

**PENGEMBANGAN *e*-LKPD BERBASIS PROYEK PENGOLAHAN LIMBAH
KULIT PISANG UNTUK MELATIHKAN *CREATIVE THINKING SKILLS*
DAN KOMPETENSI PSIKOMOTORIK**

(Skripsi)

Oleh

**M. Arya Nata Raharjo
2113022073**



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

ABSTRAK

PENGEMBANGAN *e-LKPD* BERBASIS PROYEK PENGOLAHAN LIMBAH KULIT PISANG UNTUK MELATIHKAN *CREATIVE THINKING SKILLS* DAN KOMPETENSI PSIKOMOTOR

Oleh

M. Arya Nata Raharjo

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *e-LKPD* berbasis proyek pengolahan limbah kulit pisang yang valid, praktis dan efektif untuk melatihkan *creative thinking skills* dan kompetensi psikomotor. Jenis penelitian ini adalah pengembangan dengan model penelitian 4D (*Define, Design, Development, dan Disseminate*) oleh Thiagarajan (1974) dengan penilaian terhadap uji validitas, uji kepraktisan yang terdiri dari uji keterbacaan, persepsi guru dan respon peserta didik, uji keefektifan yang berisi analisis *creative thinking skills* dan kompetensi psikomotor. Pada hasil uji validitas didapatkan rata-rata nilai dari ketiga validator sebesar 3,29, dengan rata-rata validasi media dan desain diperoleh hasil sebesar 3,36 dengan kategori sangat valid dan validasi materi dan konstruk diperoleh hasil sebesar 3,21 dengan kategori valid. Hasil uji kepraktisan diperoleh skor rata-rata untuk uji keterbacaan sebesar 97% dengan kategori sangat praktis, respon peserta didik sebesar 95% dengan kategori sangat baik, hasil persepsi guru sebesar 88,09% dengan kategori sangat praktis. Hasil uji keefektifan diperoleh skor rata-rata untuk *creative thinking skills* sebesar 83,1% dengan kategori sangat terlatihkan, dan skor rata-rata untuk kompetensi psikomotor sebesar 77,61% dengan kategori terlatihkan. Berdasarkan uji yang telah dilakukan, maka dihasilkan *e-LKPD* berbasis proyek pengolahan limbah kulit pisang untuk *creative thinking skills* dan kompetensi psikomotor yang valid, praktis, dan efektif.

Kata Kunci: *e-LKPD*, *Creative Thinking Skills*, Kompetensi Psikomotor

ABSTRACT

THE DEVELOPMENT OF *e*-LKPD BASED ON BANANA PEEL WASTE TREATMENT PROJECT TO TRAIN CREATIVE THINKING SKILLS AND PSYCHOMOTOR COMPETENCY

By

M. Arya Nata Raharjo

This study aims to develop e-LKPD based on banana peel waste processing project that is valid, practical and effective to train creative thinking skills and psychomotor competence. This type of research is a development with the 4D research model (Define, Design, Development, and Disseminate) by Thiagarajan (1974) with an assessment of the validity test, practicality test consisting of readability test, teacher perception and student response, effectiveness test containing analysis of creative thinking skills and psychomotor competence. The validity test results obtained an average value of the three validators of 3.29, with an average media and design validation result of 3.36 with a very valid category and material and construct validation results of 3.21 with a valid category. The results of the practicality test obtained an average score for the readability test of 97% with a very practical category, student responses of 95% with a very good category, teacher perception results of 88.09% with a very practical category. The results of the effectiveness test obtained an average score for creative thinking skills of 83.1% with a very trained category, and an average score for psychomotor competence of 77.61% with a trained category. Based on the tests that have been carried out, an e-LKPD based on a banana peel waste processing project for creative thinking skills and psychomotor competence that is valid, practical, and effective was produced.

Keywords: *e*-LKPD, Creative Thinking Skills, Psychomotor Competence

**PENGEMBANGAN *e*-LKPD BERBASIS PROYEK PENGOLAHAN LIMBAH
KULIT PISANG UNTUK MELATIHKAN *CREATIVE THINKING SKILLS*
DAN KOMPETENSI PSIKOMOTOR**

Oleh

M. ARYA NATA RAHARJO

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
2025**

Judul

: PENGEMBANGAN e-LKPD BERBASIS
PROYEK PENGOLAHAN LIMBAH KULIT
PISANG UNTUK MELATIHKAN
CREATIVE THINKING SKILLS DAN
KOMPETENSI PSIKOMOTOR

Nama

: **M Arya Nata Raharjo**

Nomor Pokok Mahasiswa

: **2113022073**

Jurusan

: **Pendidikan MIPA**

Program Studi

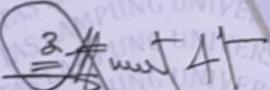
: **Pendidikan Fisika**

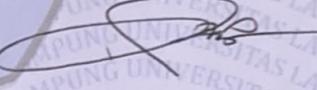
Fakultas

: **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**

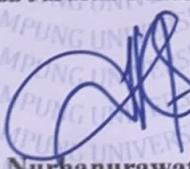
MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


Dr. Kartini Herlina, M.Si.
NIP 19650616 199101 2 001


B. Anggit Wicaksono, S.Pd., M.Si
NIDN 0002029103

2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

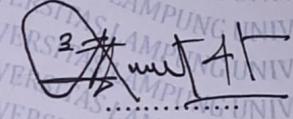

Dr. Nurhanurawati, M.Pd.
NIP 19670808 199103 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

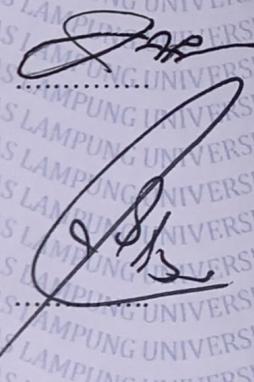
Ketua

: Dr. Kartini Herlina, M.Si.



Sekretaris

: B. Anggit Wicaksono, S.Pd., M.Si



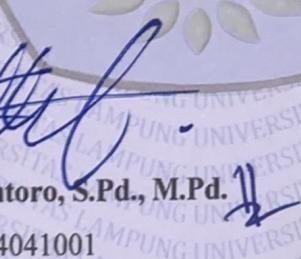
Penguji

Bukan Pembimbing

: Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd.

2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan




Dr. Albert Maydiantoro, S.Pd., M.Pd.

NIP 198705042014041001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 10 April 2025

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini adalah

Nama : M. Arya Nata Raharjo
NPM : 2113022073
Fakultas/Jurusan : KIP / Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Fisika
Alama : Desa Kurungan Nyawa, RT/RW 001/007, Kecamatan Gedong Tataan, Kabupaten Pesawaran

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, 10 April 2025



M. Arya Nata Raharjo

NPM 2113022073

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, pada tanggal 16 Maret 2003. Penulis adalah putra dari pasangan Bapak Ramlan dan Ibu Hartati. Penulis mengawali pendidikan formal pada tahun 2008 di TK An-Nur. Kemudian, penulis melanjutkan pendidikan pada tahun 2009 di SDN 02 Sumberejo. Tahun 2015 penulis melanjutkan pendidikan di SMP Alkautsar Bandar Lampung. Selanjutnya, penulis melanjutkan pendidikan di SMAS Alkautsar Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2021. Tahun yang sama penulis diterima dan terdaftar sebagai Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika di Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Penulis merupakan mahasiswa aktif di kegiatan berorganisasi. Penulis tergabung sebagai Pengurus di Aliansi Mahasiswa Pendidikan Fisika (Almafika). Penulis juga melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Tanjungan, Kecamatan Katibung, Kabupaten Lampung Selatan. Kegiatan tersebut bersamaan dengan pelaksanaan Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) 1 dan 2 yang dilaksanakan di SMAN 1 Katibung.

MOTTO

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”

(Q.S. Al-Insyirah:5-6)

Be the one who ask, who listen, and with curiosity doesn't leave story untold.

(Bryan Sukidi)

Terus melangkah dan selalu bertanggungjawab atas segala langkah yang diambil.

(M. Arya Nata Raharjo)

PERSEMBAHAN

Puji Syukur kehadirat Allah SWT yang selalu melimpahkan nikmat dan hidayahnya, dan semoga shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi kita Muhammad SAW. Bersama rasa syukur yang mendalam, penulis mempersembahkan karya ini sebagai rasa tanggung jawab dalam menyelesaikan pendidikan dan tanda bakti nan tulus yang mendalam kepada:

1. Orang tua tercinta, Bapak Ramlan dan Ibu Hartati yang telah sepenuh hati membesarkan, mendidik, mendoakan, serta mendukung segala bentuk perjuangan penulis. Semoga Allah SWT selalu menguatkan langkahku untuk selalu membahagiakan dan membanggakan kalian;
2. Kakak Penulis, Dina Ajeng Kusuma dan Rara Tiara Agustin yang selalu dengan tulus mendukung dan mendoakan penulis;
3. Keluarga besar yang senantiasa mendoakan, memberikan dukungan, semangat, dan motivasi terbaiknya;
4. Para pendidik yang telah mengajarkan ilmu pengetahuan dan pengalaman, serta memberikan bimbingan terbaik kepada penulis dengan tulus dan Ikhlas;
5. Sahabat dan teman-teman penulis yang selalu ada dalam setiap langkah perjuangan penulis dan senantiasa saling mengingatkan dalam kebaikan dan kesabaran;
6. Almamater tercinta Universitas Lampung.

SANWACANA

Puji sukur penulis ucapkan atas kehadirat 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. Prof. Dr. Ir. Lumeilia Afriani, D.E.A., I.PM., selalu Rektor Universitas Lampung;
2. Dr. Albet Maydiantoro, S.Pd., M.Pd., selaku Dekan FKIP Universitas Lampung;
3. Dr. Nurhanurawati, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA;
4. Dr. Viyanti, S.Pd., M.Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika;
5. Dr. Kartini Herlina, M.Si., selaku Pembimbing 1 sekaligus Pembimbing Akademik atas kesediaan dan keikhlasan dalam memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi kepada penulis selama proses menyelesaikan skripsi;
6. B. Anggit Wicaksono, S.Pd., M.Si., selaku Pembimbing II atas kesediaan dan keikhlasan dalam memberikan ide, saran, bimbingan serta motivasi kepada penulis selama menyelesaikan skripsi;
7. Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd., Ibu Hanifah Zakiyah, S.Pd., M.Pd., dan Bapak Sunaryo, S.Si., M.Pd., selaku validator produk yang dikembangkan oleh peneliti;
8. Bapak dan Ibu dosen serta staf program studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung yang telah membimbing penulis setiap proses pembelajaran;
9. Sahabat HHJ, Gusti Komang Aditya Ananta Putra dan I Wayan Widya Wedana. Terima kasih telah menemani, membantu dan memberikan semangat pada setiap perjalanan perkuliahan kepada penulis;

10. Teman-teman bimbingan (Mahasiswa bimbingan Dr. Kartini Herlina, M.Si.), yaitu Amanda Fajar Arifia, Diana Puspita, dan Fitra Melisa yang telah berjuang bersama-sama dalam menyelesaikan skripsi;
11. Teman-teman seperjuangan LUP 21;
12. Kepada semua pihak yang terlibat dalam membantu penyelesaian penyusunan skripsi ini.

Semoga Allah melimpahkan Rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua dan penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat dijadikan referensi untuk penelitian ini.

Bandar Lampung, 10 April 2025



M. Arya Nata Raharjo

NPM 2113022073

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	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.....	8
II. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Kajian Teori.....	9
2.1.1 Teori Konstruktivis Sosial.....	9
2.1.2 Pembelajaran Berbasis Proyek.....	11
2.1.3 Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik.....	16
2.1.4 <i>Hands on Activity</i>	18
2.1.5 <i>Alternatif Electricity</i>	19
2.1.6 <i>Creative Thinking Skills</i>	22
2.1.7 Kompetensi Psikomotorik.....	24
2.2 Penelitian Relevan	26
2.3 Kerangka Pemikiran.....	28
2.4 Anggapan Dasar	31
III METODE PENELITIAN	32
3.1 Desain Penelitian	32
3.2 Prosedur Pengembangan Produk	32
3.2.1 Tahap Pendefinisian (<i>Define</i>).....	32
3.2.2 Tahap Perancangan (<i>Design</i>)	36
3.2.3 Tahap Pengembangan (<i>Development</i>).....	41
3.2.4 Tahap Penyebaran (<i>Disseminate</i>).....	43
3.3 Instrumen Penelitian	44

3.3.1 Instrumen pada Tahap <i>Define</i>	45
3.3.2 Instrumen pada Tahap <i>Development</i>	45
3.4 Teknik Pengumpulan Data	47
3.5 Teknik Analisis Data	48
3.5.1 Teknik Analisis Data Kevalidan.....	48
3.5.2 Teknik Analisis Data Kepraktisan.....	49
3.5.3 Teknik Analisis Data Keefektifan	51
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	53
4.1 Hasil	53
4.1.1 Produk	53
4.1.2 Hasil Validasi Ahli	55
4.1.3 Hasil Uji Kepraktisan.....	57
4.1.4 Hasil Analisis <i>Creative Thinking Skills</i> dan Kompetensi Psikomotor	60
4.2 Pembahasan.....	61
4.2.1 Tahap <i>Define</i>	62
4.2.2 Tahap <i>Design</i>	65
4.2.3 Tahap <i>Development</i>	66
4.2.4 Tahap <i>Disseminate</i>	103
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	104
5.1 Kesimpulan	104
5.2 Saran	105
DAFTAR PUSTAKA.....	106
LAMPIRAN	112

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Sintaks Pembelajaran Berbasis Proyek	14
2. Indikator <i>Creative Thinking Skills</i>	23
3. Tingkatan Kompetensi Psikomotor.....	25
4. Indikator Kompetensi Psikomotor	26
5. Penelitian Relevan	26
6. <i>Storyboard Pengembangan e-LKPD yang Dikembangkan</i>	38
7. Skala Likert pada Angket Uji Validasi <i>Expert</i>	46
8. Skala Likert pada Angket Uji Kepraktisan	46
9. Konversi Skor Penilaian KevalidanPproduk.....	49
10. Konversi Skor Penilaian Keterbacaan/Persepsi Guru/Respon Peserta didik	50
11. Konversi Skor Penilaian Kepraktisan	51
12. Konversi Skor Kategori Penilaian <i>Creative Thinking Skills</i> dan Kompetensi Psikomotor	52
13. Hasil Rerata Skor Uji Ahli	55
14. Rangkuman Masukan Penilaian Ahli Media dan Desain.....	56
15. Uji Empiris Biobaterai	57
16. Rangkuman Hasil Penilaian Uji Keterbacaan.....	58
17. Penilaian Hasil Persepsi Guru Terkait Penerapan <i>e-LKPD</i>	59
18. Hasil Respon Peserta Didik	60
19. Hasil Ketercapaian Indikator <i>Creative Thinking Skills</i>	60
20. Hasil Ketercapaian Indikator Kompetensi Psikomotor.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pemikiran.....	30
2. Hasil Data Angket Guru Tentang Bahan Ajar yang Digunakan.....	33
3. Hasil Data Angket Peserta Didik Terkait Bahan Ajar yang Digunakan.....	34
4. Hasil Data Angket Peserta Didik Terkait Proses Pembelajaran Energi Alternatif.....	36
5. Desain Rancangan <i>e-</i> LKPD	39
6. Desain Rancangan Produk Biobaterai yang Dikembangkan	40
7. Desain Rancangan <i>Casing</i> Alat Ukur.....	40
8. Desain Rancangan Rangkaian Sensor INA 219	41
9. Alur Prosedur Penelitian Pengembangan.....	44
10. Tampilan <i>e</i> -LKPD.....	54
11. Alat Ukur Tegangan dan Arus Berbasis Sensor INA219	54
12. Jawaban Peserta Didik Terkait Mengidentifikasi.....	75
13. Jawaban Peserta Didik Mengenai Rumusan Masalah.....	76
14. Kegiatan Mengidentifikasi dan Menentukan Proyek.....	76
15. Jawaban Terkait Tujuan dan Pentingnya Proyek	81
16. Dokumentasi Kegiatan Diskusi Merencanakan Proyek.....	81
17. Jawaban Peserta Didik Alat dan Bahan yang Digunakan dalam Pelaksanaan Proyek	84
18. Jawaban Peserta Didik Uraian Prosedur Proyek.....	84
19. Gambar Peserta Didik Terkait Desian Proyek.	87
20. Jawaban <i>Timeline</i> Proyek.....	89
21. Hasil Praktikum dengan Produk.	91
22. Dokumentasi Persiapan Kegiatan Praktikum.....	92

23. Dokumentasi Praktikum Uji Coba Produk	92
24. Hasil Laporan Proyek dalam Bentuk Poster Ilmiah.....	98
25. Kegiatan Presentasi Laporan Proyek	99
26. Hasil Evaluasi Peserta Didik.....	101

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Angket Analisis Kebutuhan Peserta Didik	113
2. Hasil Analisis Kebutuhan Peserta Didik	120
3. Angket Analisis Kebutuhan Guru	125
4. Hasil Analisis Kebutuhan Guru	131
5. Angket Uji Validasi Produk	137
6. Rekapitulasi Hasil Uji Validasi Produk.....	141
7. Angket Uji Keterbacaan.....	142
8. Rekapitulasi Uji Keterbacaan.....	146
9. Angket Persepsi	147
10. Hasil Rekapitulasi Uji Persepsi Guru	152
11. Angket Respon Peserta	158
12. Hasil Uji Respon Peserta Didik	163
13. Hasil Pengerjaan Peserta Didik.....	167
14. Rubrik Penilaian Keterampilan Bepikir Kreatif	177
15. Rekapitulasi Hasil Penilaian Pengerjaan <i>e-LKPD</i>	184
16. Rubrik Penilaian Psikomotor	187
17. Hasil Rekapitulasi Penilaian Kompetensi psikomotor.....	190
18. Surat Izin Penelitian.....	191
19. Dokumentasi Pembelajaran.....	192
20. Produk <i>e-LKPD</i>	193

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Krisis energi dan dampak lingkungan akibat penggunaan bahan bakar fosil menjadikan energi alternatif sebagai fokus utama dalam pengembangan sumber energi berkelanjutan. Pengolahan limbah, terutama dari sektor pertanian, rumah tangga, dan industri, menawarkan solusi inovatif untuk menghasilkan energi alternatif seperti listrik alternatif, bioenergi, dan biogas. Pemanfaatan limbah ini tidak hanya mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan emisi gas rumah kaca, tetapi juga berkontribusi pada ketahanan energi di berbagai daerah (Nusantoro & Awaludin, 2020).

Salah satu inovasi dalam pengolahan limbah adalah penggunaan limbah kulit pisang untuk memproduksi biobaterai. Kulit pisang, yang sering dianggap sebagai limbah, memiliki potensi besar sebagai bahan baku dalam pembuatan biobaterai yang dapat mengisi perangkat elektronik kecil, sehingga mengurangi ketergantungan pada baterai kimia yang merusak lingkungan. Kulit pisang mengandung mineral seperti kalium dan klorida, dari dua mineral tersebut dapat diolah menjadi larutan elektrolit yang menghasilkan garam kalium klorida (KCl), yang mampu menghasilkan energi listrik (Fadhalla et al., 2022).

Produksi buah pisang di Indonesia pada tahun 2022 mencapai 9.245.427 ton (Nisa' *et al.*, 2024), yang berarti jumlah limbah kulit pisang juga meningkat secara signifikan. Limbah kulit pisang dihasilkan dari aktivitas di rumah, restoran, gerai makanan, dan industri pengolahan. Kegiatan ini menghasilkan limbah pembusukan dalam jumlah besar. Selain tidak menghasilkan manfaat ekonomi bagi petani atau pengusaha, limbah ini juga menjadi sumber polusi dan masalah yang muncul di lingkungan sekitarnya (Serna-Jiménez *et al.*, 2021). Saat ini, pemanfaatan limbah kulit pisang masih terbatas pada produk seperti keripik dan tepung (Anwar *et al.*, 2021). Limbah kulit pisang memiliki potensi lain selain dimanfaatkan untuk produk makanan. Kulit pisang mengandung karbohidrat dan kaya akan mineral seperti kalium, magnesium, fosfor, klorida, kalsium, dan zat besi. Karbohidrat mengandung glukosa, jika glukosa dicampur dengan air dan didiamkan selama beberapa hari, akan mengalami fermentasi untuk menghasilkan etanol, yang kemudian diosidasi menjadi asam asetat. Asam asetat adalah jenis elektrolit. Kulit pisang memiliki kandungan pH sekitar 4-5 setelah difermentasi (Muhlisin *et al.*, 2015). Selain itu, garam kalium dan klorida akan bereaksi membentuk kalium klorida. Kalium klorida dalam air akan mengantarkan listrik karena dapat terionisasi. Potensi ini menunjukkan limbah kulit pisang dapat dimanfaatkan sebagai listrik alternatif yang bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari (Fatimah *et al.*, 2023).

Pengolahan limbah kulit pisang menjadi listrik alternatif dapat diintegrasikan dalam pembelajaran di sekolah melalui pendekatan berbasis proyek (PBP). Aktivitas ini tidak hanya memberikan pengetahuan tentang energi alternatif, tetapi juga mengembangkan keterampilan siswa. PBP mendorong siswa untuk menyelidiki masalah nyata, melatihkan *creative thinking skills*, dan melatih kompetensi psikomotor (Riastuti & Febrianti, 2021). Melalui proyek ini, siswa terlibat aktif dalam proses belajar, yang dapat memperkuat pemahaman mereka terhadap konsep-konsep yang diajarkan.

Hasil penelitian pendahuluan dilakukan pada 6 guru dan 131 peserta didik, yang berasal dari 5 sekolah berbeda di Provinsi Lampung. Sekolah-sekolah tersebut yaitu SMA Negeri 13 Bandar Lampung, SMA Negeri 14 Bandar Lampung, SMA Negeri 15 Bandar Lampung, SMA Negeri 1 Natar, dan SMA IT Ar-Raihan Bandar Lampung. Diketahui pembelajaran pada materi energi alternatif terdapat beberapa kendala. Seperti metode guru saat mengajarkan materi energi alternatif yang masih menggunakan metode ceramah atau penjelasan materi saja, dan berdiskusi. Sehingga peserta didik merasa kurang termotivasi untuk aktif mengikuti pembelajaran. Selain itu, kurang tersediannya media pembelajaran dalam membelajarkan materi energi alternatif menjadi faktor penting. Hal ini membuat pembelajaran pada materi energi alternatif menjadi kurang menarik, sehingga peserta didik kurang antusias dalam pembelajaran pada materi energi alternatif.

Terdapat beberapa sekolah yang menggunakan LKPD dalam pembelajaran energi alternatif. Akan tetapi, LKPD yang digunakan hanya berisikan video penjelasan materi dan pertanyaan-pertanyaan seputar energi alternatif, dan belum dilengkapi kegiatan-kegiatan yang menarik. Selain itu, LKPD yang digunakan merupakan buatan orang lain yang diambil dari internet atau sumber lainnya. Kemudian, diketahui bahwa sebanyak 108 peserta didik menyatakan belum pernah memanfaatkan limbah sebagai bahan praktik dalam materi energi alternatif, hal ini menunjukkan pemanfaatan limbah sebagai media pembelajaran masih belum banyak digunakan. Maka dari itu, dibutuhkan inovasi media pembelajaran yang menarik praktis dan efektif dengan memanfaatkan limbah sekitar dalam membelajarkan materi energi terbarukan.

Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (*e-LKPD*) yang diintegrasikan dengan pembelajaran berbasis proyek merupakan solusi inovatif dalam media pembelajaran yang dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik (R. Wahyuni *et al.*, 2021). *e-LKPD* berbasis proyek tidak hanya menyajikan materi dan soal,

tetapi juga memfasilitasi peserta didik untuk melakukan kegiatan praktik secara langsung. Salah satu kegiatan praktik langsung yang dapat diterapkan adalah dengan memanfaatkan limbah di sekitar lingkungan peserta didik sebagai bahan utama dalam pembuatan produk energi alternatif. Pemanfaatan limbah dapat menjadi solusi yang tepat dalam mengenalkan konsep energi alternatif sekaligus menumbuhkan kedulian terhadap lingkungan (Harun & Lihawa, 2024). Melalui kegiatan proyek dalam *e-LKPD*, peserta didik diarahkan untuk mengeksplorasi berbagai jenis limbah yang berpotensi diolah menjadi sumber energi, seperti limbah organik untuk biobaterai. Hal ini juga membuat pembelajaran menjadi lebih kontekstual, kreatif, dan bermakna. Integrasi *e-LKPD* berbasis proyek dengan pemanfaatan limbah diharapkan mampu melatihkan *creative thinking skills*, keterampilan berpikir kritis, dan juga melalui kegiatan yang ada diharapkan mampu melatihkan kompetensi psikomotor peserta didik.

Pembelajaran energi alternatif sangat penting untuk melatihkan *creative thinking skills* dan kompetensi psikomotor peserta didik. *Creative thinking skills* diperlukan agar peserta didik dapat menghasilkan ide-ide atau gagasan baru, menemukan solusi alternatif yang inovatif, dan menciptakan produk yang inovatif dari limbah yang ditemukan di lingkungan sekitar peserta didik (Umam & Jiddiyah, 2020). Hal ini sejalan dengan tuntutan abad 21 yang menekankan kemampuan berpikir tingkat tinggi dalam menghadapi permasalahan nyata. Selain itu, kompetensi psikomotor juga diperlukan untuk dilatihkan kepada peserta didik. Keterampilan praktis ini penting dimiliki peserta didik untuk mengeksekusi ide-ide dan gagasan yang mereka ciptakan. Seperti dalam mengolah limbah menjadi suatu produk yang bermanfaat untuk dijadikan sumber energi alternatif sederhana. Hal ini membuat pembelajaran tidak hanya berfokus pada aspek pengetahuan, tetapi juga memberikan pengalaman langsung melalui kegiatan praktik yang dapat mengasah keterampilan, ketelitian,

dan kerja sama tim (Riastuti & Febrianti, 2021). Melalui *creative thinking skills* dan psikomotor yang terlatih, diharapkan peserta didik mampu mengimplementasikannya dalam bentuk proyek nyata yang bernali guna dan ramah lingkungan.

Creative thinking skills peserta didik dapat diukur melalui beberapa indikator yang dikemukakan oleh Torrance dalam (Almeida *et al.*, 2008), yaitu *fluency* (kelancaran dalam mengemukakan ide), *flexibility* (kemampuan menghasilkan berbagai macam ide dari sudut pandang yang berbeda), *originality* (kemampuan menghasilkan ide yang unik dan tidak biasa), serta *elaboration* (kemampuan mengembangkan dan merinci ide secara lebih lengkap). Indikator-indikator tersebut digunakan untuk melihat sejauh mana peserta didik mampu berpikir kreatif dalam menyelesaikan permasalahan dan menghasilkan produk dari pemanfaatan limbah pada kegiatan proyek energi alternatif. Selain itu, kompetensi psikomotor peserta didik juga dapat diukur melalui indikator seperti kesiapan dalam melakukan praktik, ketepatan dalam menggunakan alat dan bahan, keterampilan dasar dalam mengolah limbah menjadi produk energi alternatif, serta koordinasi gerak dalam menyelesaikan proyek secara efektif dan efisien (Wijayanti, 2020). Adanya pengukuran terhadap *creative thinking skills* dan psikomotor ini, maka guru dapat mengetahui perkembangan kemampuan peserta didik secara lebih komprehensif, serta memastikan bahwa pembelajaran yang dilakukan mampu mengembangkan potensi mereka secara optimal, baik dari segi pengetahuan, keterampilan berpikir, maupun keterampilan praktik.

Berdasarkan uraian permasalahan di atas, pemanfaatan limbah dalam proses pembelajaran belum banyak digunakan terutama pada materi energi alternatif yang diadaptasi dalam pembelajaran berbasis proyek. Hal ini menunjukkan kurangnya inovasi dalam media pembelajaran yang tersedia yang mampu membantu peserta didik dalam memahami materi energi alternatif dan mengasah keterampilan yang dimiliki khususnya pada *creative thinking skills* dan

kompetensi psikomotorik. Oleh karena itu, pembelajaran fisika pada materi energi alternatif memerlukan media pendukung. Maka dari itu, dilakukan penelitian pengembangan *e-LKPD* berbasis proyek pengolahan limbah kulit pisang untuk melatihkan *creative thinking skills* dan kompetensi psikomotor peserta didik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana validitas *e-LKPD* berbasis proyek pengolahan limbah kulit pisang untuk melatihkan *creative thinking skills* dan kompetensi psikomotor peserta didik?
2. Bagaimana kepraktisan *e-LKPD* berbasis proyek pengolahan limbah kulit pisang untuk melatihkan *creative thinking skills* dan kompetensi psikomotor peserta didik?
3. Bagaimana efektivitas *e-LKPD* berbasis proyek pengolahan limbah kulit pisang untuk melatihkan *creative thinking skills* dan kompetensi psikomotor peserta didik?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mendeskripsikan validitas *e-LKPD* berbasis proyek pengolahan limbah kulit pisang untuk melatihkan *creative thinking skills* dan kompetensi psikomotor peserta didik.
2. Mendeskripsikan kepraktisan *e-LKPD* berbasis proyek pengolahan limbah kulit pisang untuk melatihkan *creative thinking skills* dan kompetensi psikomotor peserta didik.

3. Mendeskripsikan efektivitas *e-LKPD* berbasis proyek pengolahan limbah kulit pisang untuk melatihkan *creative thinking skills* dan kompetensi psikomotor peserta didik.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini menghasilkan *e-LKPD* berbasis proyek pengolahan limbah kulit pisang untuk melatihkan *creative thinking skills* dan kompetensi psikomotor peserta didik SMA dan memiliki manfaat sebagai berikut.

a. Bagi Peneliti Lain

Memberikan pengetahuan, wawasan dan pengalaman dalam mengembangkan bahan ajar berupa *e-LKPD* berbasis proyek pengolahan limbah kulit pisang untuk melatihkan *creative thinking skills* dan kompetensi psikomotor peserta didik SMA, serta dapat mengimplementasikan penelitian ini atau meneruskan dengan variabel yang berbeda.

b. Bagi Guru

Memberikan alternatif bahan ajar yang tepat berupa *e-LKPD* proyek pengolahan limbah kulit pisang dalam membantu peserta didik mencapai kemampuan potensialnya serta melatihkan *creative thinking skills* dan kompetensi psikomotor peserta didik.

c. Bagi Peserta Didik

Mengembangkan kemampuan memecahkan masalah melalui kegiatan mendesain dan melaksanakan proyek, sehingga peserta didik terbuka terhadap masalah yang ada, dan memberikan wawasan bagi peserta didik bahwa masalah bisa menjadi alternatif yang mendatangkan manfaat bagi lingkungan.

1.5 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Model PBP yang digunakan menurut Colley (2008), dengan 6 tahap pembelajaran, yaitu tahap orientasi, mengidentifikasi dan menentukan proyek, merencanakan proyek, melaksanakan proyek, mendokumentasikan dan melaporkan serta mengevaluasi proyek.
2. Produk *e-LKPD* yang dikembangkan bertujuan untuk melatihkan *creative thinking skills*. Indikator *creative thinking skills* yang digunakan menurut Torrance (2018), yaitu *fluency* (kefasihan), *flexibility* (keluwesan), *originality* (keaslian), dan *elaboration* (perincian).
3. Aspek indikator penilaian kompetensi psikomotor yang digunakan mengadaptasi dari Wijayanti (2020), yaitu menyiapkan alat dan bahan, menggunakan alat dan bahan, menunjukkan ketelitian dalam menyusun dan merakit proyek, melaksanakan prosedur eksperimen, mengoperasikan dan menguji proyek, mencatat hasil eksperimen, dan menunjukkan hasil proyek.
4. Kevalidan produk secara *empiric* berdasarkan hasil uji coba biobaterai yang dapat menghidupkan lampu LED dan pengisian angket uji keberfungsiannya.
5. Kevalidan *e-LKPD* dinilai oleh 3 orang ahli pembelajaran fisika yaitu 2 dosen Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung dan 1 guru SMA melalui pengisian angket yang terdiri dari validasi isi dan materi, serta desain dan konstruk.
6. Kepraktisan *e-LKPD* ini diukur melalui 3 aspek, yaitu uji keterbacaan, uji persepsi guru, dan respon peserta didik.
7. Keefektifan *e-LKPD* ditinjau dari terlatihnya *creative thinking skills* yang diukur melalui analisis jawaban *e-LKPD* peserta didik dan kompetensi psikomotor peserta didik yang diukur melalui lembar observasi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Teori

2.1.1 Teori Konstruktivis Sosial

Teori belajar konstruktivis sosial adalah pendekatan pembelajaran yang menekankan bahwa pengetahuan dibangun melalui interaksi sosial dan pengalaman bersama. Teori ini dikemukakan oleh Lev Vigotsky, yang berpendapat bahwa proses belajar tidak hanya bersifat individual, tetapi sangat dipengaruhi konteks sosial dan budaya. Teori ini merupakan pendekatan pengajaran yang mengutamakan partisipasi, diskusi, dan kolaborasi antar siswa. Hal ini memfasilitasi penggunaan kelompok dan berbagai strategi interaktif dalam proses belajar (Saleem *et al.*, 2021)

Salah satu konsep penting dalam konstruktivis sosial adalah Zona Perkembangan Proksimal (ZPD), yang merujuk pada rentang antara kemampuan individu yang dapat dicapai secara mandiri dan kemampuan individu yang dapat dicapai dengan dukungan orang lain. ZPD menunjukkan potensi perkembangan seseorang dapat dioptimalkan melalui bantuan guru, teman sebaya yang lebih cakap, atau sumber lain. Dukungan yang tepat mampu membantu individu mencapai tingkat pemahaman yang lebih tinggi dan juga menciptakan lingkungan belajar yang aktif dan

kolaboratif. Ide dari ZPD adalah bahwa individu belajar paling baik ketika bekerja sama dengan orang lain selama kolaborasi bersama, dan melalui upaya kolaboratif dengan orang yang lebih terampil. Kemudian peserta didik belajar dan menginternalisasikan konsep, serta keterampilan baru (Ness, 2022).

Interaksi sosial menjadi bagian penting dalam proses pembelajaran menurut teori ini. Melalui diskusi dan kolaborasi, peserta didik tidak hanya belajar, tetapi juga mengasah berpikir kritis, berpikir kreatif, dan juga komunikasi. Guru memiliki peran penting dalam teori konstruktivis sosial yaitu, guru berperan sebagai fasilitator dan guru juga berperan untuk membimbing siswa. Peran guru dalam teori ini berfungsi sebagai fasilitator yang menciptakan suasana belajar yang mendukung peserta didik untuk dapat berkolaborasi. Selain itu, guru juga berperan untuk memberikan bimbingan dan dukungan untuk dapat membantu peserta didik mengeksplorasi ide-ide baru dan membangun pengetahuan mereka sendiri secara aktif. Pengajaran ini melibatkan pertukaran ide antara siswa dan guru mengenai topik yang dipilih. Diskusi dapat dilakukan dalam bentuk kelompok kecil atau diskusi kelas secara keseluruhan. Selama proses ini, guru memandu jalannya diskusi, sementara siswa diberi kesempatan untuk mengungkapkan pandangan mereka mengenai topik atau masalah tertentu (Akpan *et al.*, 2020).

Berdasarkan pemaparan di atas, diketahui bahwa teori belajar konstruktivis sosial menekankan pembelajaran yang berfokus untuk membuat peserta didik aktif dalam belajar melalui interaksinya dengan teman sebaya dan juga guru, oleh karena itu *e-LKPD* yang dikembangkan sejalan dengan teori. Penerapan teori ini dalam *e-LKPD* yang dikembangkan terdapat pada aktivitas-aktivitas yang ada dalam *e-LKPD*. Pada aktivitas orientasi dan identifikasi masalah peserta didik melakukan diskusi bersama teman

kelompok dan juga guru untuk mengeksplorasi pemahaman dan ide-ide yang mereka miliki. Kemudian, saat aktivitas melaksanakan proyek dan mengevaluasi proyek peserta didik belajar dari teman sebaya dan guru atau orang yang lebih ahli, sehingga pemahaman kognitif mereka terbentuk melalui interaksi interaksi sosial dalam pembelajaran. Hal ini sejalan dengan penerapan teori konstruktivis sosial.

2.1.2 Pembelajaran Berbasis Proyek

Pembelajaran Berbasis Proyek (PBP) merupakan pembelajaran yang melibatkan peserta didik dan guru dalam mencari solusi untuk pertanyaan mengenai lingkungan sekitar mereka. Menyelidiki pertanyaan dunia nyata yang dianggap penting oleh siswa telah lama dikenal sebagai metode pembelajaran yang efektif. Pembelajaran ini mendorong rasa ingin tahu dan keterlibatan siswa dalam memahami berbagai hal yang terjadi di sekitar mereka (Krajcik & Czerniak, 2018).

PBP memiliki hubungan erat dengan teori konstruktivisme sosial yang menekankan pentingnya interaksi sosial dalam membangun pengetahuan. Peserta didik tidak hanya menerima informasi secara pasif, tetapi juga aktif berkolaborasi melalui eksplorasi, diskusi, dan refleksi untuk menciptakan pemahaman baru (Syafila & A'yun, 2024). Teori konstruktivisme sosial memberikan landasan untuk PBP dengan mendorong peserta didik untuk melakukan kerjasama dalam menyelesaikan proyek-proyek yang relevan dan bermakna. Teori konstruktivisme berperan penting dalam PBP, khususnya pada saat pembentukan interaksi sosial antara siswa serta antara siswa dan guru yang merupakan kunci dalam proses pembelajaran ini. Interaksi sosial yang baik menciptakan lingkungan belajar yang mendukung pengembangan kognitif

dan keterampilan sosial peserta didik (Salsabila, 2024). Peran guru dalam PBP adalah fasilitator yang mendorong peserta didik untuk berpikir kritis, berpikir kreatif, bertukar ide, dan membangun pengetahuan secara mandiri. Selain itu, PBP juga meningkatkan keterlibatan aktif peserta didik sehingga mereka mampu mengasah berpikir kritis, berpikir kreatif, serta kolaboratif (Pratami, 2024).

Colley (2008) menjelaskan bahwa Pembelajaran Berbasis Proyek (PBP) melibatkan enam tahap pembelajaran, yaitu orientasi, identifikasi dan penentuan proyek, perencanaan proyek, pelaksanaan proyek, dokumentasi dan pelaporan proyek, serta evaluasi dan tindak lanjut proyek. Sebagian besar proyek peserta didik biasanya dilaksanakan di luar kelas. Selama proses proyek, peserta didik berkonsultasi secara berkala dengan guru mengenai rencana, kemajuan, dan kendala yang dihadapi dalam proyek. Peran guru dalam PBP adalah sebagai fasilitator, penasihat, pembimbing, dan pengawas peserta didik.

Tahapan aktivitas dalam model PBP menurut Colley (2008) adalah *orientation* (orientasi), *identifying and defining project* (identifikasi dan menentukan proyek), *planning a project* (merencanakan proyek), *implementing a project* (pelaksanaan proyek), *documenting and reporting project finding* (mendokumentasikan dan melaporkan temuan proyek), dan *evaluating and taking action* (mengevaluasi dan mengambil tindakan).

Tahapan aktivitas model PBP dipaparkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sintaks Pembelajaran Berbasis Proyek

Sintaks (1)	Aktivitas	
	Guru (2)	Peserta Didik (3)
<i>Orientation</i>	Mengorganisasikan peserta didik dalam kelompok yang terdiri atas 3-4 orang. Menyampaikan tujuan pembelajaran serta menjelaskan pembelajaran yang akan dilakukan.	Membentuk kelompok belajar sesuai aturan yang ditentukan guru fisika Memperhatikan dan menyimak tujuan pembelajaran yang disampaikan guru fisika
	Menyajikan wacana kepada peserta didik dan mengarahkan peserta didik untuk mengidentifikasi permasalahan yang sesuai dengan topik yang dibahas, yaitu permasalahan krisis energi dan limbah organik. kemudian peserta didik berdiskusi untuk menentukan proyek yang sesuai dengan hasil identifikasi masalah.	Mengidentifikasi permasalahan yang diberikan dan mengumpulkan informasi yang diperoleh dari wacana yang disajikan.
<i>Identifying and defining project</i>	Membimbing peserta didik dalam berdiskusi menentukan solusi dari permasalahan yang diberikan, dan berdiskusi untuk menentukan proyek yang akan dilaksanakan.	Berdiskusi bersama kelompok masing-masing untuk menentukan solusi dari permasalahan yang ada dan menentukan proyek yang akan dilaksanakan.
	Membimbing peserta didik untuk merencanakan proyek mencakup desain proyek, prosedur, daftar alat dan bahan, dan waktu yang diperlukan untuk mengerjakan proyek.	Berdiskusi bersama kelompok masing-masing untuk menentukan desain proyek yang akan dilaksanakan, prosedur proyek, daftar alat dan bahan yang akan digunakan.
<i>Planning a project</i>	Mengarahkan peserta didik untuk menentukan <i>timeline</i> pelaksanaan proyek, dan membagi tugas dan tanggung jawab masing-masing anggota kelompok	Menentukan <i>timeline</i> pelaksanaan proyek, dan membagi tugas dan tanggung jawab anggota kelompok.
	Mengarahkan peserta didik untuk menyiapkan semua keperluan dalam mengerjakan proyek, kemudian peserta didik mengkonstruksi proyek, dan menghasilkan produk	Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan dalam pelaksanaan proyek
<i>Implementing a project</i>	Membimbing peserta didik dalam merancang proyek sesuai dengan desain dan prosedur yang telah mereka buat.	Bersama kelompok masing-masing merancang proyek sesuai desain dan prosedur yang telah ditentukan.

(1)	(2)	(3)
<i>Documenting and reporting project finding</i>	Membimbing peserta didik untuk melakukan uji coba produk yang telah mereka kerjakan untuk mengetahui keberfungsian produk yang mereka kerjakan.	Melakukan uji coba produk bersama kelompok masing-masing dengan bimbingan guru fisika untuk mengetahui keberfungsian produk yang telah mereka kerjakan.
	Membimbing peserta didik untuk mencatat hasil uji coba produk	Mencatat hasil uji coba produk
<i>Evaluating and taking action</i>	Mengarahkan peserta didik untuk mendokumentasikan setiap kegiatan yang dilakukan	Mendokumentasikan setiap kegiatan yang dilaksanakan
	Membimbing peserta didik untuk membuat laporan proyek, kemudian membuat poster ilmiah dari hasil proyek yang mereka kerjakan dan mempresentasikan hasil proyek dalam kelas.	Membuat laporan proyek dan membuat poster ilmiah dari hasil proyek yang telah dikerjakan
	Membimbing peserta didik untuk mempresentasikan hasil proyek dan berdiskusi mengenai hasil proyek dalam kelas	Mempresentasikan hasil proyek dan berdiskusi mengenai hasil proyek
	Membimbing peserta didik untuk memberikan saran dan masukan hasil proyek masing-masing kelompok.	Berdiskusi untuk memberikan saran dan masukan mengenai hasil proyek masing-masing kelompok.

2.1.3 Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik

Lembar kerja peserta didik adalah salah satu alat ajar yang dirancang untuk mendukung dan mempermudah proses belajar mengajar, serta menciptakan interaksi yang efektif antara peserta didik. Sebagai salah satu sumber belajar, lembar kerja ini dapat dikembangkan oleh pendidik untuk meningkatkan proses pembelajaran. LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) dapat disesuaikan dan dikembangkan sesuai dengan kondisi dan situasi pembelajaran yang dihadapi. Lembar kerja ini memiliki berbagai manfaat dalam mencapai hasil akademis, seperti sebagai tambahan untuk buku teks, memberikan informasi tambahan untuk kelas tertentu, dan sebagai sarana untuk mengisi kekosongan dengan kesempatan untuk memperluas pengetahuan. Metode pengajaran yang efektif, jika dipadukan dengan pertanyaan yang dirancang dengan baik dalam lembar kerja, dapat meningkatkan minat peserta didik (Lee, 2014).

Kemajuan teknologi saat ini mempengaruhi penyajian bahan ajar yang mengalami kemajuan. Kemajuan teknologi membuat bahan ajar tidak hanya berbentuk cetak, tapi dapat juga dirancang melalui media digital menjadi bahan ajar elektronik. Salah satunya adalah *e-LKPD*, *e-LKPD* adalah bentuk bahan ajar yang disusun dalam unit pembelajaran tertentu dan disajikan dalam format elektronik. Format ini mencakup elemen-elemen seperti animasi, gambar, video, dan navigasi, yang membuat interaksi pengguna dengan program menjadi lebih dinamis. Media elektronik yang dapat diakses oleh peserta didik memiliki berbagai manfaat dan karakteristik yang bervariasi. Sehingga, media elektronik dapat membuat proses pembelajaran menjadi lebih menarik (Puspitasari, 2019).

Proses penyusunan lembar kerja peserta didik harus memperhatikan petunjuk penyusunan untuk menyusunnya. Menurut Soekamto (2021) terdapat lima petunjuk penyusunan yang harus diperhatikan, yaitu menyusun rincian kegiatan, menuliskan alat, bahan, dan sumber, menyusun pertanyaan, pendahuluan, memberi judul. Hal ini penting untuk diperhatikan supaya isi dari *e-LKPD* yang dikembangkan memudahkan peserta didik melakukan pembelajaran yang ada pada *e-LKPD*.

Selain itu penting juga memperhatikan kriteria *e-LKPD* yang dikembangkan. Lee (2014) menjelaskan bahwa kriteria *e-LKPD* meliputi stimulasi aktif bagi peserta didik, menciptakan suasana belajar yang menyenangkan, mengandung pengetahuan yang menyeluruh, serta memberikan pengalaman langsung kepada peserta didik. Selain itu, langkah-langkah dalam pembuatan *e-LKPD* meliputi analisis kurikulum, penyusunan kebutuhan, penentuan judul, dan penulisan *e-LKPD*. Setelah *e-LKPD* selesai dibuat, evaluasi dilakukan berdasarkan kriteria seperti pengetahuan, keterampilan, sikap, produk yang dibuat sesuai kriteria, batasan waktu, serta kunci jawaban (Damayanti & Ngazizah, 2013).

Berdasarkan uraian di atas, maka kriteria *e-LKPD* yang dikembangkan mencakup lima karakteristik utama, yaitu disusun sesuai kurikulum yang berlaku, berorientasi pada tujuan yang telah ditetapkan, berfokus pada pembelajaran yang ditentukan, penyajian yang menyesuaikan dengan karakteristik kognisi peserta didik, dan mampu mengarahkan serta memunculkan kreativitas peserta didik.

e-LKPD yang dikembangkan memanfaatkan situs *Heyzine* sebagai *platform* utama untuk pembuatan lembar kerja peserta didik. Situs web ini memungkinkan pengguna untuk mencari atau membuat berbagai jenis lembar

kerja, termasuk *e-LKPD*. Proses pembuatannya cukup mudah pengguna hanya perlu mengunggah LKPD dalam format file (pdf) yang telah disiapkan, lalu mengedit lembar kerja tersebut menggunakan alat-alat yang tersedia di situs. Beberapa fitur yang ada di laman pengeditan termasuk *drag and drop*, peng gabungan dengan panah, latihan berbicara, dan pilihan ganda, yang semuanya membantu dalam menghasilkan *e-LKPD*.

2.1.4 *Hands on Activity*

Hands on activity merupakan aktivitas pembelajaran yang menekankan keterlibatan langsung peserta didik dalam proses belajar melalui pengalaman belajar langsung. *Hands on activity* dirancang untuk melibatkan peserta didik dalam menelusuri informasi, menggali pengetahuan, dan memahami konsep melalui interaksi langsung dengan materi pembelajaran. Hal ini bertujuan untuk membantu peserta didik mengembangkan pemahaman yang lebih dalam dari materi yang dipelajari (Ikbal & Abdi, 2021). *Hands on activity* merupakan kegiatan yang efektif dalam melatihkan pengalaman belajar dan memberikan keleluasaan bagi peserta didik untuk mengatur dan mengamati proses ilmiah hingga melakukan interaksi baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap fenomena ilimah (Haury & Rillero, 1994).

Hands on activity juga berkaitan dengan teori konstruktivisme, yang menyatakan bahwa pengetahuan dibangun melalui pengalaman belajar langsung dan melalui interaksi peserta didik dengan lingkungan. Melalui berbagai aktivitas peserta didik dapat mengaitkan konsep yang abstrak dengan pengalaman nyata, sehingga peserta didik juga termotivasi untuk belajar dengan lebih mendalam (Yilmaz *et al.*, 2024). *Hands on activity* mendorong peserta didik untuk berpikir kreatif dan berpikir kritis dalam pemecahan

masalah yang dihadapi selama proses pembelajaran (Putra & Fitrihidajati, 2021). Selain itu, aktivitas *hands on activity* dapat melatihkan kompetensi psikomotor peserta didik. Melalui keterlibatan langsung dalam aktivitas fisik, peserta didik mendapatkan ruang untuk mengembangkan koordinasi motorik dan keterampilan teknis lainnya (Riya *et al.*, 2021).

Berdasarkan penjelasan tersebut, diketahui bahwa *hands on activity* merupakan aktivitas pembelajaran yang menekankan keterlibatan langsung peserta didik dalam proses belajar melalui pengalaman belajar secara langsung. Aktivitas *hands on activity* dalam penelitian ini berupa eksperimen dan praktikum pembuatan proyek. Oleh karena itu, *hands on activity* menjadi penting untuk meningkatkan pemahaman konsep, keterampilan praktis, dan motivasi belajar peserta didik.

2.1.5 *Alternatif Electricity*

Listrik alternatif adalah sumber-sumber energi yang dapat menggantikan bahan bakar fosil tradisional seperti batubara, minyak, dan gas alam. Listrik alternatif ini menjadi jenis sumber energi terbarukan yang memberikan keberlanjutan dan pengurangan emisi gas rumah kaca. Salah satu bentuk listrik alternatif adalah biobaterai dengan sumber energi yang dari alam sekitar. Biobaterai bisa menjadi alternatif baterai yang ramah lingkungan karena bahan yang terdapat didalam (S. E. Wahyuni *et al.*, 2020).

Suatu bahan organik dapat dimanfaatkan sebagai biobaterai, jika memiliki kandungan yang diperlukan. Bahan organik yang kaya senyawa karbon dapat diuraikan oleh mikroorganisme untuk menghasilkan energi. Selain itu, daya fermentasi yang tinggi penting, agar mikroorganisme mencerna bahan tersebut

dan menghasilkan metabolit seperti *hydrogen* atau asetat yang berguna dalam reaksi elektrokimia biobaterai. Kadar air optimal menjadi faktor kunci, kadar air mendukung mikroorganisme dan memfasilitasi konduktivitas ion.

Selain itu, baterai memiliki bagian penting yaitu elektrolit yang memiliki peran menghasilkan energi listrik. Elektrolit baterai bisa didapatkan dari bahan organik dengan memanfaatkan limbah dari hasil pertanian, seperti kulit pisang (Fadhallah *et al.*, 2022). Kulit pisang mengandung karbohidrat dan kaya akan mineral seperti kalium, magnesium, fosfor, klorida, kalsium dan besi. Glukosa yang terkandung dalam karbohidrat, apabila dicampur dengan air dan didiamkan dalam ruang kedap udara selama beberapa hari maka akan terjadi fermentasi sehingga dapat diperoleh etanol. Etanol tersebut akan teroksidasi menjadi asam etanoat atau asam asetat. Asam asetat merupakan salah satu jenis zat elektrolit.

Kulit pisang yang sudah difermentasi memiliki sifat asam yang berasal dari kandungan asam asetat. Selain itu kulit pisang mengandung kalium dan garam klorida yang termasuk juga sebagai zat elektrolit. Kandungan elektrolit yang dimiliki kulit pisang memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku alternatif pada baterai. Arus listrik dapat mengalir karena seng bertindak sebagai katode (kutub +) yang bersifat menarik ion negatif dan tembaga bertindak sebagai anode (kutub -) yang bersifat menarik ion positif.

Ketika pasta kulit pisang bersentuhan dengan unsur seng dan tembaga terjadi reaksi ionisasi dalam larutan, sehingga dapat terjadi aliran elektron yang menyebabkan arus listrik mengalir. Jika kedua elektrode dihubungkan dengan lampu arus akan mengalir dari anode ke katode, lampu akan menyala (Muhsin *et al.*, 2015). Baterai menghasilkan elektron karena adanya reaksi kimia, kecepatan proses menghasilkan elektron melalui elektrokimia menentukan

seberapa banyak elektron dapat mengalir antara kedua kutub. Elektron mengalir dari baterai melalui kabel dan bergerak dari kutub negatif menuju kutub positif, tempat reaksi kimia berlangsung. Secara umum, baterai berfungsi sebagai penyimpan dan penyedia energi listrik, dengan sumber listrik dalam bentuk arus searah.

Baterai terdiri dari beberapa sel kimia, masing-masing mengandung dua logam yang dicelupkan dalam larutan penghantar yang disebut elektrolit. Reaksi kimia antara konduktor dan elektrolit menyebabkan satu elektroda menjadi anoda dengan muatan positif dan elektroda lainnya menjadi katoda dengan muatan negatif. Baterai adalah alat kimia yang menyimpan energi dan mengeluarkannya dalam bentuk listrik. Biasanya, sebuah baterai terdiri dari tiga komponen utama, yaitu batang karbon sebagai anode (kutub positif baterai), seng (Zn) sebagai katode (kutub negatif baterai), dan pasta sebagai elektrolit (penghantar).

Reaksi kimia yang terjadi pada baterai:

Anode	: logam seng (Zn)
Katoda	: batang karbon/grafit (C)
Larutan elektrolit	: MnO_2 , NH_4Cl dan serbuk karbon (C)
Anoda Zn (-)	: $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$
Karbon C (+)	: $2MnO_2 + 2NH_4^+ + 2e^- \rightarrow Mn_2O_3 + 2NH_3 + H_2O$
Reaksi total	: $Zn + 2MnO_2 + 2NH_4^+ \rightarrow Zn^{2+} + Mn_2O_3 + H_2O$

(Muhlisin *et al.*, 2015)

Kandungan zat elektrolit pada kulit pisang mampu menjadi pengganti larutan elektrolit pada baterai, yaitu Mangan Oksida yang pada baterai yang sudah tidak terpakai, sehingga baterai dapat digunakan kembali.

Berdasarkan pemaparan di atas, diketahui bahwa kulit pisang memiliki kandungan elektrolit yaitu asam asetat dan potassium yang merupakan elektrolit kuat. Kandungan yang dimiliki kulit pisang ini memiliki potensi yang besar untuk bisa dimanfaatkan sebagai salah satu sumber listrik alternatif yang ramah lingkungan berupa bioaterai. Pengetahuan ini bisa diajarkan melalui pembelajaran di sekolah pada materi energi alternatif sebagai proyek ilmiah yang interaktif.

2.1.6 *Creative Thinking Skills*

Creative Thinking Skills (CTS) merupakan keterampilan yang mencakup kemampuan individu untuk menghasilkan berbagai ide-ide baru, orisinal, dan bermanfaat, serta mengombinasikan pengetahuan yang ada secara inovatif untuk menyelesaikan masalah atau menciptakan sesuatu yang baru (Ramalingam *et al.*, 2020). CTS merupakan keterampilan yang ditujukan untuk menciptakan ide atau gagasan baru untuk menjawab permasalahan yang ada sebagai solusi yang inovatif. Kuantitas dan orisinalitas ide sangat penting, karena banyak ide biasa dapat digabungkan dengan cara baru untuk menghasilkan hasil kreatif. Pemikir kreatif menantang pendekatan konvensional, yang bertujuan untuk menghasilkan ide-ide yang tidak terduga namun bertujuan dalam batasan tertentu. CTS menjadikan manusia lebih sensitif terhadap masalah-masalah tertentu, kekurangan, kesenjangan dalam pengetahuan, unsur-unsur yang hilang, ketidakharmonisan, dan mengidentifikasi kesulitan, mencari solusi, membuat tebakan atau merumuskan hipotesis, memodifikasi, melakukan pengujian ulang dan terakhir mengkomunikasikan bahwa hasilnya efektif (Almeida *et al.*, 2008).

Indikator CTS menurut Torrance terdiri dari *fluency*, *flexibility*, *originality*, dan *elaboration* yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Indikator *Creative thinking Skills*

Indikator <i>Creative Thinking Skills</i> (1)	Sub Indikator (2)	Aktivitas (3)
<i>Fluency</i>	Keterampilan melatih peserta didik agar dapat banyak mengajukan pertanyaan dan mampu mengemukakan ide-ide yang serupa untuk memecahkan suatu masalah	Mengidentifikasi tiga permasalahan yang sesuai berdasarkan wacana yang disajikan Menuliskan tiga rumusan masalah berdasarkan wacana yang disajikan Menuliskan tiga gagasan tentang proyek yang dilakukan dalam rangka menyelesaikan masalah limbah organik dan krisis energi
	kemampuan seseorang untuk menghasilkan berbagai macam ide, pendekatan, atau solusi yang berbeda dalam menyelesaikan suatu permasalahan	Menuliskan gagasan tentang tujuan proyek pengolahan limbah organik Menuliskan tiga gagasan tentang pentingnya proyek pengolahan limbah organik
		Mengagas rincian alat dan bahan proyek pengolahan limbah organik Menggambarkan desain proyek pengolahan limbah organik
<i>Originality</i>	Kemampuan untuk menghasilkan ide yang unik, baru, atau tidak biasa, yang belum terpikirkan oleh orang lain atau jarang muncul dalam pemikiran umum	Menuliskan peran dan tanggung jawab dari masing-masing naggota kelompok dalam proses penggerjaan proyek pengolahan limbah organik Merakit alat dan bahan proyek pengolahan limbah organik
		Melakukan praktikum dengan produk pengolahan limbah organik untuk membuktikan keberhasilan produk
		Mendokumentasikan setiap pelaksanaan kegiatan proyek pengolahan limbah organik

	(1)	(2)	(3)
<i>Elaboration</i>	Kemampuan untuk mengembangkan, merinci, dan memperkaya suatu ide dengan detail yang mendalam sehingga ide tersebut menjadi lebih jelas, aplikatif, atau mudah dipahami.		<p>Menuliskan gagasan uraian prosedur pelaksanaan proyek limbah organik</p> <p>Menuliskan rincian fungsi dari alat yang digunakan dalam proyek</p> <p>Menuliskan jadwal kegiatan selama pengerjaan proyek pengolahan limbah organik</p> <p>Membuat laporan yang disusun dengan sistematis berdasarkan proyek yang telah dibuat</p> <p>Merumuskan kendala-kendala yang dihadapi saat menyelesaikan proyek</p>

Berdasarkan tabel di atas, *creative thinking skills* diukur melalui beberapa indikator, yaitu *fluency*, *flexibility*, *elaboration*, dan *originality*. Indikator tersebut menunjukkan *creative thinking skills* yang dimiliki peserta didik.

2.1.7 Kompetensi Psikomotorik

Kompetensi psikomotor adalah kompetensi yang terkait dengan aktivitas fisik manusia yang sendiri menunjukkan tingkat keahlian seseorang dalam melakukan sesuatu (Mandolang *et al.*, 2022). Psikomotor berhubungan dengan hasil belajar yang pencapaiannya melalui keterampilan (*skill*) sebagai hasil dari tercapainya kompetensi pengetahuan. Psikomotor merupakan implikasi tindakan seseorang setelah menerima pengalaman belajar tertentu dan implikasi berkelanjutan dari hasil belajar kognitif dan hasil belajar afektif. Hasil belajar kognitif dan afektif tampak dalam bentuk bentuk prilaku dan berbuat sesuai dengan apa yang telah dipelajari yang ditunjukan oleh peserta didik dalam ranah psikomotor (Rahman, 2020).

Penilaian ranah psikomotor pada pelajaran fisika berupa tes unjuk kerja untuk mengukur kemampuan peserta didik dalam melakukan tugas tertentu, seperti praktikum fisika di laboratorium. Penilaian unjuk kerja adalah teknik penilaian yang digunakan untuk menilai aktivitas peserta didik secara langsung. Penilaian ini meliputi semua penilaian baik dalam bentuk tulisan, produk, tindakan, maupun tingkah laku (Mandolang *et al.*, 2022). Tingkatan kompetensi psikomotor menurut Dave merupakan ranah yang pengukurannya dapat dilihat dari tingkat kompetensi yang terdiri dari lima tingkatan yaitu, imitasi, manipulasi, presisi, artikulasi, dan naturalisasi (Rahman, 2020). Tingkatan kompetensi psikomotor dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Tingkatan Kompetensi Psikomotor

Tingkatan Kompetensi Psikomotor	Keterangan
Imitasi	Kemampuan untuk melakukan aktivitas yang sederhana dengan cara yang sama persis seperti yang telah diamati sebelumnya.
Manipulasi	Kemampuan untuk melakukan aktivitas sederhana berdasarkan pedoman atau instruksi, meskipun aktivitas tersebut belum pernah terlihat sebelumnya.
Presisi	Kemampuan untuk melakukan aktivitas dengan sangat akurat sehingga menghasilkan produk yang sesuai dengan harapan.
Artikulasi	Kemampuan untuk melaksanakan kegiatan yang kompleks dengan tepat
Naturalisasi	Kemampuan melakukan aktivitas secara refleksif, yang melibatkan gerakan fisik tanpa berpikir panjang, sehingga menghasilkan kerja yang sangat efektif.

Sedangkan indikator kompetensi psikomotor disesuaikan dengan kebutuhan aspek-aspek yang dinilai. Aspek-aspek yang perlu diperhatikan dalam kegiatan praktikum pembelajaran fisika seperti, persiapan praktikum, pelaksanaan praktikum, dan menjelaskan hasil praktikum. Indikator kompetensi psikomotor dalam penelitian ini mengadaptasi dari Wijayanti (2020) yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Indikator Kompetensi Psikomotor

Indikator Kompetensi Psikomotor	Aspek yang Dinilai
Menyiapkan alat dan bahan	Ketepatan dan kecepatan memilih alat dan bahan
Menggunakan alat dan bahan	Ketepatan dan kecepatan dalam menggunakan alat dan bahan
Menunjukkan ketelitian dalam menyusun dan merakit proyek	Ketepatan dan kecepatan dalam menyusun dan merakit proyek
Melaksanakan prosedur eksperimen	Ketepatan dalam melakukan eksperimen sesuai langkah yang benar
Mengoperasikan dan menguji proyek	Ketepatan dalam mengoperasikan dan menguji proyek benar sesuai prosedur
Mencatat hasil eksperimen	Ketepatan dalam melakukan pengukuran dan mencatat hasil
Menunjukkan hasil proyek	Ketepatan dalam melakukan demonstrasi hasil pelaksanaan proyek.

Berdasarkan pemaparan di atas, kompetensi psikomotorik dapat diukur melalui beberapa indikator yaitu menyiapkan alat dan bahan, menggunakan alat dan bahan, menunjukkan ketelitian dalam menyusun dan merakit proyek, melaksanakan prosedur eksperimen, mengoperasikan dan menguji proyek, mencatat hasil eksperimen, menunjukkan hasil proyek.

2.2 Penelitian Relevan

Penelitian yang relevan dengan penelitian pengembangan yang diteliti dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Penelitian Relevan

Nama Peneliti (1)	Nama Jurnal (2)	Judul Artikel (3)	Hasil Penelitian (4)
(Fadhalah <i>et al.</i> , 2022)	Jurnal Teknologi Pengolahan Pertanian	Potensi Onggok Singkong dan Kulit Pisang sebagai Sumber Elektrolit Baterai Basah Ramah Lingkungan	Kandungan mineral dalam kulit pisang mampu berperan sebagai elektrolit yang efektif, pada baterai.

(1)	(2)	(3)	(4)
(Santoso & Wulandari, 2020)	<i>Journal of Banua Science Education</i>	Pengaruh Pembelajaran Berbasis Proyek Dipadu Dengan Metode Pemecahan Masalah Pada <i>Creative Thinking Skills</i>	Penelitian ini menunjukkan ada peningkatan <i>creative thinking skills</i> setelah diberi perlakuan model pembelajaran berbasis proyek.
(Elviliana <i>et al.</i> , 2018)	<i>Earth and Environmental Science</i>	<i>Conversion banana and orange peel waste into electricity using microbial fuel cell</i>	Penelitian ini menunjukkan limbah kulit pisang dan jeruk memiliki potensi sangat besar untuk digunakan sebagai sumber energi listrik.
(Riastuti & Febrianti, 2021)	Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains	Studi Dokumenter Hasil Belajar Psikomotorik Siswa SMA Pada Materi Sistem Pernapasan Melalui Model <i>Project Based Learning</i> (PjBL)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat peningkatan hasil belajar psikomotorik peserta didik dan PjBL efektif untuk mengajarkan sistem pernapasan dalam pengaturan virtual.

Penelitian yang relevan di atas mendorong peneliti untuk mengembangkan produk e-LKPD yang mempunyai kriteria sebagai berikut: 1) e-LKPD yang dikembangkan berbasis aktivitas model pembelajaran proyek yang diadaptasi Colley (2008). 2) e-LKPD yang dikembangkan berisi media pendukung pembelajaran seperti video pembelajaran, gambar, dan alat praktikum. 3) e-LKPD yang dikembangkan bertujuan untuk melatihkan *creative thinking skills* yang indikatornya diadaptasi dari Torrance (2008) dan melatihkan kompetensi psikomotor yang indikatornya diadaptasi dari Wijayanti (2020).

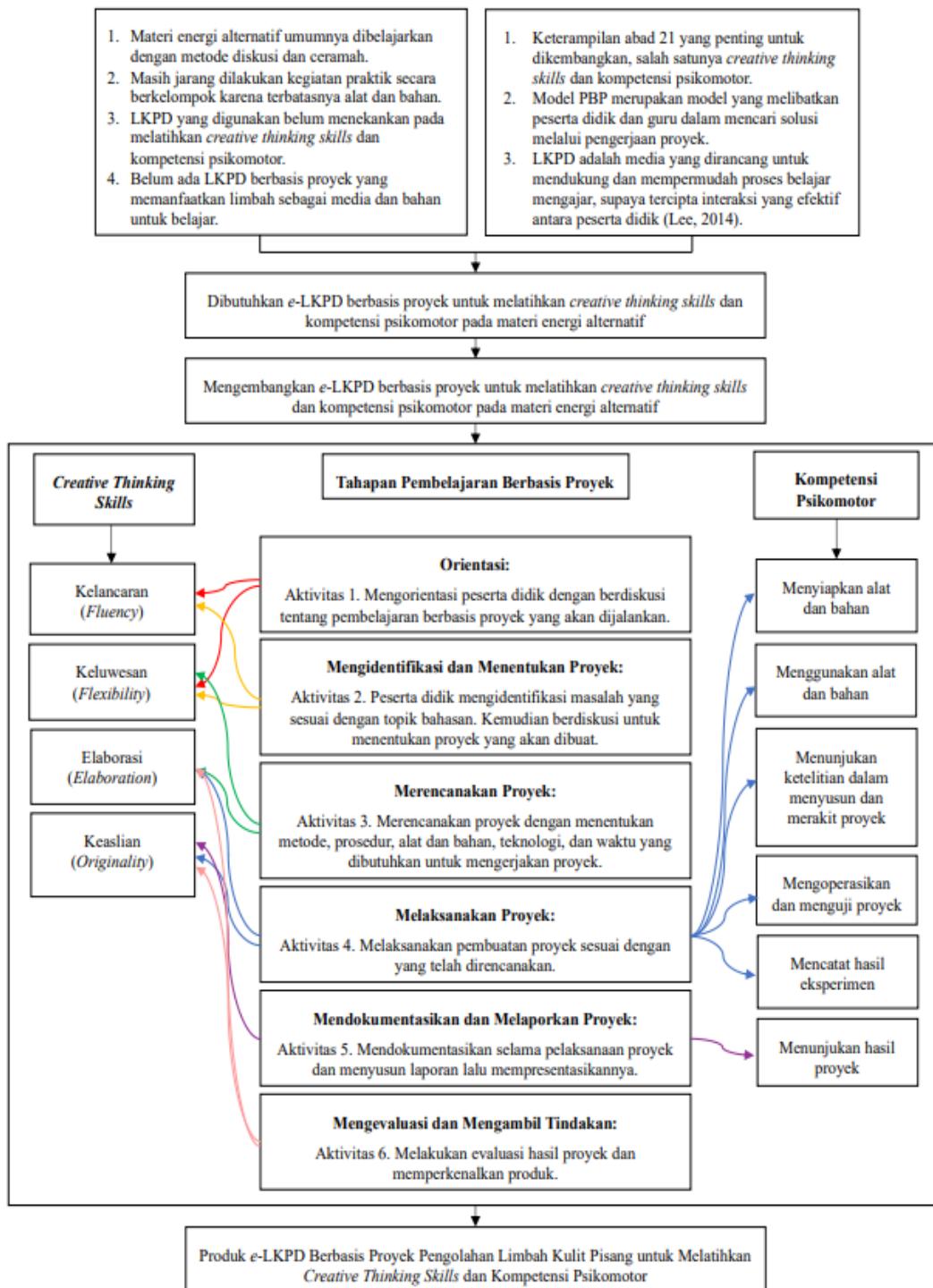
2.3 Kerangka Pemikiran

Bahan ajar merupakan salah satu sumber pembelajaran yang digunakan dapat membantu guru dalam kegiatan belajar mengajar di dalam kelas, salah satunya e-LKPD. Produk e-LKPD yang dikembangkan mengadaptasi aktivitas model pembelajaran berbasis proyek yang digunakan untuk membelajarkan materi energi alternatif. Tahapan-tahapan dalam model pembelajaran berbasis proyek meliputi orientasi, identifikasi dan menentukan proyek, merencanakan proyek, melaksanakan proyek, dokumentasi dan melaporkan proyek, serta evaluasi.

Aktivitas pada LKPD menyusun peserta didik untuk belajar dalam kelompok kecil. Aktivitas pertama yaitu orientasi, guru dan peserta didik berdiskusi tujuan pembelajaran, peran guru dan peserta didik dalam pembelajaran, dan tanggung jawab peserta didik. Aktivitas kedua adalah memberikan masalah dan membimbing peserta didik untuk melakukan penyelidikan, serta membimbing peserta didik untuk menentukan proyek. Aktivitas ketiga yaitu merencanakan proyek, peserta didik menentukan merumuskan masalah, prosedur pelaksanaan proyek, menentukan alat, bahan, teknologi, dan *timeline* pengerjaan proyek.

Aktivitas keempat adalah pelaksanaan proyek, setelah merancang proyek peserta didik diminta untuk mengerjakan proyek yang telah dirancang. Aktivitas kelima yaitu mendokumentasikan dan melaporkan proyek, peserta didik menyusun laporan dari hasil pelaksanaan proyek dan mempresentasikan laporan tersebut. Aktivitas keenam yaitu evaluasi, guru dan peserta didik melakukan evaluasi dari proyek pada pembelajaran yang telah berlangsung.

Berdasarkan pemaparan di atas, aktivitas pada *e-LKPD* yang dikembangkan disesuaikan dengan model Pembelajaran Berbasis Proyek (PBP). Aktivitas ini dapat memberikan pengetahuan tentang energi alternatif dan juga pengolahan limbah, serta dapat melatihkan *creative thinking skills* dan kompetensi psikomotorik peserta didik. Kerangka pemikiran dijelaskan pada Gambar 1. Kerangka Pemikiran.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran

2.4 Anggapan Dasar

Anggapan dasar dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Subjek peneltian adalah mahasiswa angkatan baru yang kemampuan awalnya dianggap setara dengan peserta didik SMA.
2. Uji keefektifan *e-LKPD* dilakukan pada kelompok kecil, dengan pertimbangan bahwa hal ini sudah dianggap cukup untuk memperoleh informasi awal mengenai kualitas *e-LKPD*.

III METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan bahan ajar, yaitu pengembangan *e-LKPD* berbasis proyek limbah kulit pisang untuk melatihkan *creative thinking skills* dan kompetensi psikomotor. Desain penelitian yang digunakan pada penelitian menggunakan model penelitian dan pengembangan yang dikembangkan oleh Thiagarajan (1974) yaitu model 4D (*Define, Design, Development, and Dissemination*).

3.2 Prosedur Pengembangan Produk

Pendekatan 4D memiliki 4 tahapan penelitian, antara lain *Define* (Pendefinisian), *Design* (Perancangan), *Development* (Pengembangan), dan *Disseminate* (Penyebarluasan).

3.2.1 Tahap Pendefinisian (*Define*)

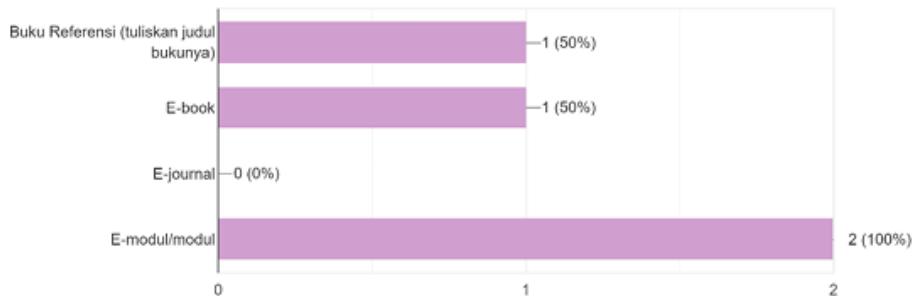
Thiagrajan (1974) kegiatan pada tahap pendefinisian (*define*) pengembangan bahan ajar (modul, buku, LKS), dilakukan sebagai berikut.

a. Analisis *Front-End*

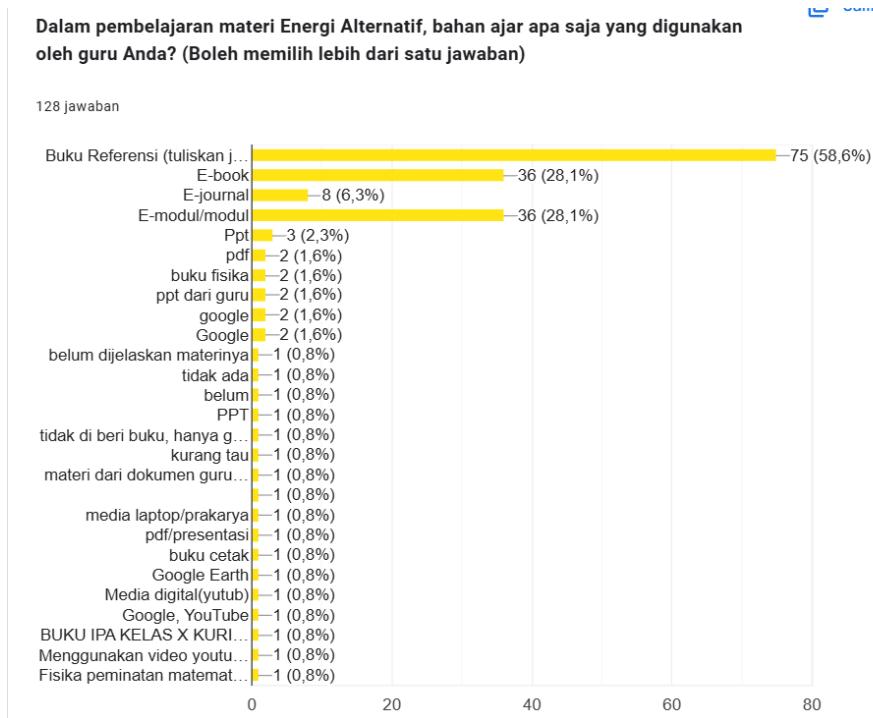
Pelaksanaan dilakukan dengan menyebarluaskan angket kepada guru dan peserta didik dengan tujuan untuk mendapatkan informasi terkait permasalahan dalam pembelajaran. Hasil penyebarluasan angket yang telah dilakukan, diketahui bahwa dalam proses pembelajaran beberapa sekolah hanya menggunakan buku pelajaran yang sudah ada saja. Hal tersebut menandakan kurangnya inovasi dalam pembelajaran dikarenakan didalam buku tersebut hanya terdapat materi dan latihan soal saja. Hasil analisis yang didapatkan menjadi acuan peneliti dalam mengembangkan media pembelajaran *e-LKPD* berbasis proyek untuk mencapai tujuan pembelajaran.

Dalam membelajarkan materi energi alternatif, bahan ajar apa saja yang sering Bapak/Ibu gunakan?
(boleh memilih lebih dari satu jawaban)

2 jawaban



Gambar 2. Hasil Data Angket Guru Tentang Bahan Ajar yang Digunakan



Gambar 3. Hasil Data Angket Peserta Didik Terkait Bahan Ajar yang Digenakan

b. Analisis Konsep

Analisis konsep dilakukan berdasarkan capaian dan tujuan pembelajaran pada materi energi alternatif. Analisis tersebut bertujuan untuk mengidentifikasi, merinci, serta menyusun secara sistematis konsep yang relevan. Informasi diperoleh melalui penyebaran angket yang kemudian hasil angket dianalisis dan dijadikan dasar dalam perumusan tujuan pembelajaran. Hasil penyebaran angket diketahui bahwa Sebagian peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami materi energi alternatif. Hal ini disebabkan oleh pembelajaran yang belum didukung dengan aktivitas yang melibatkan peserta didik secara langsung seperti kegiatan praktikum, kemudian media pembelajaran

yang digunakan belum optimal dalam mendukung proses pembelajaran. Selain itu, diketahui bahwa beberapa guru juga masih menggunakan metode ceramah. Sehingga tidak terdapat aktivitas dalam pembelajaran yang memberikan ruang peserta didik untuk melatihkan keterampilannya seperti *creative thinking skills* dan kompetensi psikomotor.

c. Analisis Tugas

Pada tahap ini dilakukan penyebaran angket kepada peserta didik. Hasil analisis tugas mengacu pada analisis konsep dan merujuk pada capaian pembelajaran untuk materi energi alternatif. Hasilnya diketahui terdapat tugas yang diberikan peserta didik pada energi alternatif berupa praktikum, pengamatan, pembuatan poster, serta presentasi. Terdapat beberapa tugas yang dapat melibatkan aktivitas peserta didik secara langsung yaitu pembuatan kincir air serta pembuatan biogas dari sisa sayuran. Kedua tugas tersebut dapat menunjang pemahaman peserta didik mengenai energi alternatif, serta menghubungkan konsep ilmiah dengan keterampilan praktis. Pemanfaatan media digital seperti YouTube dapat menunjang pemahaman konsep energi alternatif.

Tetapi masih banyak peserta didik yang hanya diberikan materi dari buku serta PPT tanpa pelaksanaan keterlibatan aktif peserta didik. Kendala yang dialami yaitu keterbatasan waktu dalam pelaksanaan praktik dan tugas sehingga menyebabkan peserta didik tidak dapat pengalaman belajar yang optimal, sehingga capaian pembelajaran tidak tercapai dengan optimal.

Jika Anda memilih "Ya" bagaimana cara Guru Anda melakukan kegiatan praktik untuk memperjelas konsep materi Energi Alternatif.

128 jawaban

Dibagi menjadi klmpk,lalu ada klmpk yang melakukan pengamanan

dengan mengajarkan membuat kincir angin/air, ia membuat kincir air dengan seksama dan di ikuti oleh kami yang mencerna dan mengikuti kegiatan yang ia lakukan

Dengan menyuruh melihat youtube tentang praktik materi alternatif

Dengan menjelaskan ulang cara kerja dari praktik tersebut

praktikum menggunakan sisah sayur dan buah buahan diolah melalui proses fermentasi anaerob untuk menghasilkan biogas, yaitu campuran gas yang sebagian besar terdiri dari metana (CH₄) dan karbon dioksida (CO₂). Biogas ini bisa digunakan sebagai bahan bakar untuk memasak atau menghasilkan listrik.

hm

Melakukan praktik biogas yang terbuat dari limbah buah buahan

dendoan memoraktikan atau membuat biogas

Gambar 4. Hasil Data Angket Peserta Didik Terkait Proses Pembelajaran Energi Alternatif

Berdasarkan pemaparan hasil analisis, maka dikembangkan *e-LKPD* berbasis proyek dengan tujuan agar seluruh peserta didik dapat terlibat langsung dalam proses pembelajaran sehingga capaian pembelajaran tercapai optimal.

3.2.2 Tahap Perancangan (*Design*)

Tahap ini dilakukan perancangan draft *e-LKPD*. Menurut Thiagarajan dkk (1974). Langkah-langkah pada tahap perancangan ini adalah:

a. Penyusunan Konstruksi *e-LKPD*

Pada tahap ini dilakukan penyusunan kontruksi *e-LKPD* yang dikembangkan. Adapun kontruksi dari *e-LKPD* didesain dengan aktivitas pembelajaran berbasis proyek menurut Colley (2008) yaitu:

Tahap 1: Orientasi

Tahap 2: Mengidentifikasi dan menentukan proyek

Tahap 3: Merencanakan proyek

Tahap 4: Melaksanakan proyek

Tahap 5: Mendokumentasikan dan melaporkan proyek

Tahap 6: Mengevaluasi proyek

e-LKPD juga didesain untuk melatihkan *creative thinking skills* peserta didik meliputi kelancaran, keluwesan, keaslian, dan elaborasi. Serta kompetensi psikomotor peserta didik meliputi menyiapkan alat dan bahan, menggunakan alat dan bahan, menunjukkan ketelitian dalam menyusun dan merakit proyek, melaksanakan prosedur eksperimen, mengoperasikan dan menguji proyek, mencatat hasil eksperimen, dan menunjukkan hasil proyek.

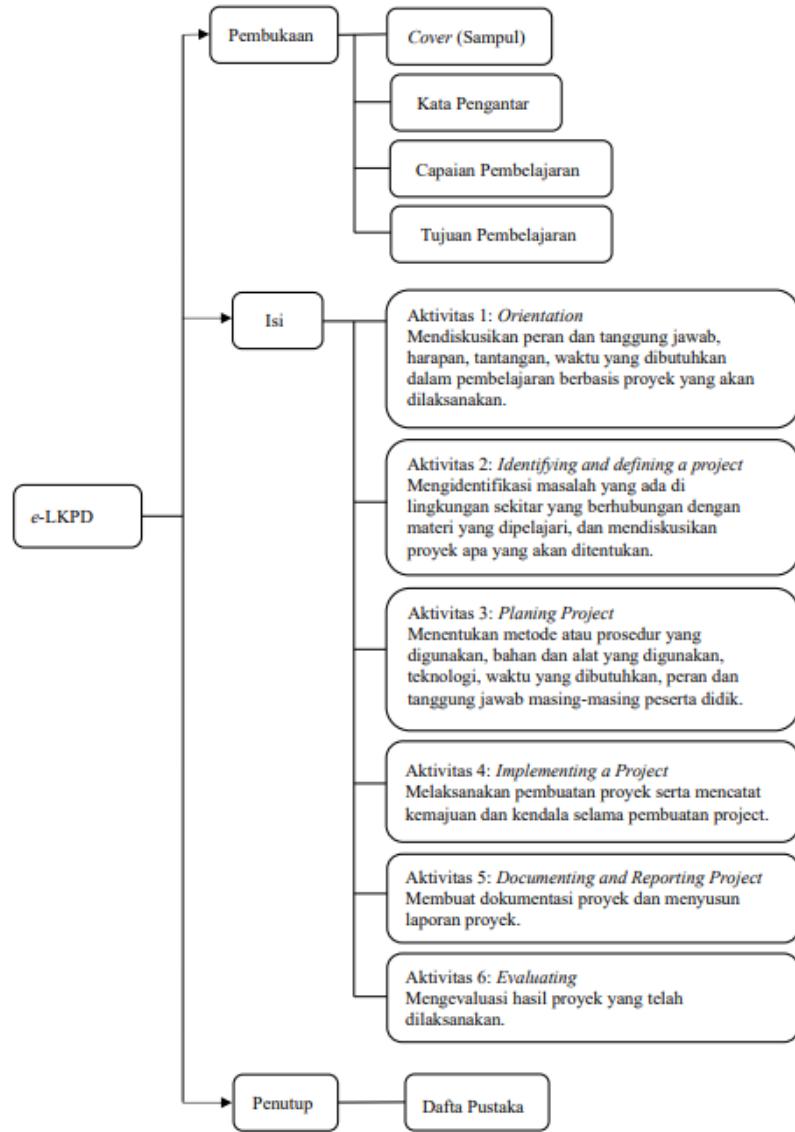
b. Rancangan Awal

Rancangan awal pada penelitian pengembangan ini yaitu membuat produk awal (*prototype*) berupa *e-LKPD* berbasis pengolahan limbah kulit pisang dengan tahap perancangan yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. *Storyboard Pengembangan e-LKPD yang Dikembangkan*

Tahap Rancangan Pengembangan	Deskripsi
Pembuka	<p>Membuat cover terdiri dari:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Judul e-LKPD b. Identitas pengguna e-LKPD
Isi	<p>Menyusun kata pengantar Memuat harapan e-LKPD yang dikembangkan bisa bermanfaat bagi guru dan peserta didik. Menjadi referensi guru dalam membuat e-LKPD berbasis proyek. Menjadi pedoman kegiatan dalam aktivitas pembelajaran berbasis proyek bagi peserta didik.</p> <p>Menuliskan capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran.</p> <p>Menuliskan Identitas LKPD dan Kegiatan Pembelajaran. Kegiatan pembelajaran terdapat beberapa tahap, yaitu orientasi, mengidentifikasi dan mendefinisikan proyek, merencanakan proyek, melaksanakan kegiatan proyek, mendokumentasikan dan melaporkan proyek, dan evaluasi proyek.</p>
Penutup	<p>Menuliskan profil pengembang, berisi mengenai keterangan diri pembuat atau pengembang LKPD berbasis proyek pengolahan limbah kulit pisang.</p>

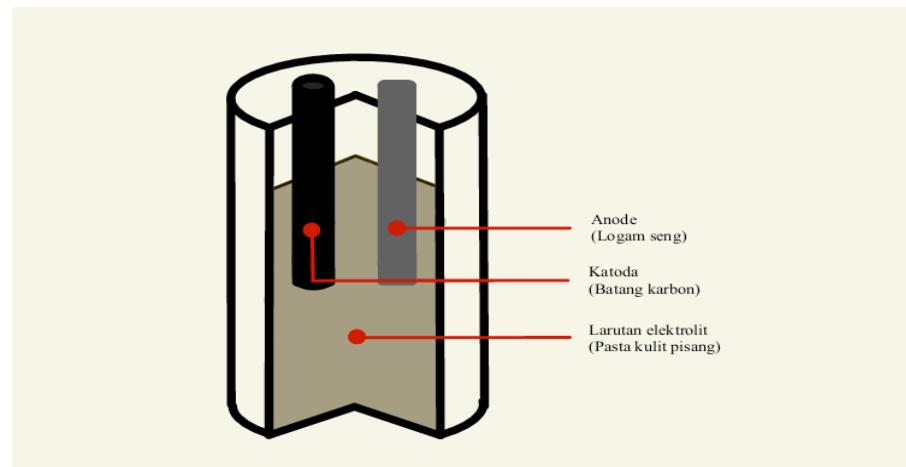
Berikut desain rancangan e-LKPD yang dikembangkan.



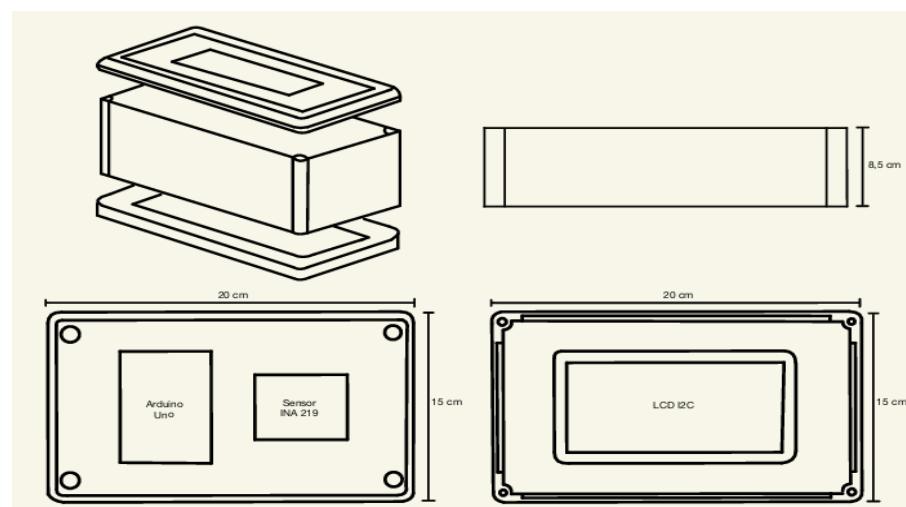
Gambar 5. Desain Rancangan e- LKPD

Akhir dalam tahap *design* yaitu menghasilkan *draft I* perancangan produk *e-LKPD* berbasis proyek pengolahan limbah kulit pisang.

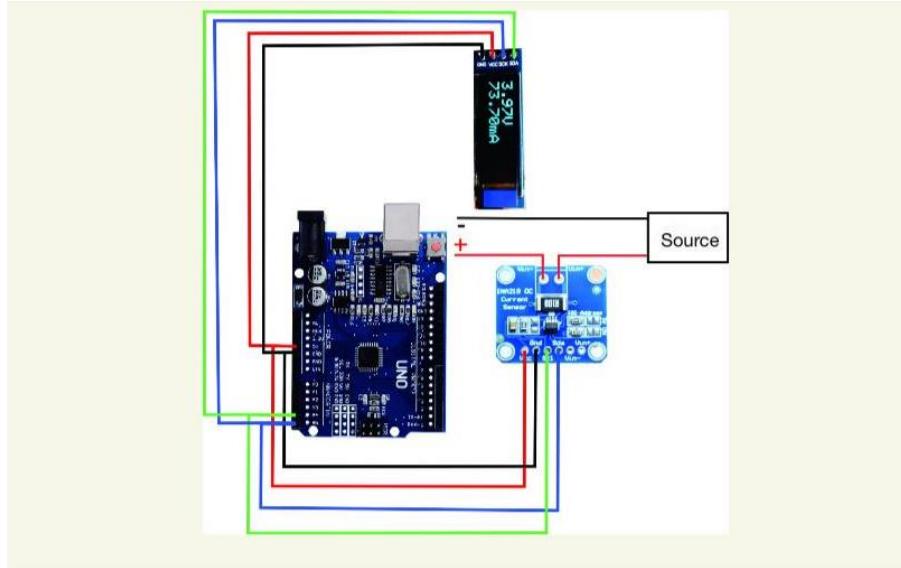
Selain itu, terdapat desain rancangan produk biobaterai dari limbah kulit pisang yang dikembangkan.



Gambar 6. Desain Rancangan Produk Biobaterai yang Dikembangkan



Gambar 7. Desain Rancangan Casing Alat Ukur



Gambar 8. Desain Rancangan Rangkaian Sensor INA 219

3.2.3 Tahap Pengembangan (*Development*)

Tahap pengembangan bertujuan untuk menghasilkan produk pengembangan. Langkah-langkah pada tahap pengembangan yaitu,

a. Validasi *Empiric*

Validasi *empiric* merupakan tahap pengujian produk pengembangan yaitu biobaterai dari pengolahan limbah kulit pisang yang dilakukan melalui serangkaian pengujian praktis. Tujuannya yaitu untuk memastikan bahwa produk biobaterai berhasil dikembangkan dalam aspek menghasilkan energi listrik yang ditandai dengan hidupnya lampu LED dan sesuai dengan hukum ohm dilihat dari tegangan dan arus yang dihasilkan. Pengujian melibatkan pengamatan langsung di

lapangan terhadap proses pengukuran arus dan tegangan yang dihasilkan sehingga dapat menghidupkan lampu LED. Apabila lampu LED dapat hidup, maka produk biobaterai dianggap berhasil. Sehingga validasi *empiric* penting dilakukan untuk memastikan produk layak digunakan sebagai *alternative electricity* yang ramah lingkungan.

b. Validasi *Expert*

Validasi *expert* bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan produk *e-LKPD* yang dikembangkan sudah sesuai dengan tujuan awal pengembangan. *Expert* pada penelitian pengembangan ini yaitu 2 dosen Pendidikan Fisika FKIP Universitas Lampung dan 1 praktisi guru mata pelajaran fisika. Penilaian *expert* terhadap *e-LKPD* mencakup aspek kesesuaian media dan desain, serta materi dan konstruksi *e-LKPD*. Sebelum tahap validasi *expert* ini, peneliti membuat lembar penilaian angket testing yang sudah divalidasi oleh *expert judgement* agar aspek-aspek yang perlu dinilai dalam *e-LKPD* yang dikembangkan oleh peneliti dapat terukur. Setelah itu, *e-LKPD* yang dikembangkan diperbaiki/direvisi sesuai saran dan masukan dari para *expert*. Sehingga produk *e-LKPD* yang dihasilkan lebih baik dan disebut sebagai *draft II e-LKPD*.

c. Uji Coba Produk

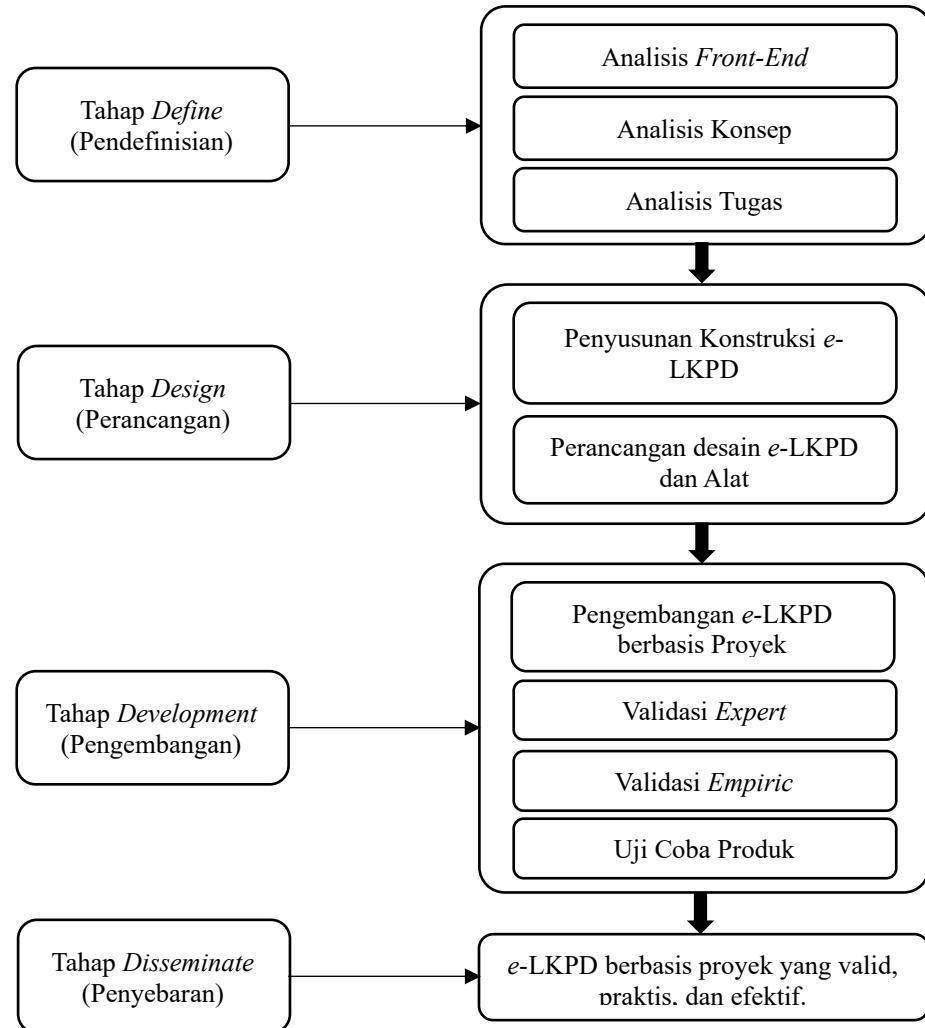
Uji coba produk dimaksudkan untuk melihat kepraktisan produk melalui uji keterbacaan, respon guru, dan peserta didik terhadap *e-LKPD* berbasis proyek yang dikembangkan. Pelaksanaan uji coba produk dilakukan secara terbatas kepada mahasiswa angkatan baru Pendidikan Fisika FKIP Universitas Lampung, dengan melibatkan

mahasiswa angkatan baru yang dipilih secara acak. Tahap ini dilakukan juga penilaian proses *creative thinking skills* dengan rubrik penilaian *e-LKPD* yang telah disusun sesuai dengan indikator *creative thinking skills*. Selain itu, digunakan juga lembar observasi untuk melakukan penilaian proses terkait kompetensi psikomotor yang sudah disesuaikan dengan indikator psikomotor yang diukur saat menggunakan *e-LKPD* yang dikembangkan.

3.2.4 Tahap Penyebaran (*Disseminate*)

Tahap *disseminate* pada penelitian ini yaitu penyebarluasan produk *e-LKPD* yang valid, praktis, dan efektif lalu diadopsi oleh pengguna yang lebih luas dengan penyebaran secara terbatas yang dimiliki peneliti. Peneliti menyebarkan produk akhir berupa *e-LKPD* berbasis proyek pengolahan limbah kulit pisang pada materi energi alternatif, yaitu kelas X fase E di salah satu SMA di Bandar Lampung. Publikasi resmi dari hasil penelitian nantinya juga disebarluaskan dan dapat diakses melalui artikel yang diterbitkan peneliti.

Berikut gambar alur prosedur penelitian pengembangan yang dilakukan.



Gambar 9. Alur Prosedur Penelitian Pengembangan

3.3 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan alat yang digunakan untuk mengumpulkan data. Penelitian ini menggunakan instrumen penelitian pada dua tahap, yaitu tahap *define* dan *development*.

3.3.1 Instrumen pada Tahap *Define*

a. Angket Respon Guru

Angket respon guru yang disusun untuk mengetahui karakteristik *e-LKPD* yang mereka gunakan dalam membela jarkan materi energi alternatif. Angket berisi 12 pertanyaan ‘ya’ atau ‘tidak’ dengan memberikan alasan mengapa memilih jawaban tersebut. Angket disebar melalui pesan WhatsApp kepada tiga guru fisika kelas X di tiga sekolah yang berbeda dengan angket berupa Google *Form*.

b. Angket Respon Peserta Didik

Angket respon peserta didik yang disusun untuk mengetahui karakteristik *e-LKPD* energi alternatif yang mereka gunakan di sekolah. Angket berisi 11 pertanyaan ‘ya’ atau ‘tidak’ dengan memberikan alasan mengapa memilih jawaban tersebut. Angket disebarluhan melalui grup WhatsApp kelas XI oleh guru mata pelajaran fisika.

3.3.2 Instrumen pada Tahap *Development*

a. Angket Validasi *Expert*

Angket validasi expert dimaksudkan untuk menilai kelayakan *e-LKPD* yang dikembangkan, berkaitan dengan aspek isi dan materi, serta aspek desain dan konstruk *e-LKPD*. Penskoran pada angket ini menggunakan skala *likert* yang diadaptasi dari Ratumanan & Laurent (2011).

Tabel 7. Skala Likert pada Angket Uji Validasi *Expert*

No	Pilihan Jawaban	Skor
1	Sangat Baik	4
2	Baik	3
3	Kurang Baik	2
4	Tidak Baik	1

(Ratumanan & Laurent, 2011)

b. Angket Uji Kepraktisan

- 1) Uji keterbacaan dimaksudkan untuk mengetahui keterbacaan produk *e-LKPD* berbasis proyek yang dikembangkan oleh peneliti. Sistem penskoran menggunakan skala likert yang diadaptasi dari Ratumanan & Laurent (2011), yang dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Skala Likert pada Angket Uji Kepraktisan

No	Pilihan Jawaban	Skor
1	Sangat Praktis	4
2	Praktis	3
3	Kurang Praktis	2
4	Tidak Praktis	1

(Ratumanan & Laurent, 2011)

2) Angket Uji Persepsi Guru

Uji persepsi guru diuji menggunakan lembar uji persepsi guru terkait penggunaan *e-LKPD* yang tujuannya yakni untuk menilai kemungkinan produk untuk dilaksanakan dalam pembelajaran. Penskoran pada angket uji persepsi guru menggunakan skala likert yang sama dengan uji keterbacaan pada Tabel 7.

3) Angket Respon Peserta Didik

Angket respon peserta didik dimaksudkan untuk mengetahui respon peserta didik setelah menggunakan *e-LKPD*.. Penskoran pada angket respon peserta didik menggunakan skala likert yang sama dengan uji keterbacaan pada Tabel 7.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian pengembangan ini menggunakan angket. Penyebaran angket dilakukan pada tahap *define* yang dimaksudkan untuk mengetahui permasalahan dalam pembelajaran fisika pada materi energi alternatif dan untuk mengetahui *e-LKPD* materi energi alternatif yang biasa digunakan guru dan peserta didik pada pembelajaran di sekolah. Angket validasi *expert* dilakukan terhadap *e-LKPD* yang dikembangkan. Proses validasi dilakukan dengan menunjukkan *e-LKPD* yang dikembangkan, lalu *expert* diminta untuk mengisi angket validasi.

Aspek kepraktisan *e-LKPD* yang dikembangkan diukur menggunakan angket uji keterbacaan, angket uji persepsi gur, dan angket respon peserta didik. Tahap ini dilakukan uji coba produk secara terbatas dengan meminta respon beberapa guru dan peserta didik. Pengumpulan data dilakukan dengan menunjukkan *e-LKPD* yang dikembangkan, kemudian guru diberikan angket kesesuaian isi dan kemenarikan untuk diisi, dan angket kemenarikan diberikan kepada peserta didik untuk diisi. Kemudian, pada aspek keefektifan *e-LKPD* yang dikembangkan dikumpulkan data dengan dengan menilai aspek indikator *creative thinking skills* yang termuat pada hasil jawaban peserta didik pada *e-LKPD* dan lembar penilaian observasi untuk kompetensi psikomotor.

Secara keseluruhan, pengumpulan data yang komprehensif pada penelitian ini menggunakan kombinasi angket, tes, dan lembar observasi. Dimulai dari tahap pengembangan, uji coba, hingga implementasi *e-LKPD*. Hal tersebut bertujuan untuk memperoleh informasi yang akurat terkait validitas, kepraktisan, dan keefektivian *e-LKPD* yang dikembangkan.

3.5 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini ada dua, yaitu teknik analisis data kualitatif dan kuantitatif.

3.5.1 Teknik Analisis Data Kevalidan

Analisis data kevalidan diperoleh dari angket uji ahli materi dan konstruksi serta angket uji ahli media dan desain yang diisi oleh validator. Kriteria kevalidan melalui uji validitas ahli, kemudian teknik analisis data menggunakan data hasil uji validitas ahli dihitung dengan rumus

$$p = \frac{\text{Rerata yang didapat}}{\sum \text{Total}}$$

Hasil yang dihitung kemudian ditafsirkan sehingga mendapatkan kualitas dari produk yang dikembangkan. Penafsiran skor diadaptasi dari Ratumanan & Laurent (2011) seperti yang terlihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Konversi Skor Penilaian Kevalidan Produk

Interval Skor Hasil Penelitian	Kriteria
3,25 < skor < 4,00	Sangat Valid
2,50 < skor < 3,25	Valid
1,75 < skor < 2,50	Kurang Valid
1,00 < skor < 1,75	Tidak Valid

(Ratumanan & Laurent, 2011)

Berdasarkan Tabel 9, peneliti memberikan batasan bahwa produk *e-LKPD* yang dikembangkan oleh peneliti terkategori valid untuk digunakan jika produk mencapai skor yang peneliti tentukan, yaitu minimal persentase sebesar 2,50 dengan kriteria valid.

3.5.2 Teknik Analisis Data Kepraktisan

1. Uji Keterbacaan

Analisis data kepraktisan dimaksudkan untuk mengetahui kepraktisan produk diperoleh berdasarkan pengisian angket uji keterbacaan (data kuantitatif). Hasil jawaban pada angket dianalisis menggunakan analisis persentase berdasarkan rumus menurut Sudjana (2005) sebagai berikut.

$$\%X = \frac{\sum \text{skor yang diperoleh}}{\sum \text{maksimum}} 100\%$$

Data hasil pengisian angket uji keterbacaan dianalisis menggunakan analisis persentase yang diadaptasi oleh Arikunto (2011) seperti pada data untuk mengetahui kepraktisan produk.

Tabel 10. Konversi Skor Penilaian Keterbacaan/Persepsi Guru/Respon Peserta didik

Percentase	Kriteria
0,00% - 20%	Keterbacaan/Persepsi Guru/Respon Peserta didik Tidak Baik
20,1% - 40%	Keterbacaan/Persepsi Guru/Respon Peserta didik Kurang Baik
40,1% - 60%	Keterbacaan/Persepsi Guru/Respon Peserta didik Cukup Baik
60,1% - 80%	Keterbacaan/Persepsi Guru/Respon Peserta didik Baik
80,1% - 100%	Keterbacaan/Persepsi Guru/Respon Peserta didik Sangat Baik

(Arikunto, 2011)

Berdasarkan Tabel 10, peneliti memberi batasan bahwa produk yang dikembangkan terkategorikan praktis jika mencapai skor yang peneliti tentukan, yaitu minimal 60% dengan kriteria keterbacaan sedang.

2. Uji Persepsi Guru

Data yang digunakan untuk mengetahui persepsi guru terkait penggunaan *e-LKPD* diperoleh dari pengisian angket persepsi terkait penggunaan *e-LKPD* (data kuantitatif). Data hasil pengisian angket uji persepsi guru terkait penggunaan *e-LKPD* dianalisis menggunakan analisis presentase seperti data untuk mengetahui keterbacaan produk.

3. Respon Peserta Didik

Data yang digunakan untuk mengetahui respon dalam penggunaan *e-LKPD* diperoleh berdasarkan pengisian angket respon peserta didik (data kuantitatif). Data hasil pengisian angket respon peserta didik terkait penggunaan *e-LKPD* dianalisis menggunakan analisis presentase seperti pada data untuk mengetahui keterbacaan produk.

Persentase pengisian angket uji keterbacaan, persepsi guru, dan respon peserta didik di rata-rata kemudian dianalisis dan disesuaikan dengan persentase yang diadaptasi oleh Arikunto (2011) seperti pada data untuk mengetahui kepraktisan produk.

Tabel 11. Konversi Skor Penilaian Kepraktisan

Persentase	Kriteria
0,00% - 20%	Kepraktisan sangat rendah
20,1% - 40%	Kepraktisan rendah
40,1% - 60%	Kepraktisan sedang
60,1% - 80%	Kepraktisan tinggi
80,1% - 100%	Kepraktisan sangat tinggi

(Arikunto, 2011)

Berdasarkan Tabel 11, peneliti memberi batasan bahwa produk yang dikembangkan terkategorii praktis jika mencapai skor yang peneliti tentukan, yaitu minimal 60% dengan kriteria kepraktisan sedang

3.5.3 Teknik Analisis Data Keefektifan

Ananlisis penilaian *creative thinking skills* dan kompetensi psikomotor peserta didik dilakukan dengan melihat aspek indikator *creative thinking skills* yang termuat pada hasil jawaban peserta didik pada e-LKPD dan hasil penilaian observasi untuk kompetensi psikomotor. Hasil penilaian analisis *creative thinking skills* dan kompetensi psikomotor dengan menggunakan rumus

$$NP = \frac{\sum NI}{SM} \times 100\%$$

Keterangan:

NP	= Nilai yang dicari
$\sum NI$	= Jumlah indikator yang muncul
SM	= Jumlah skor indikator maksimal

(Arikunto, 2011)

Nilai persen yang diperoleh dikonversikan dengan kategori penilaian *creative thinking skills* dan kompetensi psikomotor. Kategori penilaian *creative thinking skills* dilihat pada Tabel 11.

Tabel 12. Konversi Skor Kategori Penilaian *Creative Thinking Skills* dan Kompetensi Psikomotor.

Persentase	Kriteria
0,00%-20%	Tidak terlatihkan
20,1%-40%	Kurang terlatihkan
40,1%-60%	Cukup terlatihkan
60,1%-80%	Terlatihkan
80,1%-100%	Sangat terlatihkan

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa:

1. *e-LKPD berbasis proyek yang sangat valid digunakan untuk melatihkan creative thinking skills dan kompetensi psikomotor.* Hal ini ditinjau dari hasil uji validitas media dan desain, serta materi dan konstruk oleh tiga orang ahli, diperoleh skor sebesar 3,29 dengan kategori sangat valid, dimana media dan desain memperoleh skor sebesar 3,36 dengan kategori sangat valid, serta materi dan konstruk 3,22 dengan kategori valid, hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa *e-LKPD berbasis proyek pengolahan limbah kulit pisang valid dan dapat digunakan didalam pembelajaran.*
2. *e-LKPD berbasis proyek sangat praktis digunakan untuk melatihkan creative thinking skills dan kompetensi psikomotor peserta didik dalam proses pembelajaran fisika khususnya materi energi alternatif.* Hal ini dapat dilihat dari uji keterbacaan, respon peserta didik, dan persepsi guru terhadap penggunaan *e-LKDP berbasis proyek dengan hasil rata-rata uji keterbacaan sebesar 97%, hasil rata-rata respon peserta didik sebesar 95%, dan hasil rata-rata persepsi guru sebesar 88,09%* dengan kategori sangat praktis.

3. *e-LKPD berbasis proyek efektif digunakan untuk melatihkan creative thinking skills dan kompetensi psikomotor peserta didik.* Hal ini dilihat dari hasil penggerjaan *e-LKPD* yang dikerjakan peserta didik dan hasil observasi penilaian psikomotor peserta didik dengan hasil rata-rata *creative thinking skills* peserta didik sebesar 83,125% dengan kategori sangat terlatihkan dan hasil rata-rata kompetensi psikomotor peserta didik sebesar 77,61% dengan kategori terlatihkan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan *e-LKPD* berbasis proyek pengolahan limbah kulit pisang untuk melatihkan *creative thinking skills* dan kompetensi psikomotor, diajukan saran oleh peneliti.

1. Mengembangkan produk alat ukur berbasis sensor INA219 dengan ketelitian yang lebih akurat dalam mengambil data pengukuran atau menggunakan sensor lain yang lebih akurat.
2. Penelitian ini dapat menjadi referensi bagi peneliti lain untuk melakukan penelitian serupa untuk dilakukan uji coba kelompok luas, dan menjadi referensi bagi peneliti lain untuk mengembangkan bahan ajar elektronik dalam pembelajaran fisika terutama untuk meningkatkan *creative thinking skills* dan kompetensi psikomotor peserta didik,
3. Guru yang menggunakan *e-LKPD* berbasis proyek pada materi energi alternatif ini diharapkan mempersiapkan alokasi waktu dengan baik. hal ini dikarenakan *e-LKPD* yang dikembangkan berupa kegiatan pengerjaan proyek dan pelaksanaan praktikum.

DAFTAR PUSTAKA

- Akpan, D. V. I., Igwe, D. U. A., Blessing, I., Mpamah, I., & Okoro, C. O. (2020). Social Constructivism: Implication On Teaching and Learning 8. *Britis Jurnal of Education*, 8(8), 49-56.
- Almeida, L. S., Prieto, L. P., Ferrando, M., Oliveira, E., & Ferrández, C. (2008). Torrance Test of Creative Thinking: The question of its construct validity. *Thinking Skills and Creativity*, 3(1), 53–58.
- Amna Saleem, Huma Kausar, & Farah Deeba. (2021). Social Constructivism: A New Paradigm in Teaching and Learning Environment. *Perennial Journal Of History*, 2(2), 403–421.
- Anwar, H., Septiani, S., & Nurhayati, N. (2021). Pemanfaatan Kulit Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca L.*) Sebagai Subtitusi Tepung Terigu dalam Pengolahan Biskuit. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 4(2), 315.
- Arifuddin, Sutro, Muhammad Taufiq. (2022). Pengembangan Bahan Ajar Kontekstual Berbasis Hands On Activity dalam Pembelajaran Fisika untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Peserta Didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(2c), 894-900.
- Arikunto, S. (2011). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*, Jakarta : Bumi Aksara. 413 hlm.
- Budi Astuti, R., Supeno, S., & Purwantiningsih, A. (2024). Validitas dan Kepraktisan Bahan Ajar IPAS Berbasis Multirepresentasi untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan : Riset dan Konseptual*, 8(4), 877.
- Colley, K (2008). An Introduction and Learning Cycle for Implementing Project-Based Science. National Science Teachers Association (NSTA) : *The Science Teacher* 75(7), 34-38.

- Damayanti, D. S., & Ngazizah, N. (2013). Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Dengan Pendekatan Inkuiiri Terbimbing Untuk Mengoptimalkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Materi Listrik Dinamis SMA Negeri 3 Purworejo Kelas X Tahun Pelajaran 2012/2013. *Jurnal Radiasi*, 3(1), 58-62.
- Damira, D., & Alberida, H. (2022). *Creative thinking skills* Peserta Didik di SMA SDI Silungkang. *Jurnal Bioterididik: Wahana Ekspresi Ilmiah*, 10(1), 11–17.
- Elviliana, Toding, O. S. L., Virginia, C., & Suhartini, S. (2018). Conversion banana and orange peel waste into electricity using microbial fuel cell. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 209 (1), 1-5.
- Fadhallah, E. G., Hidayati, R., & Prakasa, D. A. (2022). *Studi Literatur: Potensi Onggok Singkong dan Kulit Pisang sebagai Sumber Elektrolit Baterai Basah Ramah Lingkungan*. *Jurnal Teknologi Pengolahan Pertanian*, 4 (1) 2022, 12-17
- 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.
- Fitriani, N., Gunawan, G., & Sutrio, S. (2017). Berpikir Kreatif Dalam Fisika Dengan Pembelajaran Conceptual Understanding Procedures (CUPs) Berbantuan LKPD. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 3(1), 24–33.
- Haristo Rahman, M. (2020). Analisis Ranah Psikomotor Kompetensi Dasar Teknik Pengukuran Tanak Kurikulum SMK Teknik Konstruksi dan Properti. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 17(1), 53.
- Harun, E. H., & Lihawa, F. (2024). *Pemanfaatan Limbah Organik untuk Energi Alternatif: Sosialisasi dan Edukasi dalam Program Pengabdian kepada Masyarakat*. ELDIMAS: *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat (EJPPM)*, 2(2), 63-72
- Ikbal, M. S., & Abdi, I. (2021). Efektivitas Penggunaan Metode *Hands on Activity* Terhadap Hasil Belajar Fisika Peserta Didik. *Al-Khazini: Jurnal Pendidikan Fisika*, 1(1), 81–90.
- Irman Irman, Endang Surahman, Dita Agustian, Diana Herawati, & Liah Badriah. (2025). Profil Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik dalam Pembelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 15(1), 60–67.

- Julianti, M., & Samai, S. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Pemahaman Materi Siswa Kelas X IPA di SMA. *Jurnal Biofiskim: Penelitian dan Pembelajaran IPA*, 6(2), 56-65
- Keliata, K., & Choirunnisa, D. (2023). Kontribusi Guru dalam Efektifitas Pelaksanaan Praktikum Ilmu Pengetahuan Alam di Sekolah Menengah. *SEARCH: Science Education Research Journal*, 1(2), 22–33.
- Krajcik, J. S., & Czerniak, C. L. (2018). *Teaching science in elementary and middle school: A project-based learning approach* (Fifth edition). Routledge, Taylor & Francis Group. 376 pages.
- 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), 96-106.
- Mandolang, A. H., Rende, J. C., & Dilapanga, A. (2022). Pengembangan Instrumen Penilaian Unjuk Kerja dalam Kegiatan Praktikum pada Pokok Bahasan Fluida Dinamis Kelas XI SMA. *Charm Sains: Jurnal Pendidikan Fisika*, 3(1), 15–18.
- Marselina, K. A., Basori, M., & Zaman, W. I. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran Booklet Berbasis QR-Code Materi Bentuk dan Fungsi Bagian Tubuh pada Manusia (Panca Indra) untuk Siswa Kelas IV SDN Dawulan Lor. *ELEMENTARY: Jurnal Inovasi Pendidikan Dasar*, 4(3), 103–119.
- Melek. M. Y, Asli. B., Ayperi. D. S. (2024). *Inspiring an Early Passion for Science: The Impact of Hands-on Activities on Children's Motivation*. ECNU Review of Education 2024 Journals Sagepub 7(4), 1033-1053.
- Muhlisin, M., Soedjarwanto, N., & Komarudin, M. (2015). *Pemanfaatan Sampah Kulit Pisang dan Kulit Durian Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Pasta Batu Baterai..* ELECTRICIAN Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro, 9(3), 138-147.
- Ness, I. J. (2022). *The Palgrave Encyclopedia of the Possible*. Springer International Publishing. page. 1781–1786.
- Nisa', Y. K., Dawud, Moh. Y., & Djohar, N. (2024). Strategi Pengembangan Usaha Pisang Cavendish Pada UD Istana Banana di Desa Pilanggede Kecamatan Balen Kabupaten Bojonegoro. *Jurnal Ilmiah Membangun Desa dan Pertanian*, 9(2), 141–149.

- Oktaviani, N. T., & Supriyadi, S. (2024). Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa dalam Kegiatan Market Day di Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 1(3), 11.
- Pratami, R. (2024). Pendekatan Konstruktivisme dalam Kebijakan Pembelajaran Berbasis Proyek: Transformasi Pendidikan Menuju Kreativitas dan Kolaborasi. *Jejaring Administrasi Publik*, 16(2), 76–87.
- Purwanti, Syaipul Hayat, M., Endah Rita, & Fenny Roshayanti. (2024). The Analysis *Creative thinking skills* Siswa Kelas VIII SMPN 1 Jumo dalam Pembelajaran IPA. *Titian Ilmu: Jurnal Ilmiah Multi Sciences*, 16(1), 17–24.
- Puspitasari, A. D. (2019). Penerapan Media Pembelajaran Fisika Menggunakan Modul Cetak dan Modul Elektronik pada Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika* 7(1), 17-25.
- Putra, R. R., & Fitrihidajati, H. (2021). Validitas E-Book Terintegrasi Hands on Minds on (Homo) pada Materi Ekologi untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas X SMA. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 11(1), 116–126.
- Priya, R., A, R., & Assistant Professor, Department of Teacher Education, Central University of South Bihar. (2021). Hands On Activities: Role of Methods of Teaching As Means of Interdisciplinary Education. *International Journal of Advanced Research*, 9(08), 454–460.
- Ramalingam, D., Anderson, P., & Duckworth, D. (2020). *Creative Thinking: Skill Development Framework*. Australian Council for Educational Research. 13 pages.
- Ratumanan, T. G., & Laurenn, T. (2011). *Penilaian hasil belajar pada tingkat satuan pendidikan*. Surabaya: Unesa. 51 hlm.
- Riaستuti, R. D., & Febrianti, Y. (2021). Studi Dokumenter Hasil Belajar Psikomotorik Siswa SMA pada Materi Sistem Pernapasan Melalui Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL). *BIOEDUSAINS:Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 4(1), 93–98.
- Ridwan, T., & Nasrulloh, I. (2022). Analisis kemampuan berpikir kreatif dan kritis siswa sekolah dasar. *JPPI (Jurnal Penelitian Pendidikan Indonesia)*, 8(2), 466.
- Ristiono, A., & Pd, M. (2021). Analisis Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Sebagai Komponen Baterai Ramah Lingkungan. *Jurnal Mekanika*, 2(2), 47-53.

- Safarati, N., Zuhra, F., & Fatimah, F. (2022). Pelatihan dan Pendampingan Guru Fisika SMA di Lingkungan Kabupaten Bireuen dalam Melakukan Praktikum Fisika. *Community Development Journal : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(2), 819–825.
- Salsabila, S. S. (2024). *Pendekatan Konstruktivis Sosial dalam Pembelajaran. Educatioanl Journal: General and Specific Research*, 4(1), 170-178.
- Satriani, E., & Pryanti, D. (2024). Pelatihan Desain E-Modul Berbasis Aplikasi Heyzine Flipbook bagi Guru SMK YAPIM Pekanbaru. *Jurnal Pengabdian UNDIKMA*, 5(2), 229.
- Serna-Jiménez, J. A., Luna-Lama, F., Caballero, Á., Martín, M. D. L. Á., Chica, A. F., & Siles, J. Á. (2021). Valorisation of banana peel waste as a precursor material for different renewable energy systems. *Biomass and Bioenergy*, 155, 106279.
- Shulkhah, S. (2020). Penggunaan Laboratorium untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Siswa di MIN Yogyakarta 2. *EduBase : Journal of Basic Education*, 1(1), 1-18.
- Soekamto, H. (2021). *Panduan Penyusunan Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD)*. Sistem Pengelolaan Pembelajaran Universitas Malang. 45 hlm.
- Sudjana, N. (2005). *Penilaian hasil proses belajar mengajar*. Penerbit Tarsito. 123 hlm.
- Sulawanti, E. V., Ramdani, A., Bahri, S., & Merta, I. W. (2019). Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Inkuiiri Berbasis Laboratorium Terhadap Kemampuan Psikomotorik Siswa. *Jurnal Pijar Mipa*, 14(3), 141–147.
- Syafila, A. E., & A'yun, D. Q. (2024). Analisis Eksplorasi Konsep Pendidikan Konstruktivis dalam Pembelajaran Berbasis Proyek. *Jurnal Media Akademik*, 2(12), 1-22.
- Thiagarajan, S. (1974). *Instructional development for training teacher of exceptional children: A sourcebook*. Leadership Training Institute/Special Education, University of Minnesota. 195 pages.
- Umam, H. I., & Jiddiyyah, S. H. (2020). Pengaruh Pembelajaran Berbasis Proyek Terhadap *Creative thinking skills* Ilmiah Sebagai Salah Satu Keterampilan Abad 21. *Jurnal Basicedu*, 5(1), 350–356.

- Wahyuni, R., Siregar, A., Salwa, G., Hillary, G., Napitupulu, J., Siregar, M., Indah, N., & Harahap, S. (2021). Penerapan E-LKPD berbasis Project Based Learning (PjBL) untuk Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Siswa. *Journal of Natural Sciences*, 2(2), 62–71.
- Wahyuni, S. E., Widiyatun, F., & Huda, D. N. (2020). Studi Awal Analisis Variasi Massa Jahe Terhadap Daya Listrik. *Newton-Maxwell Journal of Physics*, 1(1), 1–6.
- Wida, E. K., Harjono, A., Astria, F. P., & Nurwahidah, N. (2024). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Proyek untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA Peserta Didik Kelas V. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(3), 2207–2217.
- Wijayanti, E. (2020). *Pengembangan Instrumen Kompetensi Psikomotor pada Pembelajaran Fisika*. 2. Bahana Pendidikan: *Jurnal Pendidikan Sains (BHJPS)* 2(1) 6 – 10
- Yunita, H., Sesunan, F., Maulina, H., & Suana, W. (2021). Pembelajaran Blended Learning dengan Metode Praktikum untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Siswa SMK. *Physics Education Research Journal*, 3(2), 133–140.