh karena itu, penyesuaian durasi pada tahap inti proyek perlu dilakukan agar kedalaman berpikir tetap terjaga.
3. Tidak ditemukannya perbedaan peningkatan *creative thinking skills* yang signifikan berdasarkan kemampuan awal menunjukkan bahwa seluruh peserta didik mengalami peningkatan pada tingkat yang relatif seragam. Hal ini mengindikasikan bahwa tugas yang diberikan belum sepenuhnya mendorong capaian yang bervariasi, terutama bagi peserta didik dengan kemampuan awal tinggi. Oleh karena itu, diperlukan variasi tingkat kesulitan dan kedalaman tugas, seperti penambahan kegiatan modifikasi desain atau optimalisasi produk, agar peserta didik dengan kemampuan tinggi tetap terdorong mengembangkan ide secara lebih lanjut tanpa mengurangi keterlibatan peserta didik lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, Ariyani, F., Achmad, A., & Nurulsari, N. (2019). Designing an Inquiry-based STEM Learning strategy as a Powerful Alternative Solution to Enhance Students' 21st-century Skills: A Preliminary Research. *Journal of Physics: Conference Series*, 1155(1).
- Al-sulaiman, N. (2009). Cross-Cultural Studies and Creative Thinking Abilities. *Journal of Educational & Psychologic Scidnces*, 1(1), 42–92.
- Alifah, A. P., Auliya, T. D., Abimanyu, E., Fenaldo, R., & Maulana. (2022). Alternatif Energi Listrik dari Kulit Pisang. *Kumpulan Karya Tulis Ilmiah Tingkat Nasional*, 1(1), 221–230.
- Arifia, A. F., Herlina, K., & Viyanti, A. (2025). DEVELOPMENT OF PROJECT-BASED LEARNER WORKSHEET FOR PINEAPPLE PEEL WASTE PROCESSING TO TRAIN CREATIVE THINKING SKILLS AND SELF-REGULATED LEARNING. *EduFisika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 10(1).
- Arikunto, S. (2011). *Prosedur Penelitian : Suatu Pendekatan Praktik (VI)*. Rineka Cipta.
- Ausubel, D. ., & Fitzgerald, D. (1964). Meaningful Learning and Retention Intrapersonal Cognitive Variables. Review of Educational Research. *Review of Educational Research*, 34(5), 499–512.
- Bozkurt, A., Ucar, H., Durak, G., & Idin, S. (2019). The current state of the art in STEM research: A systematic review study. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 14(3), 374–383.
- Djamalu, A. F., Nur, A. I. N., Sultan, J., Al, R., Rasyid, I., Nasir, S., & Irsyad, A. (2019). Analisis Sifat Kelistrikan Kulit Nanas (Ananas Comosus L . Merr) Dengan Variasi Waktu Fermentasi Sebagai Larutan Elektrolit Sel Akumulator (Energi Terbarukan) JURNAL ILMU FISIKA : TEORI DAN APLIKASINYA. *Jurnal Ilmu Fisika: Teori Dan Aplikasinya*, 1(September), 14–24.

- Fatimah, S., Marwoto, P., & Nugroho, S. E. (2023). The Electrical Characteristics of Fruit Peel Waste as a Biobattery in Terms of Fermentation Time and Coconut (*Cocos nucifera* L.) Pulp Concentration. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(SpecialIssue), 1008–1016.
- Fitrya, N., Wirman, S. P., Dalimunthe, L. H., Welly, I. S., & Syahputra, R. F. (2023). Peningkatan Kinerja Bio-Baterai Nanas Dengan Penambahan Pasta Aki Bekas dan Natrium Benzoat. *Positron*, 13(2), 125–132.
- Fitrya, N., Wirman, S. P., & Rahayu, R. D. (2021). Environmentally Friendly Emergency Lighting System Using Bio Batteries from Pineapple Skin Waste as Energy Source. *Jurnal Ilmu Fisika / Universitas Andalas*, 13(2), 118–125.
- Hafni, R. N., Herman, T., Nurlaelah, E., & Mustikasari, L. (2020). The importance of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education to enhance students' critical thinking skill in facing the industry 4.0. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(4), 0–7.
- Hasibuan, A. C. U., & Hakim, D. L. (2022). Kemampuan pemecahan masalah matematis Siswa dengan tahapan Polya. *Didactical Mathematics*, 4(April), 156–162.
- Hidayati, B. N., & Zulandri, Z. (2021). Efektifitas LKPD elektronik sebagai media pembelajaran pada masa pandemi covid-19 untuk guru di YPI Bidayatul Hidayah Ampenan. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(2).
- Ibrahim, W., Mutia, R., Nelwida, & Berliana. (2016). Penggunaan Kulit Nanas Fermentasi dalam Ransum yang Mengandung Gulma Berkhasiat Obat Terhadap Konsumsi Nutrient Ayam Broiler (Fermented pineapple peel supplementation with addition of medicinal weeds on nutrient intake consumption of broiler chicken). *Agripet.*, 16(2), 76–82.
- Idaresit Akpan, V., Angela Igwe, U., Blessing Ijeoma Mpamah, I., & Onyinyechi Okoro, C. (2020). Social Constructivism: Implications on Teaching and Learning. *British Journal of Education*, 8(8), 49–56.
- Imama, R. A. (2015). Energi, Arus Dan Tegangan Listrik Bahan Elektrolit Berbentuk Agar-Agar Dari Limbah Buah Dan Sayuran. *Digital Repository Universitas Jember*, 27.
- Jauharah, W. D. (2013). Analisis Kelistrikan yang Dihasilkan Limbah Buah dan Sayuran sebagai Energi Alternatif Bio-Baterai. In *Skripsi*.
- Jonassen, D. H., & Rohrer-Murphy, L. (1999). Activity theory as a framework for designing constructivist learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 47(1), 61–79.

- Juandi, D. (2021). Heterogeneity of problem-based learning outcomes for improving mathematical competence: A systematic literature review. *Journal of Physics: Conference Series*, 1722.
- Laboy-Rush, D. (2011). *Integrated STEM education through project-based learning*. *Learning.Com*, 12(4), 1–12.
- Larkin, J., Mcdermott, J., Simon, D. P., & Simon, H. A. (1980). Expert and Novice Performance in Solving Physics Problems. *Science*, 208(4450), 1335–1342.
- Lee, C. D. (2014). Worksheet usage, reading achievement, classes' lack of readiness, and science achievement: A cross-country comparison. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 2(2).
- Lestari, I., & Ilhami, A. (2022). Penerapan Model Project Based Learning Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Smp: Systematic Review. *LENSA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 12(2), 135–144.
- M. Mulyadi. (2022). Teori Belajar Konstruktivisme Dengan Model Pembelajaran (Inquiry). *Al Yasini: Jurnal Keislaman, Sosial, Hukum Dan Pendidikan.*, 7(2), 174–182.
- Mamahit, J. A., Aloysius, D. C., & Suwono, H. (2020). *Efektivitas Model Project-Based Learning Terintegrasi STEM (PjBL-STEM) terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Kelas X*. 1284–1289.
- Meacham, J. A., & Mont, N. C. (1989). *The Interpersonal Basis of Everyday Problem Solving*. In J.D. Sinnott (Ed.), *Everyday Problem Solving: Theory and Applications* No Title.
- Mirayani, M. (2018). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Menggunakan Pendekatan Saintifik Mata Pelajaran PKN. *Raden Intan Repository*, 15–45.
- Nomleni, F. T., Boimau, H., & Bullu, N. I. (2024). Penggunaan Lkpd Berbasis Proyek Terhadap Hasil Belajar Siswa Smp Negeri 3 Amanuban Tengah. *Indigenous Biologi : Jurnal Pendidikan Dan Sains Biologi*, 7(2), 57–62.
- Novak, J. D. (2018). A Theory of Education: Meaningfull Learning Underlies the Constructive Integration of Thinking, Feeling, and Acting Leading to Empowerment for Commitment and Responsibility. *Cambridge Journal of Education*, 48(4), 479–494.
- Nugroho, O. F., Permanasari, A., & Firman, H. (2019). The movement of stem education in Indonesia: Science teachers' perspectives. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(3), 417–425.

- Nurannisa, A., Muhammad Irfan Taufan Asfar, A., Muhammad Iqbal Akbar Asfar, A., & Sari Dewi, S. (2021). Diseminasi Ibu Pkk Dusun Kallimpo Dalam Mengolah Limbah Kulit Pisang Menjadi Bio-Baterai Energi Masa Depan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 01(03), 389–398.
- Patmawati, K., Puspitasari, N., Mutmainah, S. N., & Prayitno, B. E. (2019). Profil kemampuan berfikir kreatif ditinjau dari kemampuan akademik mahasiswa. *Edu Sains Jurnal Pendidikan Sains & Matematika*, 7(2), 11–18.
- Pitrianis, L., Padmo, D., & Yanti, R. F. (2025). PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN PROBLEM BASED LEARNING (PBL) BERBANTUAN LKPD TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS DITINJAU DARI KEMAMPUAN AWAL PESERTA DIDIK. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(02), 240–256.
- Pohan, R., Masthura, M., & Daulay, A. H. (2021). Pengaruh Variasi Elektroda Terhadap Kelistrikan Sari Kulit Nenas (Ananas Comosus) Sebagai Biobaterai. *JISTech (Journal of Islamic Science and Technology)*, 6(2), 126–134.
- Purwaningsih, E., Sari, A. M., Yulianti, L., Masjkur, K., Kurniawan, B. R., & Zahiri, M. A. (2020). Improving the problem-solving skills through the development of teaching materials with STEM-PjBL (science, technology, engineering, and mathematics-project based learning) model integrated with TPACK (technological pedagogical content knowledge). *Journal of Physics: Conference Series*, 1481(1).
- Purwati, S., & Alberida, H. (2022). Profile of Students' Creative Thinking Skills in High School. *Thinking Skills and Creativity Journal*, 5(1), 22–27.
- Puspitasari, E., Dwi Aristya Putra, P., & Handayani, R. D. (2021). Pengembangan Buku Ajar Fisika Berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) pada Pokok Bahasan Suhu dan Kalor di SMA. *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika (JLPP)*, 2(1), 44–52.
- Ridha, M. R., Zuhdi, M., & Ayub, S. (2022). Pengembangan Perangkat Pembelajaran PjBL berbasis STEM dalam Meningkatkan Kreativitas Fisika Peserta Didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(1), 223–228.
- Ristiono, A. (2021). Analisis Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Sebagai Komponen Baterai Ramah Lingkungan. *Mekanika*, 2(2), 47–53.
- Salafa, F., Hayat, L., & Ma'ruf, A. (2020). Analisis Kulit Buah Jeruk (Citrus Sinensis) Sebagai Bahan Pembuatan Elektrolit Pada Bio-Baterai. *Jurnal Riset Rekayasa Elektro*, 2(No. 1), 1–9.
- Statistik, B. P. (n.d.). *Produksi Tanaman Buah-buahan, 2021-2023*. 2024.

- Sumarmi, Aliman, M., & Mutia, T. (2021). The Effect of Digital Eco-Learning in Student Worksheet Flipbook to Environmental Project Literacy and Pedagogic Competency. *Journal of Technology and Science Education*, 11(2), 357–370.
- Suparlan, S. (2019). Teori Konstruktivisme dalam Pembelajaran. *Islamika*, 1(2), 79–88.
- Supriatna, A., Kuswandi, S., & Sopyan, Y. (2020). Upaya Meningkatkan Hasil Belajar Ipa Materi Energi Alternatif Melalui Penerapan Model Project Based Learning. *Jurnal Tahsinia*, 2(1), 12–25.
- Sutisna, I., & Laiya, S. W. (2020). *Metode Pengembangan Kognitif Anak Usia Dini*. UNG Press Gorontalo.
- Suyatna, A. (2017). *Uji Statistik Berbantuan SPSS untuk Penelitian Pendidikan Menggunakan Pendekatan Kasus Penelitian Pendidikan*.
- Syauqi, A. (2020). Pemanfaatan Limbah Kulit Nanas (*Ananas comosus* L.) Menjadi Bioetanol dengan Penambahan Ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) yang Berbeda. *Buletin Loupe*, 16(02), 67–73.
- Tantinta, S., Koto, I., Purwanto, A., & Ahda, N. V. (2025). Project Based Learning Assisted by E-Worksheet Effect on Creative Thinking Ability on Renewable Energy Topic. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 16(2), 230–237.
- Torrance, E. P., & Wallach, M. A. (2018). *Torrance Tests of Creative Thinking: Norms -- Technical Manual*.
- Toruan, P. L., Wahyuni, D. P., Rahmawati, R., & Atina, A. (2024). Development of Bio Batteries Utilizing Coconut Dregs and Pineapple Extract as Alternative Energy Sources. *Circuit: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 8(2), 147.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). Bernie Trilling, Charles Fadel-21st Century Skills_ Learning for Life in Our Times -Jossey-Bass (2009). *Journal of Sustainable Development Education and Research*, 2(1), 243.
- Ulandari, A. S., Oktoba, Z., & Sari, N. (2025). *PengabdianMu : Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat Pendampingan Pembuatan Mykunas (Gummy Kulit Nanas) dalam Assistance in Making Mykunas (Pineapple Peel Gummy) in the Context ... Pendampingan Pembuatan Mykunas (Gummy Kulit Nanas) dalam Rangka. May*.
- Umam, H. I., & Jiddiyah, S. H. (2021). Pengaruh pembelajaran berbasis proyek terhadap keterampilan berpikir kreatif ilmiah sebagai salah satu keterampilan

abad 21. *Jurnal Basicedu*, 5(1), 350–356.

Utami, I. G. A. L. P. (2016). Teori Konstruktivisme dan Teori Sosiokultural: Aplikasi dalam Pengajaran Bahasa Inggris. *Prasi*, 11(01), 4–11.

Vygotsky, L. S. (1989). Concrete Human Psychology. *Soviet Psychology*, 27(2), 53–77.

Wahyuni, S. A., Kadarusno, A. H., & Suwerda, B. (2016). Pemanfaatan *Saccharomyces cereviceae* dan Limbah Buah Nanas Pasar Beringharjo Yogyakarta untuk Pembuatan Bioetanol. *Sanitasi: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 7(4), 151–159.

Yasa, P., Wardani, AL, & Suswandi, I. (2023). Pengaruh model pembelajaran PjBL-STEM terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa kelas XI MIPA SMA Negeri 4. *Urnal Pendidikan Fisika Undiksha*, 13(2), 352–361.

Yohananingtyas, N. (2024). Implementasi Well-Structured dan Ill-Structured Problem untuk Analisis Keterampilan Berpikir Kritis dan Kolaboratif Peserta Didik. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 18(2), 141–150.

Yusuf, I., & Widyaningsih, S. W. (2022). Higher Order Thinking Skills Oriented Student Worksheet of E-learning Model in Electric Circuit Topic. *TEM Journal*, 11(2), 564–573.