

**PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS *PROJECT* PENGOLAHAN
LIMBAH SERBUK KAYU PADA MATERI ENERGI ALTERNATIF
UNTUK MELATIHKAN KETERAMPILAN BERPIKIR
KREATIF DAN *SUSTAINABILITY LITERACY***

(Skripsi)

**Oleh
FITRA MELISA
2113022030**



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

ABSTRAK

PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS *PROJECT* PENGOLAHAN LIMBAH SERBUK KAYU PADA MATERI ENERGI ALTERNATIF UNTUK MELATIHKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF DAN *SUSTAINABILITY LITERACY*

Oleh

FITRA MELISA

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan LKPD berbasis *project* yang valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif dan *sustainability literacy* pada materi energi alternatif. Jenis penelitian pengembangan ini adalah 4D (*Define, Design, Development, and Dissemination*) dengan menggunakan penilaian terhadap uji validitas, uji kepraktisan yang terdiri dari uji keterbacaan, uji persepsi guru, dan uji respon peserta didik, uji keefektifan dilihat dari hasil ketercapaian indikator keterampilan berpikir kreatif dan *sustainability literacy*. Pada hasil uji validitas didapatkan rata-rata nilai dari ketiga validator sebesar 3,10, dengan rata-rata validasi media dan konstruk diperoleh hasil sebesar 3,07 dengan kategori sangat valid dan validasi materi materi dan konstruk sebesar 3,13 dengan kategori valid. Hasil uji kepraktisan diperoleh dari skor rata rata uji keterbacaan sebesar 89% dengan kategori sangat praktis, uji respon peserta didik sebesar 89% dengan kategori sangat baik, dan uji persepsi guru sebesar 86%. Sehingga rerata skor uji kepraktisan tersebut sebesar 88% dengan kategori sangat praktis. Uji keefektifan dapat dilihat pada uji efektifitas, dengan demikian telah dihasilkan LKPD berbasis *project* untuk melatih keterampilan berpikir kreatif dan *sustainability literacy* yang valid, praktis dan efektif yang dilihat berdasarkan hasil rerata persentase ketercapaian sebesar 85% dari peserta didik dari yang dianalisis, sehingga LKPD ini mampu mendukung pengembangan keterampilan berpikir kreatif dan *sustainability literacy* secara optimal.

Kata Kunci: Keterampilan Berpikir Kreatif, LKPD, *Project Based Learning Sustainability Literacy*.

ABSTRACT

This study aims to develop valid, practical, and effective project-based worksheet to improve creative thinking skills and sustainability literacy in alternative energy materials. The type of this development research is 4D (Define, Design, Development, and Dissemination) using an assessment of the validity test, practicality test consisting of readability test, teacher perception test, and student response test, effectiveness test seen from the results of the achievement of indicators of creative thinking skills and sustainability literacy. The results of the validity test obtained an average value from the third validator of 3.10, with an average validation of media and constructs obtained a result of 3.07 with a very valid category and validation of materials and constructs of 3.13 with a valid category. The results of the practicality test were obtained from the average score of the readability test of 89% with a very practical category, the student response test of 89% with a very good category, and the teacher perception test of 86%. So that the average score of the practicality test is 88% with a very practical category. The effectiveness test can be seen in the effectiveness test, thus a project-based worksheet has been produced to train valid, practical and effective creative thinking skills and sustainability literacy as seen based on the average percentage of achievement of 85% of students from those analyzed, so that this worksheet is able to support the development of creative thinking skills and sustainability literacy optimally.

Keywords: Creative Thinking Skills, Worksheet, Project Based Learning Sustainability Literacy.

**PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS *PROJECT* PENGOLAHAN
LIMBAH SERBUK KAYU PADA MATERI ENERGI ALTERNATIF
UNTUK MELATIHKAN KETERAMPILAN BERPIKIR
KREATIF DAN *SUSTAINABILITY LITERACY***

Oleh

FITRA MELISA

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 Skripsi

**PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS
PROJECT PENGOLAHAN LIMBAH
SERBUK KAYU PADA MATERI ENERGI
ALTERNATIF UNTUK MELATIHKAN
KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF
DAN SUSTAINABILITY LITERACY**

Nama Mahasiswa

Fitra Melisa

Nomor Pokok Mahasiswa

2113022030

Program Studi

Pendidikan Fisika

Fakultas

Keguruan dan Ilmu Pendidikan



MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Dr. Kartini Herlina, M.Si.

NIP 196506161991022001

Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si.

NIP 196008211985031004

2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

Dr. Nurhanurawati, M.Pd.

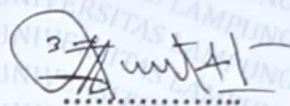
NIP 196708081991032001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

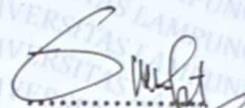
Ketua

: Dr. Kartini Herlina, M.Si.



Sekretaris

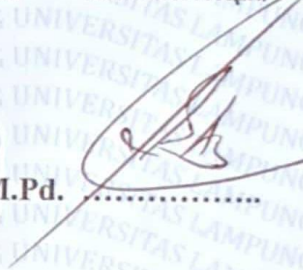
: Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si.



Penguji

Bukan Pembimbing

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



2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd.

NIP 19870504 201404 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 17 April 2025

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini adalah:

Nama : Fitra Melisa
NPM : 2113022030
Program Studi : Pendidikan Fisika
Fakultas/Jurusan : KIP/ Pendidikan MIPA
Alamat : Desa Wargomulyo, Kec. Pardasuka, Kab. Pringsewu,
Lampung

Dengan ini menyatakan bahwa di 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 orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.

Bandar Lampung, 17 April 2025

Yang Menyatakan,



Fitra Melisa

NPM 2113022030

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Fitra Melisa, lahir di Desa Wargomulyo pada tanggal 29 Mei 2003 sebagai anak pertama dari dua bersaudara, putri dari Bapak Ahmad Sikun dan Ibu Fitriani. Penulis menjalani pendidikan formal di SD Negeri 1 Wargomulyo pada tahun 2009 sampai tahun 2015, SMP Negeri 1 Ambarawa pada tahun 2015 sampai tahun 2018 dan SMA Negeri 1 Ambarawa pada tahun 2018 sampai tahun 2021. Pada tahun 2021 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika, Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung.

Selama menempuh pendidikan di Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Lampung penulis pernah menjadi Ketua Divisi Sosial dan Humaniora Aliansi Mahasiswa Pendidikan Fisika (Almafika) Fkip Unila pada tahun 2023. Selanjutnya pada tahun 2024 penulis melaksanakan program Kuliah Kerja Nyata (KKN) dan program Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) di Desa Kunjir, Kecamatan Rajabasa, Kabupaten Lampung Selatan dan berperan sebagai Bidang Hubungan Masyarakat, ditahun yang sama juga penulis pernah menjadi Anggota Majelis Pertimbangan Organisasi (MPO) Aliansi Mahasiswa Pendidikan Fisika (Almafika) Fkip Unila.

MOTTO

“Sesungguhnya Bersama Kesulitan Ada Kemudahan.”

(Q.S Al-Insyirah:5)

“Terlambat bukan berarti gagal, cepat bukan berarti hebat.

Terlambat bukan menjadi alasan untuk menyerah, setiap orang memiliki proses yang berbeda. PERCAYA PROSES itu yang paling penting, karena Allah telah mempersiapkan hal baik dibalik kata proses yang kamu anggap rumit”

(Edwar Satria)

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, *alhamdulillah hirabbil 'alamin* puji syukur kehadiran Allah SWT karena atas Rahmat dan nikmat yang telah diberikan dalam setiap langkah sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Segala ketulusan hati sebagai kasih sayang dan terima kasihku kepada orang-orang yang berarti dalam hidup penulis, penulis mempersembahkan karya tulis ini sebagai rasa tanggung jawab dalam menyelesaikan Pendidikan dan tanda bukti kasih tulus kepada:

1. Ayahanda Ahmad Sikun dan ibunda Fitriani yang telah sabar merawat dan membesarkan saya dengan sepenuh hati serta selalu mendoakan dan mendukung kegiatan positif apapun yang saya lakukan. Terima kasih atas kasih sayang tak terhingga yang kalian berikan. Semoga Allah SWT senantiasa menguatkan langkah saya dan memberikan umur panjang sehingga kelak saya bisa membahagiakan dan membanggakan kalian.
2. Keluarga besar yang senantiasa mendoakan, memberikan dukungan, motivasi dan semangat.
3. Para pendidik yang telah memberikan ilmu serta pengalaman terbaik, serta selalu senantiasa membimbing penulis dengan tulus dan Ikhlas.
4. Almameter tercinta Universitas Lampung.

SANWACANA

Puji Syukur penulis ucapkan atas kehadiran 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. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd., selaku Dekan FKIP Universitas Lampung;
3. Dr. Nurhanurawati, M.Pd., selaku ketua Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Lampung;
4. Dr. Viyanti, S.Pd., M.Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika;
5. Dr. Kartini Herlina, M.Si., selaku Pembimbing I sekaligus Pembimbing Akademik atas kesediaan dan keikhlasannya dalam memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi kepada penulis selama proses menyelesaikan skripsi;
6. Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si., selaku Pembimbing II atas kesediaan dan keikhlasannya dalam memberikan ide, saran, bimbingan serta motivasi kepada penulis selama menyelesaikan skripsi;
7. Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd., selaku Pembahas dan validator produk atas kesediaan dan keikhlasannya memberikan arahan dan saran untuk perbaikan skripsi ini;
8. Bapak Widodo, S.Pd, M.Pd., dan Ibu Hanifah Zakiya, S.Pd., selaku validator produk yang dikembangkan oleh peneliti;
9. Bapak dan Ibu Dosen serta staf program studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung yang telah membimbing penulis dalam setiap proses pembelajaran;

10. Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika Angkatan 2024 atas bantuan dan kerjasamanya selama penelitian berlangsung;
11. 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 lain.

Bandar Lampung, 17 April 2025
Penulis,

Fitra Melisa
NPM.2113022030

DAFTAR ISI

	Halaman
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 Penelitian.....	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Teori Belajar	9
2.1.1 Teori Belajar Bermakna Ausubel.....	9
2.1.2 Teori Belajar Konstruktivis Sosial.....	10
2.2 Pembelajaran Berbasis <i>Project</i>	12
2.3 Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)	15
2.4 Limbah Serbuk Kayu.....	17
2.5 Energi Alternatif	18
2.6 Keterampilan Berpikir Kreatif.....	21
2.7 <i>Sustainability Literacy</i>	23
2.8 Penelitian Relevan.....	25
2.9 Kerangka Pemikiran	28
III. METODE PENELITIAN	31
3.1 Desain Penelitian Pengembangan	31
3.2 Prosedur Pengembangan	31
3.2.1 Tahap <i>Define</i>	31
3.2.2 Tahap <i>Design</i> (Perancangan).....	33
3.2.3 Tahap <i>Develop</i> (Pengembangan).....	35
3.2.4 Tahap <i>Disseminate</i> (Penyebaran)	37
3.3 Instrumen Penelitian	38

3.3.1 Instrumen pada Tahap <i>Define</i>	39
3.3.2 Instrumen pada Tahap <i>Develop</i>	39
3.4 Teknik Pengumpulan Data	41
3.5 Teknik Analisis Data	42
3.5.1 Teknik Analisis Data Kevalidan	42
3.5.2 Teknik Analisis Data Kepraktisan	43
3.5.3 Teknik Analisis Data Keefektifan.....	45
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	46
4.1 Hasil	46
4.1.1 Produk	46
4.1.2 Hasil Validasi	47
4.1.3 Hasil Uji Kepraktisan.....	49
4.1.4 Hasil Analisis Keterampilan Berpikir Kreatif dan <i>Sustainability</i> ..	52
4.2 Pembahasan.....	58
4.2.1 Kevalidan LKPD berbasis <i>Project</i> untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kreatif dan <i>Sustainability Literacy</i>	58
4.2.2 Kepraktisan LKPD berbasis <i>Project</i> untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kreatif dan <i>Sustainability Literacy</i>	60
4.2.3 Keefektifan LKPD berbasis <i>Project</i> untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kreatif dan <i>Sustainability Literacy</i>	63
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	109
5.1 Kesimpulan.....	109
5.2 Saran.....	110
DAFTAR PUSTAKA.....	111

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Karakteristik Pembelajaran Berbasis <i>Project</i>	15
2. Komponen Kimia Serbuk Kayu.....	17
3. Standar Kualitas Briket Arang Kayu.....	19
4. Uji Nilai Kalor.....	20
5. Uji <i>Shatter Index</i>	20
6. Uji <i>Stabilitas</i>	20
7. Aspek Indikator dan Indikator <i>Sustainability Literacy</i>	24
8. Penelitian Relevan.....	25
9. Skala Likert pada Angket Uji Validasi Expert	40
10. Skala Likert pada Angket Uji Keterbacaan.....	40
11. Konversi Skor Penilaian Kevalidan Produk.....	42
12. Konversi Skor Penilaian Keterbacaan.....	43
13. Konversi Skor Penilaian Persepsi terhadap Produk	44
14. Konversi Skor Penilaian Respon terhadap Produk	44
15. Konversi Skor Kategori Penilaian Keterampilan Berpikir Kreatif dan <i>Sustainability Literacy</i>	45
16. Hasil Rerata Skor Uji Ahli	47
17. Rangkuman Masukan Penilaian Ahli Media dan Desain	48
18. Uji Empiris Briket.....	48
19. Rangkuman Hasil Penilaian Uji Keterbacaan.....	49
20. Penilaian Hasil Persepsi Guru Terkait Penerapan LKPD.....	51
21. Hasil Respon Peserta Didik.....	51
22. Indikator Ketercapaian Keterampilan Berpikir Kreatif.....	52
23. Indikator Ketercapaian <i>Sustainability Literacy</i>	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pemikiran.....	30
2. Desain Produk Briket	35
3. Diagram Alur Penelitian.....	38
4. Tampilan LKPD berbasis <i>Project</i> Pengolahan Limbah Serbuk Kayu.....	46
5. Pembentukan Kelompok dan Pembagian LKPD	64
6. Jawaban Peserta Didik Mengidentifikasi Masalah untuk Melatihkan Indikator <i>Fluency</i>	66
7. Jawaban Peserta Didik Mengidentifikasi Masalah untuk Melatihkan Aspek Pengetahuan, Keterampilan, dan Sikap <i>Sustainability Literacy</i>	68
8. Jawaban Peserta Didik Mengidentifikasi Masalah untuk Melatihkan Aspek Pengetahuan, Keterampilan, dan Sikap <i>Sustainability Literacy</i>	70
9. Jawaban Peserta Didik Mengidentifikasi Masalah untuk Melatihkan Aspek Pengetahuan, Keterampilan, dan Sikap <i>Sustainability Literacy</i>	72
10. Jawaban Peserta Didik Menentukan <i>Project</i> untuk Melatihkan Indikator <i>Fluency</i>	74
11. Jawaban Peserta Didik Merencanakan <i>Project</i> untuk Melatihkan Indikator <i>Flexibility</i>	78
12. Jawaban Peserta Didik Menggagas Rincian Alat dan Bahan untuk untuk Melatihkan Indikator <i>Flexibility</i>	80
13. Jawaban Peserta Didik Menguraikan Prosedur untuk Melatihkan Indikator <i>Flexibility</i>	81
14. Jawaban Peserta Didik Merencanakan Poster Kepedulian untuk Melatihkan Aspek Keterampilan pada <i>Sustainability Literacy</i>	84

15. Jawaban Peserta Didik Menggagas Alat dan Bahan untuk Melatihkan Aspek Keterampilan pada <i>Sustainability Literacy</i>	86
16. Jawaban Peserta Didik Merencanakan Prosedur untuk Melatihkan Aspek Keterampilan pada <i>Sustainability Literacy</i>	87
17. Jawaban Peserta Didik Merancang <i>Timeline Project</i> untuk Melatihkan Indikator <i>Flexibility</i>	90
18. Jawaban Peserta Didik Menguraikan Kemajuan <i>Project</i> untuk Melatihkan Indikator <i>Originality</i>	92
19. Jawaban Mengenai Pembuatan Produk untuk Melatihkan Indikator <i>Originality</i>	94
20. Jawaban Mengenai Gambar Data Pembuatan Produk untuk Melatihkan Indikator <i>Originality</i>	95
21. Jawaban Mengenai Prosedur Pengujian Produk untuk Melatihkan Indikator <i>Originality</i>	96
22. Jawaban Mengenai Hasil Pengukuran Karakteristik untuk Melatihkan Indikator <i>Originality</i>	97
23. Hasil Poster Kepedulian untuk Melatihkan Aspek Keterampilan pada <i>Sustainability Literacy</i>	100
24. Hasil Laporan <i>Project</i> dalam Bentuk Poster Ilmiah untuk Melatihkan Indikator <i>Elaboration</i>	101
25. Kegiatan Presentasi Poster Kepedulian untuk Melatihkan Aspek Sikap pada <i>Sustainability Literacy</i>	102
26. Memberikan Saran dan Masukan untuk Melatihkan Indikator <i>Elaboration</i>	103
27. Jawaban Menguraikan Kendala dan Tindak Lanjut untuk Melatihkan Indikator <i>Elaboration</i>	104
28. Jawaban Respon Lingkungan Terhadap Poster Kepedulian untuk Melatihkan Aspek Sikap pada <i>Sustainability Literacy</i>	106
29. Jawaban Tindak Lanjut jika Melihat Warga Sekolah untuk Melatihkan Aspek Sikap pada <i>Sustainability Literacy</i>	106

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Angket Analisis Kebutuhan Peserta Didik	117
2. Hasil Analisis Kebutuhan Peserta Didik	124
3. Angket Analisis Kebutuhan Guru.....	128
4. Hasil Analisis Kebutuhan Guru.....	134
5. Angket Uji Validasi Produk.....	138
6. Rekapitulasi Hasil Uji Validasi Produk.....	141
7. Angket Uji Validasi Keterbacaan	142
8. Rekapitulasi Uji Keterbacaan.....	145
9. Angket Uji Persepsi Guru.....	146
10. Rekapitulasi Uji Persepsi Guru	150
11. Angket Respon Peserta Didik.....	152
12. Hasil Uji Respon Peserta Didik.....	156
13. Rubrik Penilaian Keterampilan Bepikir Kreatif.....	160
14. Rekapitulasi Hasil Penilaian Keterampilan Bepikir Kreatif Pengerjaan LKPD	162
15. Rubrik Penilaian <i>Sustainability Literacy</i>	165
16. Hasil Rekapitulasi Penilaian <i>Sustainability Literacy</i> Pengerjaan LKPD.....	170
17. Surat Izin Penelitian	174
18. Dokumentasi Pembelajaran.....	175
19. Produk LKPD.....	176

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah serbuk kayu merupakan salah satu jenis limbah industri yang melimpah, khususnya di daerah-daerah dengan banyak kegiatan pengolahan kayu. Berdasarkan data di Lampung, limbah serbuk kayu mencapai lebih dari 50.000 ton per tahun. Menurut data dari Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Lampung, beberapa kabupaten di Lampung, seperti Bandar Lampung, tercatat memproduksi sekitar 24,09 ton limbah kayu per hari pada tahun 2022.

Namun, hanya sekitar 30% dari jumlah tersebut yang dimanfaatkan sebagai bahan bakar biomassa, sedangkan sisanya tidak dikelola dengan baik, yang berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan (Malik, 2013). Kondisi ini mendorong perlunya inovasi dalam pemanfaatan limbah serbuk kayu untuk mengurangi limbah dan mendukung keberlanjutan lingkungan, terutama sebagai bahan bakar alternatif (Masyrroh & Rahmawati, 2022a).

Seiring dengan perkembangan teknologi serta pertambahan jumlah penduduk yang menggunakan teknologi, kebutuhan energi akan terus mengalami peningkatan. Saat ini, sebagian besar energi yang digunakan berasal dari bahan bakar fosil, seperti minyak, gas, dan batu bara (Ulina *et al.*, 2022).

Namun, jika tidak ada upaya untuk memanfaatkan sumber energi alternatif, maka bahan bakar fosil tersebut diperkirakan akan menipis dan akan habis dalam beberapa dekade mendatang. Penggunaan energi dari bahan bakar fosil telah melonjak belakangan ini sehingga terjadinya krisis energi, masalah keterbatasan energi tersebut membuat manusia untuk menghemat bahkan

berusaha mencari sumber energi alternatif sebagai pengganti yang ramah lingkungan (Logayah *et al.*, 2023).

Salah satu energi alternatif yang memiliki sifat energi ramah lingkungan tersebut serta dapat diperbaharui yaitu melalui pemanfaatan limbah industri seperti limbah serbuk kayu (Ali *et al.*, 2024). Limbah industri akan menjadi permasalahan jika tidak dimanfaatkan dengan baik dan berpotensi mencemari lingkungan. Namun, limbah industri tersebut juga dapat memiliki nilai ekonomi yang positif karena memiliki potensi sebagai sumber energi alternatif. Sumber energi alternatif saat ini menjadi fokus utama dalam pembelajaran abad 21, yang menekankan pada keterampilan berpikir kreatif (*creative thinking skills*), keterampilan berpikir kritis (*critical thinking skills*), keterampilan komunikasi (*communication skills*), serta keterampilan kolaborasi (*collaboration skills*). Selain itu, keterampilan abad 21 memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk aktif dalam proses belajar. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan bergesernya pembelajaran yang berpusat pada guru, ke pembelajaran yang berpusat pada peserta didik (Trilling & Fadel, 2009).

Pembelajaran yang berpusat pada peserta didik dapat melatih keterampilan berpikir kreatif. Menurut (Wallach & Torrance, 1968), indikator keterampilan berpikir kreatif yaitu kelancaran (*fluency*), keluwesan (*flexibility*), keaslian (*originality*), dan penguraian (*elaboration*). Indikator keterampilan berpikir kreatif tersebut memiliki peran penting untuk mendorong peserta didik untuk menghasilkan ide-ide yang baru dan berguna sebagai alternatif/solusi atas suatu masalah (Suyantana, 2021). Indikator keterampilan berpikir kreatif peserta didik tersebut juga berpengaruh pada pembelajaran sains, khususnya pembelajaran fisika (Riberio, 2023). Namun, ternyata beberapa penelitian menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kreatif belum dikembangkan secara optimal (Bagus, A. P., & Imam, M. R. 2023).

Proses pembelajaran yang menggunakan teknik diskusi jarang diterapkan, sehingga peserta didik tidak terlatih dalam mengungkapkan pikiran dan gagasannya saat memecahkan masalah (Putri & Alberida, 2022). Hal ini berdampak pada rendahnya literasi keberlanjutan (*sustainability literacy*) di kalangan pelajar Indonesia, di mana peserta didik kesulitan memahami keterkaitan antara faktor lingkungan, sosial, dan ekonomi dalam pembangunan berkelanjutan. Sebuah studi menyoroti kesenjangan dalam literasi ekologi, kesadaran lingkungan, dan keterampilan pemecahan masalah di sekolah, yang menunjukkan pentingnya integrasi konsep keberlanjutan (Prastiwi *et al.*, 2020). Hal ini menunjukkan perlunya perubahan dalam pendekatan pendidikan yang digunakan agar peserta didik dapat terlibat secara aktif dalam proses belajar. Oleh karena itu, penting untuk merancang metode pembelajaran yang lebih efektif dalam mendukung pengembangan kemampuan berpikir kreatif dan *sustainability literacy* untuk mengatasi berbagai masalah.

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan yang dilakukan di enam SMA Kota Bandar Lampung dengan melibatkan 131 peserta didik, ditemukan beberapa faktor yang mempengaruhi keterampilan berpikir kreatif dan *sustainability literacy* dalam pembelajaran materi energi alternatif. Sebanyak 71% peserta didik mengungkapkan bahwa keterbatasan alat dan bahan untuk melakukan praktik menjadi salah satu faktor utama kesulitan dalam pembelajaran. Selain itu, 74,8% peserta didik menyatakan bahwa mereka belum pernah mencoba memanfaatkan limbah dari lingkungan sekitar sebagai sumber energi alternatif. Hal ini menunjukkan kurangnya kesadaran dan keterampilan dalam menerapkan konsep keberlanjutan. Sebanyak 58,8% peserta didik melaporkan bahwa bahan ajar yang digunakan guru sebagian besar berupa buku referensi, sementara 64,1% peserta didik merasa bahwa guru tidak memperjelas konsep materi melalui kegiatan praktik. Selain itu, 53,4% peserta didik mengungkapkan bahwa dalam pelaksanaan pembelajaran materi energi alternatif, guru tidak menggunakan LKPD, yang seharusnya dapat membantu meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa. Meskipun demikian, 67,2% peserta didik melaporkan bahwa guru telah menerapkan aktivitas

science process skill berupa mengamati, dan 53,4% guru telah melibatkan peserta didik dalam aktivitas mempertanyakan serta memprediksi, yang dapat mendukung pengembangan keterampilan berpikir kreatif.

Data hasil penelitian pendahuluan terhadap 6 guru fisika SMA di Kota Bandar Lampung menunjukkan bahwa 83,3% guru telah menggunakan metode pembelajaran diskusi, yang melibatkan aktivitas seperti memilih energi alternatif melalui studi literatur dan diskusi kelompok. Namun, 66,7% guru mengungkapkan bahwa keterbatasan alat dan bahan praktik menjadi faktor kesulitan dalam pembelajaran materi energi alternatif. Sebanyak 83,3% guru belum memanfaatkan limbah lingkungan sekitar untuk mengajarkan energi alternatif, padahal potensi tersebut dapat memperkuat konsep keberlanjutan (*sustainability literacy*). Dalam pembelajaran, 83,3% guru menggunakan e-modul sebagai bahan ajar karena kemudahan distribusi dan akses, namun hanya 83,3% yang memperkenalkan konsep melalui video dan PPT, tanpa adanya praktik langsung akibat keterbatasan alat. Penggunaan LKPD berbasis internet oleh 66,7% guru menunjukkan adanya upaya untuk mengembangkan materi secara mandiri. Selain itu, 100% guru menerapkan model Problem Based Learning (PBL) yang memungkinkan peserta didik menyelesaikan masalah nyata di lingkungan sekitar. Melalui pendekatan ini, peserta didik dilatihkan untuk berpikir kreatif dalam menyelesaikan tantangan energi alternatif dan meningkatkan keterampilan *sustainability literacy*, yang penting dalam menghadapi isu-isu lingkungan dan keberlanjutan di masa depan.

Salah satu model pembelajaran yang dapat melatih keterampilan berpikir kreatif dan *sustainability literacy* peserta didik dalam kurikulum merdeka yaitu dengan penerapan model pembelajaran berbasis *project*. Model pembelajaran berbasis *project* merupakan bentuk pembelajaran kooperatif yang melibatkan peserta didik secara langsung (Huda, 2023) dalam memecahkan masalah sebagai *project* atau tugas dengan melibatkan penerapan konsep-konsep yang dipelajari. Model pembelajaran berbasis *project* berpusat pada peserta didik, dengan merancang konsep melalui

produk sehingga dapat memberikan pengalaman belajar yang bermakna bagi peserta didik (Warda Rasidah *et al.*, 2022). Pembelajaran berbasis *project* memungkinkan peserta didik turut aktif dalam mengembangkan pengetahuannya dan memperkuat rasa percaya diri, dengan cara menerapkan kerja kelompok untuk membuat *project* berdasarkan konsep atau ide yang diajarkan dengan guru yang bertindak sebagai fasilitator (Dinantika *et al.*, 2019). Selain itu, guru perlu memberikan panduan atau media pembelajaran yang jelas dan mendukung selama proses pembelajaran berbasis *project*.

Media pembelajaran yang dapat mendukung selama proses pembelajaran berbasis *project* salah satunya adalah media pembelajaran pada LKPD yang efektif. LKPD merupakan bahan ajar yang berperan penting dalam pembelajaran karena membantu dan mempermudah dalam kegiatan belajar mengajar (Muhdiyati & Utami, 2020). Oleh karena itu, LKPD perlu dirancang dengan mempertimbangkan karakteristik peserta didik dan terdapat berbagai konten yang dapat melatih keterampilan berpikir kreatif dan *sustainability literacy* peserta didik. Dengan demikian, LKPD dapat membuat peserta didik lebih aktif, sehingga mendorong terbentuknya interaksi efektif antara peserta didik dengan pendidik serta meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran. Selain LKPD, penggunaan *teaching aids* atau alat peraga fisika juga berperan penting dalam meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep energi alternatif. *Teaching aids* merupakan perangkat yang dapat digunakan untuk memvisualisasikan konsep abstrak, sehingga peserta didik dapat memahami prinsip-prinsip ilmiah dengan lebih konkret Haryadi *et al.*, (2019).

Berdasarkan permasalahan-permasalahan yang telah diuraikan, terdapat beberapa tantangan dalam pembelajaran energi alternatif. Tantangan-tantangan tersebut meliputi belum adanya pemanfaatan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang dapat membantu peserta didik memahami konsep energi alternatif secara lebih mendalam. Selanjutnya, banyak guru yang belum menerapkan model pembelajaran berbasis *project*, yang dapat melatih kemampuan berpikir kreatif dan *sustainability literacy* peserta didik. Di sisi

lain, limbah serbuk kayu yang memiliki potensi besar sebagai sumber energi alternatif, masih belum dimanfaatkan secara optimal. Oleh karena itu untuk mengatasi permasalahan-permasalahan tersebut, maka dilakukan penelitian dengan judul "Pengembangan LKPD Berbasis *Project* Pengolahan Limbah Serbuk Kayu pada Materi Energi Alternatif untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kreatif dan *Sustainability Literacy*."

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana LKPD berbasis *Project* yang valid secara empiris dan *expert* untuk melatih kemampuan berpikir kreatif dan *sustainability literacy* peserta didik?
2. Bagaimana kepraktisan LKPD berbasis *Project* untuk melatih kemampuan berpikir kreatif dan *sustainability literacy* peserta didik?
3. Bagaimana keefektifan LKPD berbasis *Project* untuk melatih kemampuan berpikir kreatif dan *sustainability literacy* peserta didik?

1.3 Tujuan Penelitian

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

1. Mendeskripsikan LKPD berbasis *Project* yang valid secara empiris dan *expert* untuk melatih kemampuan berpikir kreatif dan *sustainability literacy* peserta didik.
2. Mendeskripsikan kepraktisan LKPD berbasis *Project* untuk melatih kemampuan berpikir kreatif dan *sustainability literacy* peserta didik.
3. Mendeskripsikan keefektifan LKPD berbasis *Project* untuk melatih kemampuan berpikir kreatif dan *sustainability literacy* peserta didik.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini menghasilkan LKPD berbasis *project* pengolahan serbuk kayu untuk melatih keterampilan berpikir kreatif dan *sustainability literacy* peserta didik SMA dan memiliki manfaat sebagai berikut:

a. Bagi guru

Guru dapat menggunakan LKPD berbasis *project* pengolahan limbah serbuk kayu dalam membantu peserta didik mencapai kemampuan potensialnya serta melatih keterampilan berpikir kreatif dan *sustainability literacy* peserta didik SMA.

b. Bagi peserta didik

Peserta didik dapat mengembangkan kemampuan keterampilan berpikir kreatif dan *sustainability literacy* melalui kegiatan berbasis *project* yang ada dalam LKPD.

c. Bagi sekolah:

Melalui penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi dan kontribusi pemikiran dalam upaya meningkatkan mutu pembelajaran fisika di sekolah.

d. Bagi Masyarakat

Melalui penelitian ini diharapkan masyarakat dapat memperoleh wawasan mengenai pentingnya pengolahan limbah dan peran dalam mendukung upaya pencapaian tujuan pembangunan yang berkelanjutan atau *Sustainable Development Goals*.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian pengembangan ini ialah sebagai berikut.

1. Desain penelitian menggunakan desain penelitian pengembangan 4D (*Define, Desain, Develop, Disseminate*) menurut (Thiagarajan & Sivasailam, 1974).
2. LKPD yang dikembangkan ini menggunakan aktivitas model pembelajaran berbasis *project* menurut (colley, 2008) dengan 6 tahap pembelajaran, yaitu tahap orientasi, mengidentifikasi dan menentukan

project, merencanakan *project*, melaksanakan *project*, mendokumentasikan dan melaporkan serta mengevaluasi *project* dan menindaklanjuti *project*.

3. LKPD yang dikembangkan bertujuan untuk melatih keterampilan berpikir kreatif. Kerangka kerja keterampilan berpikir kreatif yang digunakan yaitu *fluency* (kefasihan), *flexibility* (keluwesan), *originality* (keaslian), dan *elaboration* (elaborasi) menurut (Wallach & Torrance, 1968).
4. LKPD yang dikembangkan bertujuan untuk melatih *sustainability literacy*. Aspek indikator *sustainability literacy* menurut Anggraini *et al*, (2022) yaitu Pengetahuan, Keterampilan, dan Sikap.
5. LKPD berbasis *project* yang dikembangkan dapat digunakan sebagai media pembelajaran pada materi energi alternatif Kurikulum Merdeka fase E.
6. Kevalidan LKPD secara empiris briket sebagai *alternative fuel* yang ditentukan oleh 3 orang ahli validator, yaitu 2 dosen Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Lampung dan 1 guru SMA melalui hasil uji coba alat.
7. Kevalidan LKPD oleh 3 orang *expert*, yaitu 2 dosen Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Lampung dan 1 guru SMA melalui pengisian angket uji validitas.
8. Kepraktisan LKPD dinilai melalui 3 aspek, yaitu uji keterbacaan, respon peserta didik, dan uji persepsi guru.
9. Keefektifan LKPD ditinjau pada hasil belajar keterampilan berpikir kreatif dan *sustainability literacy* peserta didik pada kelompok kecil.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Belajar

Pengembangan LKPD berbasis *project* secara garis besar didukung oleh teori-teori belajar, seperti teori belajar bermakna Ausubel dan teori Konstruktivis sosial. Masing-masing teori tersebut dijelaskan sebagai berikut.

2.1.1 Teori Belajar Bermakna Ausubel

Pembelajaran bermakna merupakan suatu proses menghubungkan informasi baru pada konsep-konsep relevan yang terdapat dalam struktur kognitif seseorang. Pembelajaran bermakna diawali dengan pengamatan, di mana konstruksi pengetahuan dimulai dengan pengamatan dari peristiwa dan objek melalui konsep-konsep yang sudah dimiliki. Dalam pembelajaran bermakna, peserta didik harus menghubungkan pengetahuan yang disusun oleh peserta didik berdasarkan struktur kognitif yang dimiliki peserta didik, sehingga peserta didik mampu menghubungkan pengetahuan baru yang diperoleh dengan struktur kognitif yang telah mereka miliki sebelumnya (Ausubel and Fitzgerald, 2014).

Menurut Novak (2011), bahwa terdapat tiga persyaratan yang diperlukan agar berlangsungnya suatu pembelajaran bermakna yaitu (1) Materi yang dipelajari harus bermakna secara potensial artinya, materi harus memiliki kebermaknaan logis, konsisten dengan yang telah diketahui peserta didik, dan harus sesuai dengan tingkat perkembangan dalam struktur kognitif peserta didik; (2) Harus memiliki konsep dan

proposisi yang relevan dalam struktur kognitifnya; (3) Peserta didik harus memilih untuk menghubungkan dan mengintegrasikan pengetahuan baru dengan pengetahuan yang telah dimiliki yang relevan dalam struktur kognitifnya.

Menurut Novak (2011), menyatakan bahwa guru harus memastikan bahwa pelajaran tidak dipelajari secara menghafal. Pembelajaran yang berorientasi pada pencapaian pemahaman adalah jenis pembelajaran yang memungkinkan siswa untuk menghubungkan dan memperluas pengetahuan mereka dari materi pelajaran yang telah mereka pelajari sebelumnya. Dengan menghubungkan masalah baru dengan pengalaman belajar sebelumnya dan menciptakan hubungan antara ide dan konsep yang sedang mereka pelajari, pembelajaran yang mengkondisikan peserta didik untuk membangun makna dengan fokus pada aktivitas yang menggunakan pengetahuan berdampak pada terbentuknya kemampuan kritis dan kreatif peserta didik.

2.1.2 Teori Belajar Konstruktivis Sosial

Konstruktivisme sosial adalah teori pembelajaran yang dikemukakan oleh Lev Vygotsky pada tahun 1986. Teori tersebut menyatakan bahwa bahasa dan budaya adalah kerangka kerja yang digunakan manusia untuk mengalami, berkomunikasi, dan memahami realitas. Menurut Vygotsky, bahasa dan budaya memainkan peran penting baik dalam perkembangan intelektual manusia maupun dalam cara manusia memandang dunia. Ini berarti bahwa konsep pembelajaran ditransmisikan melalui bahasa, ditafsirkan dan dipahami melalui pengalaman dan interaksi dalam lingkungan budaya. Karena diperlukan sekelompok orang untuk memiliki bahasa dan budaya untuk membangun struktur kognitif, pengetahuan tidak hanya dibangun secara sosial tetapi juga dibangun bersama. Kaitannya di sini adalah bahwa sementara konstruktivis melihat pengetahuan sebagai apa yang

dibangun siswa sendiri berdasarkan pengalaman yang mereka kumpulkan dari lingkungan mereka, konstruktivis sosial melihat pengetahuan sebagai apa yang dilakukan siswa dalam kolaborasi dengan siswa lain, guru, dan teman sebaya.

Konstruktivisme sosial adalah berbagai konstruktivisme kognitif yang menekankan sifat kolaboratif pembelajaran di bawah bimbingan seorang fasilitator atau bekerja sama dengan peserta didik lain (Vygotsky, 1986). Pengetahuan yang telah masuk sebagai hasil dari proses elemen dasar ini akan lebih berkembang ketika mereka berinteraksi dengan lingkungan sosial budaya mereka (Faqumala & Pranoto, 2020). Oleh karena itu, Vigotsky menekankan pada peran interaksi sosial sebagai proses pengembangan belajar seseorang. Belajar dimulai ketika seorang anak dalam perkembangan *zone proximal*, yaitu suatu tingkat yang dicapai oleh seorang anak ketika ia melakukan perilaku sosial. *Zone* ini juga bisa dikatakan sebagai seorang anak yang tidak dapat melakukan pekerjaannya sendiri tetapi memerlukan bantuan kelompok atau orang dewasa (Suardipa, 2020). Dalam pembelajaran, *zone proximal* ini dapat dipahami pula sebagai selisih antara apa yang bisa dikerjakan seseorang dengan kelompoknya atau dengan bantuan orang dewasa (Sariani *et al.*, 2021).

Menurut Vygotsky (1986) fungsi mental tingkat tinggi biasanya ada dalam percakapan atau komunikasi dan kerja sama di antara individu-individu (proses sosialisasi) sebelum akhirnya itu berada dalam diri individu (internalisasi). Oleh karena itu, ketika seseorang berbagi pengetahuan dengan orang lain, dan akhirnya pengetahuan itu masuk menjadi pengetahuan personal, disebut dengan "*private speech*". Vigotsky menjelaskan bahwa adanya kesadaran sebagai akhir dari sosialisasi tersebut. Dalam belajar bahasa misalnya, ucapan pertama kita dengan orang lain adalah bertujuan untuk komunikasi, akan tetapi sekali kita menguasainya, ucapan tersebut akan terinternalisasi dalam diri kita dan menjadi "*inner speech*" atau "*private speech*". *Private*

speech ini dapat diamati ketika saat seorang anak kecil berbicara dengan dirinya sendiri, terutama jika dihadapkan dengan permasalahan yang sulit. Namun demikian, sebagaimana studi-studi yang dilakukan, anak-anak yang sering menggunakan *private speech* dalam mengatasi persoalan lebih efektif memecahkan masalahnya dari pada yang tidak menggunakan *private speech* (Sariani *et al.*, 2021).

2.2 Pembelajaran Berbasis *Project*

Pembelajaran berbasis *project* tumbuh dari gerakan pendidikan progresif dan reformasi pendidikan sains konstruktivis sejak 1908. Dewey dan pendidik progresif lainnya meletakkan fondasi kurikuler dan psikologis untuk pembelajaran berbasis *project*, yang nilai-nilai intinya adalah pembelajaran yang berpusat pada anak, pembelajaran dengan melakukan, dan menerapkan pengajaran sekolah di rumah (Diawati *et al.*, 2017). Pembelajaran berbasis *project* merupakan pembelajaran kontekstual berdasarkan pertanyaan atau masalah yang menantang, melibatkan peserta didik dalam memilih topik, merancang, menyelesaikan masalah, membuat keputusan, memberikan kesempatan untuk bekerja secara relatif independen untuk waktu yang lama, dan menghasilkan produk nyata terkait masalah (Diawati *et al.*, 2017).

Model pembelajaran berbasis *Project* melibatkan peserta didik secara langsung melalui kegiatan penelitian, seperti merancang, membuat keputusan, dan menampilkan produk untuk mengatasi permasalahan nyata (Abidin, 2014; Frank *et al.*, 2003; Laffey *et al.*, 1998). Pembelajaran berbasis *project* dianggap sebagai jenis pembelajaran berbasis inkuiri di mana konteks pembelajaran disediakan melalui pertanyaan dan masalah otentik dalam praktik dunia nyata (Al-Balushi & Al-Aamri, 2014) yang mengarah pada pengalaman belajar yang bermakna (Wurdinger *et al.*, 2007). Pembelajaran berbasis *project* dapat meningkatkan keterampilan berfikir tingkat tinggi, seperti keterampilan berfikir kritis dan kreatif, dan pemecahan masalah (Bell, 2010; Kokotsaki *et al.*, 2016). Menurut (Diawati *et al.*, 2017) pembelajaran

berbasis *project* memiliki poin penting yaitu, (1) memiliki pertanyaan yang memuat masalah nyata; (2) melibatkan peserta didik, guru, dan masyarakat dalam penyelidikan masalah; (3) menuntut peserta didik memecahkan masalah dengan berpikir; (4) melibatkan peserta didik merangkai produk yang dapat menjawab pertanyaan pada masalah yang dibahas.

Penerapan pembelajaran berbasis *project* memiliki tahap pembelajaran. Adapun tahap pembelajaran berbasis *project* menurut (Colley, 2008) sebagai berikut.

1. Tahap orientasi

Pembelajaran dilakukan di dalam kelas pada minggu pertama. Pada tahap ini, peserta didik memperhatikan penjelasan yang berkaitan dengan tujuan pembelajaran *project*, pentingnya kolaborasi tim, pentingnya berbagi informasi, masalah- masalah keamanan, serta kewajiban dan peran yang diharapkan. Peserta didik juga berdiskusi mengenai bagaimana mereka seharusnya berkomunikasi satu sama lain dan bagaimana pembelajaran mereka akan dinilai.

2. Tahap identifikasi dan menentukan *project*

Pada tahap ini peserta didik membaca ilustrasi masalah dalam bentuk wacana. Peserta didik diberi tantangan dengan masalah tersebut: “Apa yang harus Anda lakukan untuk menyelesaikan masalah tersebut?”. Selanjutnya peserta didik mengidentifikasi masalah berdasarkan wacana yang disajikan.

3. Tahap merencanakan *project*

Pada tahap merencanakan *project* dilakukan di luar kelas. Berdasarkan pedoman yang ada pada LKPD, peserta didik harus mencari dan mempelajari informasi yang berhubungan dengan masalah dari berbagai sumber, seperti buku, artikel, dan internet. Selanjutnya, peserta didik melaporkan dan mendiskusikannya dengan guru. Peserta didik juga diberikan tugas untuk merumuskan masalah, menentukan tujuan *project*, menentukan pentingnya *project*, daftar rinci alat dan bahan *project*, deskripsi prosedur *project*. Setelah melengkapi tugas tersebut, peserta didik mendiskusikannya dengan guru. Kemudian, mereka memperbaiki

tugas tersebut berdasarkan arahan guru. Guru mendokumentasikan tugas ini sebagai artefak, yang merupakan hasil belajar pembelajaran berbasis *project*. Peserta didik juga menggambar desain *project* disertai deskripsi tentang fungsi setiap komponen alat.

4. Tahap melaksanakan *project*

Tahap melaksanakan *project* dilakukan diluar kelas. Pada tahap ini, peserta didik menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan sesuai rencana *project* sebelumnya. Kemudian, peserta didik mengkonstruksi *project*. Peserta didik menghasilkan produk pembelajaran berbasis *project* pada tahap ini. Tahap mendokumentasikan dan melaporkan *project* dibagi menjadi dua bagian. Bagian pertama, peserta didik menyiapkan laporan *project*. Bagian lainnya adalah peserta didik mempresentasikan hasil *project* di dalam kelas.

5. Mendokumentasikan dan pelaporan *project*

Tahap dokumentasi dan pelaporan *project* terbagi menjadi dua bagian. Bagian pertama, peserta didik menyusun laporan *project*. Bagian kedua, peserta didik mempresentasikan hasil *project* di dalam kelas.

6. Tahap mengevaluasi dan menindaklanjuti *project*

Tahap mengevaluasi dan menindaklanjuti *project* tidak dilaksanakan dalam proses pembelajaran, namun tahap ini masih menjadi bagian dari pembelajaran berbasis *project*. Pada tahap ini, peserta didik mendorong sekolah untuk memperkenalkan produk hasil pembelajaran berbasis *project* kepada masyarakat, baik masyarakat yang ada di sekolah maupun masyarakat yang ada di sekitar sekolah. Tahap-tahap pembelajaran berbasis *project* merupakan proses belajar berbasis konstruktivisme sosial yang bersifat *powerful*. Tahap-tahap pembelajaran berbasis *project* menjadikan proses dan hasil belajar lebih bermakna, integrated, berbasis nilai, penuh tantangan, dan melibatkan peserta didik belajar secara aktif dan partisipatif (Colley, 2008). Adapun karakteristik pembelajaran berbasis *project* menurut Krauss & Boss (2006), dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Pembelajaran Berbasis *Project*

No	Karakteristik
1.	Peserta didik menyelidiki ide-ide dan pertanyaan penting.
2.	Peserta didik mengikuti metode penelusuran masalah sebagai kerangka pembelajaran.
3.	Peserta didik belajar sesuai dengan kebutuhan dan minat masing-masing.
4.	Peserta didik menghasilkan dan mempresentasikan produk secara mandiri, bukan hanya menerima informasi dari guru.
5.	Peserta didik menggunakan berpikir kreatif, berpikir kritis, dan keterampilan informasi dalam proses pembelajaran.
6.	Peserta didik terlibat dalam pembelajaran yang fleksibel.

Krauss & Boss, (2006).

2.3 Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

LKPD merupakan bahan ajar yang berperan penting dalam pembelajaran karena membantu dan mempermudah dalam kegiatan belajar mengajar (Muhdiyati & Utami, 2020). Menurut Lee (2014) LKPD adalah bahan ajar yang memuat media pembelajaran agar mempermudah kegiatan belajar mengajar. Tugas-tugas yang diberikan dalam LKPD harus jelas dan sesuai dengan materi yang diajarkan sehingga capaian pembelajaran yang dicapai dapat tercapai dengan baik, sesuai dengan apa yang diharapkan.

Menurut Widjajanti (2008) penyusunan LKPD harus memenuhi tiga syarat utama. Pertama, syarat didaktik melibatkan beberapa aspek, yaitu: mengajak peserta didik untuk aktif dalam proses pembelajaran, menekankan pada proses penemuan konsep, menyediakan variasi stimulus melalui berbagai media dan kegiatan sesuai dengan kurikulum merdeka, serta mengembangkan kemampuan komunikasi, emosional, moral, dan estetika peserta didik. Kedua, syarat konstruksi mencakup penggunaan bahasa, susunan kalimat, kosakata, tingkat kesukaran, dan kejelasan yang harus tepat guna agar dapat dimengerti oleh peserta didik. Ketiga, syarat teknis berhubungan dengan kualitas tulisan, gambar, dan penampilan LKPD.

Menurut Prastowo (2015), LKPD memiliki 4 fungsi sebagai berikut: 1) LKPD sebagai bahan ajar yang meminimalkan peran pendidik, tetapi lebih

mengaktifkan peserta didik. 2) LKPD sebagai bahan ajar yang mempermudah untuk memahami materi yang diberikan. 3) LKPD sebagai bahan ajar yang ringkas dan kaya tugas untuk berlatih. 4) LKPD memudahkan pelaksanaan pengajaran kepada peserta didik. Adapun langkah-langkah dalam menyusun LKPD adalah sebagai berikut.

a. Melakukan analisis kurikulum

Analisis kurikulum adalah langkah pertama dalam penyusunan LKPD.

Tujuan dari langkah ini adalah untuk menentukan materi mana yang membutuhkan bahan terbuka LKPD.

b. Menyusun peta kebutuhan LKPD

Peta kebutuhan LKPD sangat diperlukan untuk mengetahui jumlah yang harus ditulis serta melihat sekuensi atau urutannya. Langkah ini biasanya diawali dengan analisis kurikulum dan analisis sumber belajar.

c. Menentukan judul LKPD

Judul ditentukan dengan melihat hasil analisis standar kompetensi dan kompetensi dasar, materi-materi pokok, atau dari pengalaman belajar yang terdapat dalam kurikulum. Satu capaian pembelajaran dapat dikembangkan menjadi sebuah judul LKPD apabila kompetensi dasar tersebut tidak terlalu besar.

d. Penulisan LKPD

Dalam penulisan LKPD terdapat langkah-langkah yang harus diperhatikan, yaitu: merumuskan capaian pembelajaran, menentukan alat penilaian, menyusun materi, memperhatikan struktur LKPD.

Berdasarkan beberapa uraian di atas peneliti memilih bahan ajar berupa LKPD untuk menunjang pembelajaran fisika dan meningkatkan kemampuan peserta didik dalam keterampilan berpikir kreatif dan *sustainability literacy* karena memberikan kesempatan peserta didik untuk mengeksplorasi ide-ide kreatif, mengidentifikasi solusi inovatif terhadap masalah, serta menganalisis dampaknya terhadap keberlanjutan lingkungan dan Masyarakat.

2.4 Limbah Serbuk Kayu

Serbuk kayu merupakan limbah yang diperoleh dari hasil penggergajian kayu berupa butiran – butiran lembut dari sisa gergajian atau berupa serutan kecil. Limbah serbuk kayu biasanya dihasilkan sebagai hasil samping proses membangun rumah dan produksi industri kayu, seperti kayu lapis serta mebel (Saefullah, 2022). Masalah yang ditimbulkan dari limbah industri pengelolaan ini adalah pemanfaatan limbah penggergajian yang kenyataannya dilapangan belum optimal, sehingga masih terdapat limbah yang ditumpuk dan sebagian lagi dibuang ke aliran sungai sehingga menimbulkan pencemaran air, atau dibakar secara langsung sehingga emisi karbon di atmosfer bertambah {Formatting Citation}.

Pada umumnya serbuk kayu memiliki nilai kalor antara 4018.25 kal/g hingga 5975.58 kal/g dan memiliki komposisi kimia yang bervariasi, bergantung pada varietas jenis dan media tumbuh . Karakteristik fisik serbuk kayu mencakup ukuran partikel yang bervariasi dari yang sangat halus hingga sedikit lebih kasar (Dwiyati *et al.*, 2017). Namun secara umum, serbuk kayu mengandung air yang berbeda-beda tergantung pada kondisi penyimpanan dan memiliki komposisi kimia seperti yang terlihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Komponen Kimia Serbuk Kayu

No	Komponen Kimia	Kandungan (%)
1.	Holosellulosa	70.52
2.	Sellulosa	40.99
3.	Lignin	27.88
4.	Pentosan	16.89
5.	Abu	1.38
6.	Air	5.64

(Dwiyati *et al.*, 2017).

Karakteristik ini mempengaruhi potensi pemanfaatan serbuk kayu dalam berbagai aplikasi, salah satu pemanfaatannya sebagai bahan bakar alternatif. Serbuk kayu memiliki potensi besar sebagai sumber energi alternatif karena kandungan karbonnya yang tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif (Masyrurroh & Rahmawati, 2022). Pemanfaatan serbuk

kayu sebagai sumber energi memberikan sejumlah keuntungan signifikan, termasuk keberlimpahan dan ketersediaannya yang terbarukan, karena serbuk kayu adalah produk sampingan dari industri kayu yang terus beroperasi (Sari & Aminah, 2020). Selain itu, pembakaran serbuk kayu menghasilkan emisi karbon yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar fosil, menjadikannya pilihan yang lebih ramah lingkungan. Dengan memanfaatkan serbuk kayu sebagai bahan bakar alternatif, tidak hanya dapat mengoptimalkan pemanfaatan limbah tetapi juga berkontribusi pada pengurangan ketergantungan pada sumber energi fosil dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Serbuk kayu mahoni merupakan salah satu jenis limbah kayu yang banyak tersedia di industri pengolahan kayu, seperti tempat pembuatan pintu, kusen, mebel, dan furnitur lainnya. Kayu mahoni banyak digunakan karena tampilannya yang menarik dan seratnya yang halus, namun sisa produksinya berupa serbuk kayu seringkali tidak dimanfaatkan secara optimal. Serbuk kayu mahoni memiliki karakteristik fisik yang baik untuk bahan briket, seperti ukuran partikel yang halus dan kandungan lignin serta holoselulosa yang cukup tinggi. Nilai kalor dari serbuk kayu mahoni juga tergolong tinggi, sehingga mampu menghasilkan energi panas yang cukup besar saat dibakar. Dengan memanfaatkan limbah serbuk kayu mahoni sebagai bahan bakar alternatif, tidak hanya membantu mengurangi pencemaran lingkungan akibat limbah industri, tetapi juga mendukung pemanfaatan sumber energi terbarukan secara berkelanjutan (Rinanda *et al.*, 2021).

2.5 Energi Alternatif

Energi alternatif merupakan sumber energi yang dapat digunakan untuk menggantikan bahan bakar fosil yang ketersediaannya terbatas. Dengan semakin tingginya kebutuhan energi dan menipisnya cadangan bahan bakar fosil, energi alternatif menjadi penting untuk dikembangkan sebagai solusi yang berkelanjutan. Salah satu bentuk energi alternatif yang sering dibahas adalah *alternative fuel* atau bahan bakar alternatif. *Alternative fuel* adalah

sumber energi yang digunakan sebagai pengganti bahan bakar fosil seperti minyak bumi, batu bara, dan gas alam. *Alternative fuel* dapat berasal dari berbagai sumber, termasuk biomassa, energi surya, energi angin, dan hidrogen. Pemanfaatan *alternative fuel* bertujuan untuk mengurangi ketergantungan pada sumber daya yang terbatas dan mengurangi dampak lingkungan seperti emisi gas rumah kaca (Purnama *et al.*, 2013). Contoh *alternative fuel* meliputi bioetanol, biodiesel, dan briket yang dibuat dari limbah industri seperti serbuk kayu.

Briket adalah bahan bakar padat yang dihasilkan dari pengompresan material seperti serbuk kayu, limbah pertanian, atau bahan organik lainnya. Kualitas briket ditentukan oleh beberapa faktor, termasuk kepadatan, kandungan air, dan daya bakarnya (Purnama *et al.*, 2013). Briket yang berkualitas tinggi memiliki kepadatan yang baik, kadar air yang rendah, dan nilai kalor yang tinggi. Hal ini memastikan bahwa briket dapat membakar dengan efisien dan menghasilkan energi yang optimal. Pengujian kualitas briket melibatkan analisis terhadap kandungan abu, karbon, dan komponen kimia lainnya untuk memastikan bahwa briket memenuhi standar performa dan keamanan.

Tabel 3. Standar Kualitas Briket Arang Kayu

Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
Kadar air	%	Maksimum 8
Kadar abu	%	Maksimum 8
Kalori	Cal/g	Minimum 5000

Sumber: SNI 01-6235-2000

Kualitas briket juga dipengaruhi oleh keberadaan perekat dalam briket baik jumlah maupun jenis perekat (Shobar *et al.*, 2020). Perekat adalah suatu zat atau bahan yang memiliki kemampuan untuk mengikat dua benda melalui ikatan permukaan. Nilai kalor, stabilitas dan ketahanan briket dapat dipengaruhi oleh pemilihan jenis perekat yang digunakan dalam pembuatan briket. Berdasarkan fungsi dari pengikat dan kualitasnya, pemilihan bahan perekat dapat dibagi sebagai berikut.

- a. Memiliki gaya kohesi yang baik bila dicampur dengan semikokas.
- b. Mudah terbakar dan tidak berasap.

- c. Mudah didapat dalam jumlah yang banyak dan harganya murah.
- d. Tidak mengeluarkan bau, tidak beracun dan tidak berbahaya.

Menurut Hanandito, (2012) jenis perekat yang digunakan untuk briket yang tepat yaitu yang memiliki konsentrasi optimal terhadap nilai kalor, stabilitas, dan ketahanan briket. Berikut data yang dihasilkan dari masing-masing perekat menurut (Hanandito, 2012).

Tabel 4. Uji Nilai Kalor

Jenis Perekat	Nilai Kalor (kal/g)
Tapioka	6332.654
Terigu	6455.888
Molases	6106.239
Silikat	5808.168

(Hanandito, 2012).

Jenis bahan perekat mempunyai pengaruh sangat signifikan terhadap nilai kalor yang dimiliki oleh briket. Dari Tabel 4, nilai kalor untuk jenis perekat terigu mempunyai nilai kalor yang tinggi dibandingkan dengan jenis perangkat lain yaitu sebesar 6455.88 kal/g.

Tabel 5. Uji *Shatter Index*

Jenis Perekat	% Loss
Tapioka	13.32%
Terigu	20.65%
Molases	15.31%
Silikat	9.88%

(Hanandito, 2012).

Tabel 6. Uji *Stabilitas*

Jenis Perekat	Dimensi	<i>Stability</i>				
		Waktu (hari)				
		1	2	3	4	5
Tapioka	Diameter (cm)	4	4	4	4	4
	Tinggi (cm)	4.2	4.2	4.1	4.1	4.1
Terigu	Diameter (cm)	4	4	3.9	3.9	3.9
	Tinggi (cm)	4	4	3.9	3.9	3.9
Molases	Diameter (cm)	4	4	3.9	3.9	3.9
	Tinggi (cm)	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1
Silikat	Diameter (cm)	4	4	4	4	4
	Tinggi (cm)	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1

(Hanandito, 2012).

Apabila dilihat dari Tabel 5 dan 6 yang memiliki *stability* dan *shatter index* (uji terhadap benturan) paling baik adalah silikat karena dapat menjaga ukuran briket (diameter 4 cm dan tinggi 4,1) tetap dan ketahanan briket terhadap benturan dengan kehilangan massa sebesar 9,88%. Namun dari tabel 4 menunjukkan menggunakan perekat silikat mempunyai nilai kalor yang paling rendah (5808,168 kal/g). Penentuan jenis perekat yang digunakan dititikberatkan terhadap nilai kalor, *shatter index*, dan *stability* yang tinggi. Dari data yang didapatkan, tepung tapioka memenuhi kualitas tersebut, karena mempunyai nilai kalor yang paling tinggi setelah tepung yaitu 6332,654 kal/g. *Shatter index* terendah setelah silikat yaitu 13,32%, dan stabilitas terbaik setelah silikat dengan diameter 4 cm dan tinggi 4,1 yang mengalami penurunan sebelumnya 0,1 cm dari 4,2 cm.

Berdasarkan data yang didapatkan bahan perekat yang digunakan dalam penelitian ini adalah perekat tepung tapioka. Tepung tapioka baik digunakan sebagai perekat karena memiliki harga yang murah serta mudah didapat (Ningsih, 2019). Selain itu tepung tapioka dapat menghasilkan briket yang yang tidak berasap dan tahan lama (Faijah *et al.*, 2020).

2.6 Keterampilan Berpikir Kreatif

Berpikir kreatif merupakan keterampilan untuk berkembang, menemukan, atau membuat kombinasi konstruktif baru berdasarkan data, informasi, atau elemen yang sudah ada, dengan perspektif yang berbeda, yang muncul sebagai manifestasi dari masalah yang dirasakan mereka, sehingga menghasilkan solusi yang berguna (Diawati *et al.*, 2017). Menurut (Syahrir, 2016), keterampilan berpikir kreatif merupakan keterampilan untuk menghasilkan ide atau cara baru dalam menghasilkan suatu produk yang dipicu oleh masalah-masalah yang menantang. Berpikir kreatif 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 (Wallach & Torrance, (1968).

Kemampuan berpikir kreatif dapat dilihat dari cara peserta didik memecahkan suatu permasalahan. Indikator keterampilan berpikir kreatif menurut (Wallach & Torrance, (1968) yaitu kelancaran (*fluency*), keluwesan (*flexibility*), keaslian (*originality*), dan penguraian (*elaboration*).

1. *Fluency* adalah kemampuan untuk menghasilkan sebanyak mungkin gagasan. Terdapat dua faktor dalam keterampilan berpikir *fluency*, yaitu verbal yang diwujudkan dalam banyaknya ucapan, dan banyaknya ide yang dikeluarkan secara cepat. Keterampilan ini melatih peserta didik agar dapat mengajukan banyak pertanyaan dan mampu mengemukakan ide-ide yang serupa untuk memecahkan suatu masalah.
2. *Flexibility* adalah kemampuan seorang individu untuk mentransfer ide atau gagasan kepada orang lain. Terdapat dua jenis keterampilan berpikir *flexibility* yaitu *spontaneous flexibility* dan *adaptive flexibility*. *Spontaneous flexibility* adalah kemampuan untuk menghasilkan beragam kelompok pemikiran yang bebas dari dormansi dan inersia, artinya menghasilkan banyak ide yang dapat terus dikembangkan. *Adaptive flexibility* adalah kemampuan untuk pemecahan masalah yang menjadi lebih jelas ketika masalah membutuhkan solusi luar biasa. Pada keterampilan ini, peserta didik dapat memberikan bermacam-macam penafsiran terhadap suatu kondisi. Penelitian ini lebih memusatkan keterampilan *adaptive flexibility*.
3. *Originality* adalah kemampuan berpikir yang mengacu pada ide-ide baru secara pedagogik yang dihasilkan oleh orang kreatif dimana ide tersebut bersifat unik, tanggapan yang tidak kontradiktif, dan secara simultan dapat diterima dengan kecenderungan untuk memberikan asosiasi gagasan yang luas. Keterampilan ini melatih peserta didik agar dapat

memberikan bermacam-macam penafsiran terhadap suatu kondisi dan memikirkan hal-hal yang tak pernah terpikirkan oleh orang lain.

4. *Elaboration* adalah kemampuan untuk menambahkan rincian dan makna solusi dan pemikiran asli untuk ide-ide yang sedang dikembangkan. Keterampilan ini melatih peserta didik agar dapat mengembangkan atau memperkaya gagasan orang lain dan menyusun langkah-langkah secara terperinci. Sehingga, peserta didik tidak hanya terpaku pada satu pendapat atau gagasan saja, tetapi memiliki alternatif cara untuk menghadapi masalah di masa depan.

Berpikir kreatif membuahkan suatu kreativitas. Kreativitas adalah kemampuan individu untuk menghasilkan komposisi, produk, atau ide-ide yang berkaitan dengan tugas-tugas tertentu yang pada dasarnya baru. Kreativitas juga merupakan proses, kontribusi ide-ide baru, sudut pandang yang berbeda, cara baru dalam melihat masalah, situasi atau kejadian dimana kebebasan individu adalah dasar dari ekspresi (Al-sulaiman, 2009). kreativitas dapat tercermin dalam kemampuan peserta didik untuk menghasilkan solusi inovatif dalam menyelesaikan masalah yang diberikan, seperti merancang atau mengembangkan produk energi alternatif berbasis limbah yang dapat memberikan kontribusi positif terhadap lingkungan. Produk yang dihasilkan oleh peserta didik tidak hanya sekadar komponen fisik, tetapi juga mencerminkan pemikiran kreatif peserta didik dalam mengatasi tantangan dunia nyata.

2.7 *Sustainability Literacy*

Sustainability literacy merupakan proses pembelajaran untuk meningkatkan kesadaran peserta didik mengenai isu – isu berkelanjutan dan membangun keterampilan seperti pengetahuan, kepedulian, sikap, prilaku, dan pandangan hidup dalam kaitannya dengan hubungan manusia dengan alam (Qureshi, 2020). Menurut Opoku & Egbu (2018) *sustainability literacy* merupakan

pengetahuan dan pemahaman untuk membuat sebuah keputusan serta tindakan yang akan diambil yang bersifat berkelanjutan guna mewujudkan pembangunan berkelanjutan. Dengan demikian, *sustainability literacy* adalah sebuah bentuk pengetahuan, keterampilan maupun pola pikir seseorang yang diintegrasikan dalam ruang lingkup ekonomi, lingkungan sosial guna mewujudkan hidup yang berkelanjutan baik dimasa sekarang maupun dimasa yang akan datang. Oleh sebab itu, seseorang dapat dikatakan memiliki *sustainability literacy* ketika ia mampu membuat sebuah tindakan atau keputusan sesuai dengan kebutuhan tujuan pembangunan berkelanjutan yang disajikan dalam bentuk permasalahan dalam kehidupan.

Dengan adanya *sustainability literacy* yang merupakan bagian dari *Education Sustainable Development* (ESD) peserta didik akan mendapatkan pengetahuan serta keterampilan dalam mengelola sesuatu. Melalui pengelolaan suatu produk yang dihasilkan, peserta didik mampu mengasah keterampilan berpikir kreatif untuk dapat menghasilkan suatu produk sehingga diharapkan dari suatu produk yang dihasilkan tersebut maka *sustainability literacy* peserta didik akan meningkat. Menurut Anggraini *et al*, (2022) Indikator *sustainability literacy* dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Aspek Indikator dan Indikator *Sustainability Litercy*

Aspek Indikator <i>Sustainability Litercy</i>	Indikator <i>Sustainability Litercy</i>
(1)	(2)
Pengetahuan	Menjelaskan konsep dasar sumber energi baik terbarukan maupun tak terbarukan
	Mengklasifikasi berbagai sumber energi baik terbarukan maupun tak terbarukan
	Menganalisis dampak dari sumber energi yang menipis
	Menentukan tindakan yang dapat dilakukan untuk mengurangi/memberikan alternatif dalam mencegah kehabisan sumber energi
Keterampilan	Menganalisis permasalahan yang berkaitan dengan menipisnya sumber energi untuk menentukan solusi yang tepat
	Merancang solusi praktis terkait permasalahan sumber energi yang menipis
	Berkolaborasi dalam kelompok untuk membuat <i>project</i> yang mendukung keberlanjutan

Lanjutan Tabel 7.

Aspek Indikator <i>Sustainability Literacy</i>	Indikator <i>Sustainability Literacy</i>
(1)	(2)
Sikap	Menerapkan praktik keberlanjutan dalam mengatasi permasalahan
	Menunjukkan kepedulian dan tanggung jawab terhadap lingkungan sekitar
	Berperan aktif dalam diskusi kelompok mengenai solusi keberlanjutan

2.8 Penelitian Relavan

Penelitian yang relevan dengan penelitian yang akan diteliti terlihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Penelitian Relevan

Nama Peneliti	Nama Jurnal	Judul Artikel	Hasil Penelitian
(Ramadiani <i>et al.</i> , 2021)	<i>Intenational Journal of Education and Linguistics</i>	<i>Development of LKPD based on project based learning model to improve mathematical creative thinking ability of grade v elementary school students</i>	Penelitian ini menunjukkan bahwa pengembangan LKPD berbasis <i>Project-Based Learning</i> efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif matematis peserta didik. Hasil validasi oleh ahli materi dan desain menunjukkan bahwa LKPD ini valid dan layak digunakan. Dalam uji lapangan, kemampuan berpikir kreatif matematis siswa meningkat secara signifikan dari <i>pre-test</i> ke <i>post-test</i> , yang menegaskan efektivitas LKPD berbasis <i>project</i> .
(Omada <i>et al.</i> , 2023)	<i>Randwick International of Education and Linguistics Science Journal</i>	<i>Development of Student Worksheets Based Project Based Learning to Improve High-Level Thinking Skills (Hots) on Magnetic Material</i>	Penelitian ini menghasilkan LKPD berbasis PjBL dengan fokus pada keterampilan berpikir tingkat tinggi, termasuk berpikir kreatif,

Lanjutan Tabel 8.

Nama Peneliti	Nama Jurnal	Judul Artikel	Hasil Penelitian
(Omanda et al., 2023)			yang sangat baik, mendukung efektivitas LKPD untuk melatih keterampilan berpikir tingkat tinggi, termasuk berpikir kreatif. Hasil validasi oleh ahli materi dan bahasa memperlihatkan bahwa LKPD ini sangat valid dan praktis untuk digunakan
(Agustin, M. S., 2023)	Digilib Unila	Pengembangan LKPD Berbasis Proyek Pengolahan Limbah Kotoran Ayam untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa SMP	Penelitian ini mengembangkan produk LKPD yang valid, praktis, dan efektif sebagai upaya untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik SMP dan e-LKPD yang dikembangkan disusun berdasarkan aktivitas pembelajaran berbasis proyek.
(Supriatna et al., 2020)	Jurnal Online STIT Rakeyan Santang	Upaya Meningkatkan Hasil Belajar IPA Materi Energi Alternatif Melalui Penerapan Model <i>Project Based Learning</i>	Hasil dari penelitian ini yaitu adanya peningkatan hasil belajar IPA pada materi Energi Alternatif setelah melalui penerapan model PjBL dikatakan berhasil.
(Ayu et al., 2023)	Jurnal EDUFORTECH	Penerapan <i>Project-Based Learning</i> pada Topik Pengelolaan Sampah untuk Meningkatkan <i>Sustainability Literacy</i> Siswa Terdampak Gempa Bumi	Penelitian ini menghasilkan LKPD berbasis <i>project</i> pada tema pengelolaan sampah dapat meningkatkan kesadaran siswa terhadap masalah keberlanjutan lingkungan dan membangun kompetensi mereka terkait interaksi antara manusia dan

Lanjutan Tabel 8.

Nama Peneliti	Nama Jurnal	Judul Artikel	Hasil Penelitian
			alam. Hal ini sejalan dengan tujuan utama <i>sustainability literacy</i> yaitu mempersiapkan siswa untuk menghadapi tantangan keberlanjutan di masa depan.
(Anggraini <i>et al.</i> , 2022)	Jurnal Pendidikan Fisika dan Keilmuan (JPFK)	<i>Development of Learning Program Based on Multiple Representations Integrated with PjBL George Lucas and STEM to Foster Students' Sustainability Literacy</i>	Penelitian ini mengungkapkan bahwa program pembelajaran yang menggabungkan multirepresentasi dan <i>Project Based Learning (PjBL)</i> George Lucas dengan pendidikan STEM efektif dalam meningkatkan <i>sustainability literacy</i> peserta didik.

Penelitian yang relevan di atas mendorong peneliti untuk mengembangkan sebuah LKPD yang memiliki kriteria sebagai berikut: 1) LKPD yang dikembangkan berbasis aktivitas model pembelajaran *Project* yang diadaptasi dari (Colley, 2008). 2) LKPD yang dikembangkan didalamnya berisi media pendukung pembelajaran seperti video pembelajaran dalam kehidupan sehari-hari, gambar, dan latihan soal interaktif serta dilengkapi dengan panduan *project*. 3) LKPD dikembangkan dengan tujuan melatih keterampilan berpikir kreatif dan *Sustainability Literacy* yang indikatornya diadaptasi dari (Wallach & Torrance, 1968) dan (Anggraini *et al.*, (2022). Berdasarkan penjelasan tersebut peneliti mengembangkan sebuah LKPD dengan judul “LKPD Berbasis *Project* Pengolahan Limbah Serbuk Kayu pada Materi Energi Alternatif untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kreatif Dan *Sustainability Literacy*”.

2.9 Kerangka Pemikiran

Bahan ajar merupakan salah satu alat atau sarana pembelajaran yang digunakan untuk mendukung guru dalam kegiatan belajar mengajar di kelas, salah satunya adalah LKPD. pembelajaran LKPD yang dikembangkan menggunakan model pembelajaran berbasis *project* pada materi energi alternatif. Tahapan-tahapan pada LKPD berbasis *project* ini terdiri dari enam tahap, yaitu orientasi, mengidentifikasi dan menentukan *project*, merencanakan *project*, melaksanakan *project*, mendokumentasikan dan pelaporan *project*, serta mengevaluasi dan menindaklanjuti *project*. Melalui tahapan-tahapan ini, keterampilan berpikir kreatif dan *sustainability literacy* peserta didik dapat dilatihkan.

Pada kegiatan pertama, yaitu orientasi, peserta didik menyimak penjelasan mengenai tujuan pembelajaran *project* dan pentingnya komunikasi dalam kelompok serta memahami bagaimana penilaian dilakukan. Diskusi tersebut bertujuan untuk melatih keterampilan kolaborasi dan komunikasi peserta didik, sehingga peserta didik dapat bekerja sama secara efektif dalam kelompok.

Kegiatan kedua, yaitu identifikasi dan menentukan *project*, peserta didik mengidentifikasi masalah berdasarkan wacana yang disajikan dan menentukan *project* yang akan dikerjakan secara berkelompok. Dalam kegiatan ini, keterampilan berpikir kreatif indikator *fluency* dilatihkan, karena peserta didik perlu menghasilkan berbagai ide terkait pemanfaatan limbah serbuk kayu sebagai sumber energi alternatif. Pada saat yang sama, *sustainability literacy* aspek pengetahuan, keterampilan, dan sikap dilatihkan melalui pengklasifikasian sumber energi serta analisis dampak lingkungan akibat penggunaan energi yang tidak berkelanjutan.

Kegiatan ketiga, yaitu merencanakan *project*, peserta didik merumuskan masalah, menyusun daftar alat dan bahan, serta merancang langkah-langkah *project*. Proses ini melatih keterampilan berpikir kreatif indikator *flexibility*, di mana peserta didik dituntut untuk berpikir fleksibel dalam

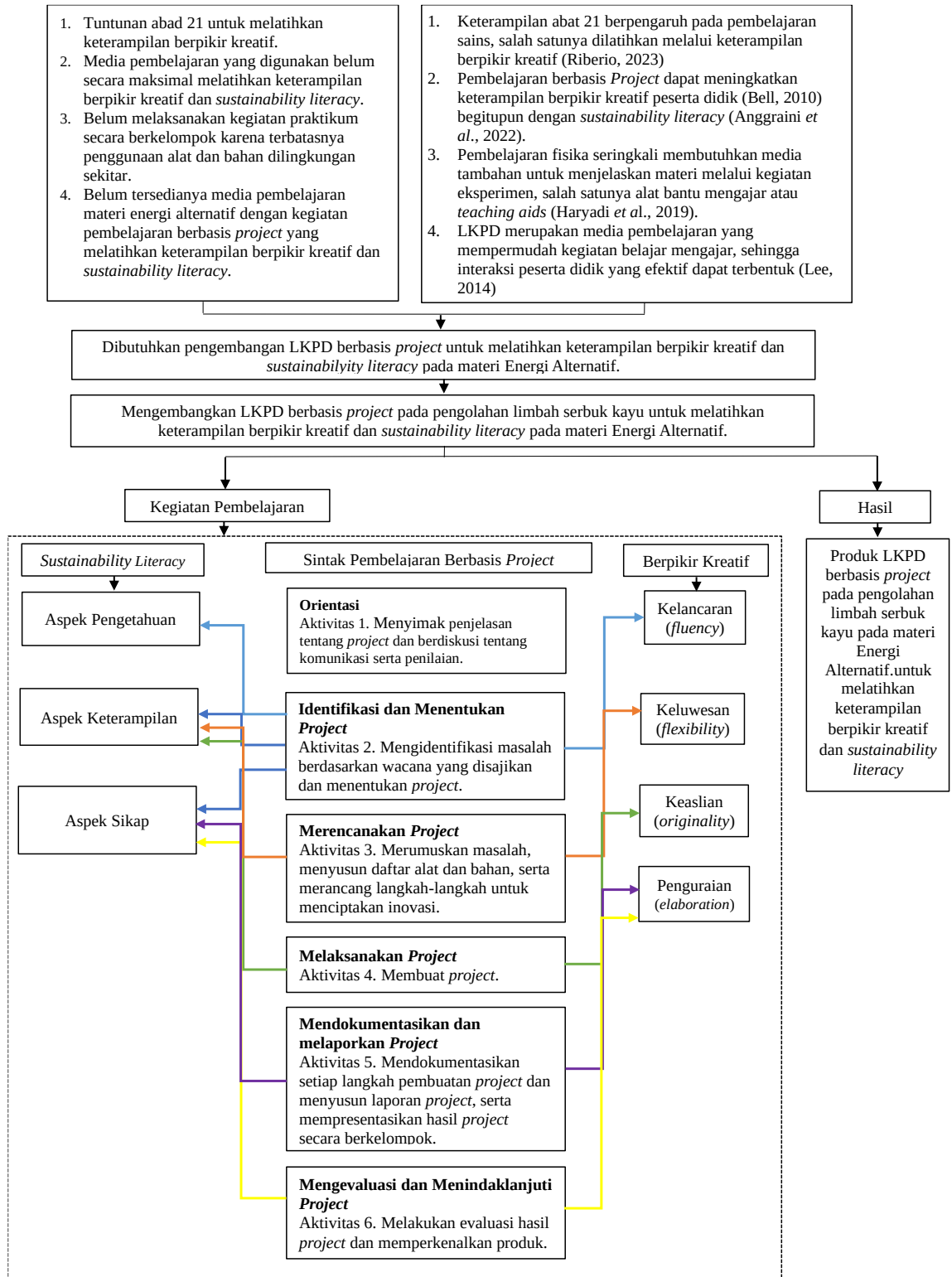
menemukan solusi inovatif yang dapat diterapkan dalam pembuatan produk dari limbah serbuk kayu. Dari segi *sustainability literacy* aspek keterampilan, peserta didik menentukan tindakan yang dapat dilakukan untuk mengurangi risiko kehabisan sumber energi dengan merancang solusi yang mendukung keberlanjutan.

Kegiatan keempat, yaitu melaksanakan project, melibatkan peserta didik dalam proses pembuatan produk inovatif berbasis pemanfaatan limbah serbuk kayu. Tahap ini melatih keterampilan berpikir kreatif indikator *originality*, karena peserta didik harus menciptakan solusi yang unik dan inovatif dalam pengolahan limbah. Sementara itu, *sustainability literacy* aspek keterampilan juga diperkuat dengan menekankan pentingnya berkelanjutan.

Kegiatan kelima, yaitu mendokumentasikan dan melaporkan proses, serta mempresentasikan hasil *project* secara berkelompok. Kegiatan ini melatih keterampilan berpikir kreatif indikator *elaboration* karena peserta didik harus menyusun laporan *project* secara runtut, jelas, dan komunikatif. Di sisi lain, *sustainability literacy* aspek sikap dilatihkan dengan mendorong peserta didik untuk menyampaikan hasil *project* mereka dalam konteks keberlanjutan.

Tahap terakhir, yaitu mengevaluasi dan menindaklanjuti *project*, peserta didik melakukan refleksi terhadap *project* yang telah dilakukan. Pada tahap ini, keterampilan berpikir kreatif indikator *elaboration* tetap dilatihkan dengan mengembangkan ide dan penyempurnaan produk. Selain itu, *sustainability literacy* aspek sikap diperkuat melalui evaluasi dampak produk terhadap keberlanjutan dan pembentukan sikap peduli lingkungan.

Dengan demikian, setiap tahapan pada LKPD yang dikembangkan dengan aktivitas model pembelajaran *project* ini diduga dapat melatih keterampilan berpikir kreatif dan *sustainability literacy* peserta didik, serta membantu peserta didik dalam memahami materi, khususnya pada materi energi alternatif. Secara singkat, kerangka pemikiran dijelaskan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran

III. METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian Pengembangan

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan lembar kerja peserta didik berbasis *project* pengolahan limbah serbuk kayu untuk melatih berpikir kreatif dan *sustainability literacy*, penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan produk berupa LKPD berbasis *project* dan menguji keefektifan produk tersebut. Desain penelitian yang digunakan pada penelitian ini menggunakan 4D (*Define, Design, Development, and Dissemination*) yang diadaptasi oleh (Thiagarajan & Sivasailam, 1974).

3.2 Prosedur Pengembangan

Adapun langkah-langkah pelaksanaan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut.

3.2.1 Tahap *Define*

Pada tahap *define* terdapat empat langkah pokok, yaitu analisis awal, analisis konsep, analisis tugas, dan perumusan capaian pembelajaran (Thiagarajan & Sivasailam, 1974). Tujuan tahap ini adalah penentuan dan pendefinisian kebutuhan-kebutuhan yang dapat memberikan informasi tentang situasi dan kondisi lapangan sebagai acuan pengembangan produk LKPD.

a. Analisis *Front-End*

Analisis *front-end* dilaksanakan dengan melakukan penyebaran instrumen kuisioner kepada pendidik untuk memunculkan dan menetapkan masalah dasar yang dihadapi dalam pembelajaran. Berdasarkan hasil angket yang telah dilakukan oleh peneliti diketahui bahwa belum terdapatnya LKPD khusus mengenai pembelajaran yang digunakan sebagai media pembelajaran karena sekolah tersebut hanya menggunakan bahan ajar berupa buku paket tematik kurikulum merdeka pegangan pendidik dan peserta didik saja. Artinya sejauh ini pendidik lebih menggunakan buku paket peserta didik untuk menyampaikan materi kepada peserta didik sedangkan di dalam buku paket tersebut materinya sangat ringkas sehingga membuat pendidik harus mencari berbagai materi tambahan terkait materi yang disampaikan dalam buku paket peserta didik tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa peserta didik membutuhkan referensi tambahan dari pendidik agar materi yang disampaikan lebih Analisis Peserta Didik mudah diterima oleh peserta didik. Berdasarkan analisis tersebut, peneliti akan mengembangkan media pembelajaran LKPD berbasis *project* sesuai dengan capaian pembelajaran.

b. Analisis Konsep

Analisis konsep bertujuan untuk mengidentifikasi, merinci, dan menyusun secara sistematis konsep-konsep yang relevan. Analisis ini merupakan dasar dalam merumuskan suatu tujuan pembelajaran. Analisis ini dilakukan berdasarkan capaian dan tujuan pembelajaran pada materi energi alternatif.

c. Analisis Tugas

Analisis tugas yang diperoleh mengacu pada analisis konsep. Di samping itu rincian analisis tugas untuk materi energi alternatif merujuk pada capaian pembelajaran. Dari penyebaran instrumen kuisioner diketahui bahwa pada materi energi alternatif peserta didik

mendapatkan tugas yang bervariasi, seperti praktikum, pengamatan, pembuatan poster, dan presentasi. Tugas-tugas ini melibatkan aktivitas praktikum secara langsung, misalnya pembuatan briket dari limbah organik, yang membantu memfasilitasi pemahaman peserta didik mengenai energi alternatif, serta menghubungkan konsep ilmiah dengan keterampilan praktis.

Selain itu, penggunaan media digital seperti, video YouTube, berperan dalam memvisualisasikan konsep energi alternatif, mendukung literasi digital peserta didik. Namun, dari hasil kuisioner terdapat beberapa kendala seperti, keterbatasan waktu dalam pelaksanaan praktikum dan tugas, serta beberapa peserta didik yang hanya menerima materi dari buku paket dan PPT tanpa keterlibatan praktis. Keterbatasan ini mengakibatkan beberapa peserta didik tidak mendapatkan pengalaman belajar yang optimal, sehingga capaian pembelajaran tidak merata.

Berdasarkan hasil analisis tugas tersebut peneliti mengembangkan LKPD berbasis *project* yang diharapkan peserta didik dapat lebih terlibat secara aktif dalam pembelajaran, dan memastikan capaian pembelajaran yang lebih merata di antara semua peserta didik.

3.2.2 Tahap *Design* (Perancangan)

Pada tahap *design* dilakukan perencanaan dan perancangan media dengan menentukan berbagai hal yang dibutuhkan selama proses pengembangan (Thiagarajan & Sivasailam, 1974). Tahap design bertujuan menghasilkan sebuah rancangan awal pada produk media pembelajaran berupa LKPD berbasis *project* yang akan dibuat. Kegiatan yang dilakukan pada tahap *design* yaitu:

a. Penyusunan Kerangka LKPD

Kerangka LKPD terdapat desain tampilan dari bahan ajar yaitu:

1. Bagian Pembuka

Bagian ini terdiri dari sampul depan LKPD, prakata, capaian pembelajaran dan tujuan pembelajaran, serta petunjuk belajar.

2. Bagian isi LKPD

Bagian ini diisi dengan materi energi alternatif. LKPD ini berisi langkah kegiatan pembelajaran.

3. Bagian penutup

Bagian diisi dengan daftar pustaka.

b. Perancangan Sistematika

Perancangan sistematika ini sesuai dengan langkah-langkah pembelajaran *project* menurut Colley (2008), yaitu:

Tahap 1: Orientasi

Tahap 2: Mengidentifikasi dan menentukan *project*

Tahap 3: Merencanakan *project*

Tahap 4: Melaksanakan *project*

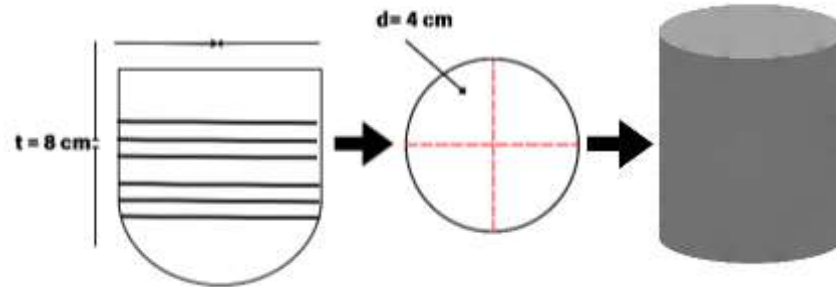
Tahap 5: Mendokumentasikan dan pelaporan *project*

Tahap 6: Mengevaluasi dan menindaklanjuti *project*

c. Perancangan Instrumen

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah angket dengan skala *Likert* yang terdiri dari empat pilihan jawaban, yaitu 1 (sangat kurang valid), 2 (cukup valid), 3 (valid), dan 4 (sangat valid). Sebelum masuk ke tahap pengembangan, peneliti terlebih dahulu melakukan evaluasi terhadap setiap tahapan penyusunan instrumen. Angket ini dimodifikasi sesuai dengan kebutuhan penelitian dengan menambahkan aspek-aspek kontekstual yang relevan. Tidak hanya menggunakan angket untuk validator, peneliti juga menyusun angket untuk respon pendidik dan peserta didik. Angket tersebut berisi poin-poin yang disesuaikan agar mampu mengukur seberapa menarik dan efektif LKPD yang

dikembangkan. Melalui instrumen ini, peneliti dapat memperoleh data mengenai validitas serta daya tarik LKPD di mata para pendidik dan peserta didik. Berikut adalah desain produk briket yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain Produk Briket

Produk briket yang dihasilkan dari proses ini memiliki desain kompak dan padat. Briket dirancang untuk menjadi bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan, dengan bentuk yang sesuai untuk keperluan pembakaran dalam skala kecil. Desain ini memungkinkan briket memiliki efisiensi pembakaran yang baik, serta stabilitas fisik yang kuat agar tidak mudah hancur saat digunakan.

3.2.3 Tahap *Develop* (Pengembangan)

Tahap *develop* merupakan suatu tahap untuk menghasilkan produk pengembangan. Tahap *develop* bertujuan sebagai proses pembuatan produk media pembelajaran yang akan menghasilkan media pembelajaran berupa LKPD. Pada tahap *develop* melalui 3 langkah yaitu: validasi *expert*, validasi empiris, dan uji coba produk. Berikut penjelasan dari masing-masing langkah:

a. Validasi *Expert*

Penilaian dari validator atau para ahli/praktisi terhadap perangkat pembelajaran mencakup format, bahasa, ilustrasi, dan isi. Validasi bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan produk yang dikembangkan, dalam penelitian ini adalah LKPD berbasis *project* akan divalidasi oleh dua guru ahli materi dan satu dosen ahli media pembelajaran dari program studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Lampung. Validasi media pembelajaran ini dilakukan oleh guru ahli materi dan dosen ahli media pembelajaran terhadap konten yang ada didalam media pembelajaran yang dikembangkan oleh peneliti. Tujuan validasi ini adalah agar produk media pembelajaran yang dikembangkan sudah sesuai dengan tujuan awal pengembangan. Sebelum tahap validasi dilakukan oleh validator, peneliti menyiapkan lembar penilaian angket *testing* lembar penilaian angket ini divalidasi terlebih dahulu kepada *expert judgement* agar dapat mengukur aspek-aspek yang perlu dinilai dalam media pembelajaran yang dikembangkan oleh peneliti.

b. Validasi Empiris

Validasi empiris adalah pengujian produk pengembangan berupa briket yang dilakukan melalui serangkaian pengujian praktis. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan keberhasilan produk tersebut dalam aspek pembakaran. Salah satu indikator keberhasilan briket adalah kemampuannya menghasilkan nyala api, yang menandakan pembakaran sempurna dan efisiensi energi tinggi. Pengujian melibatkan pengamatan langsung terhadap kadar air, kepadatan, serta proses pembakaran yang akan menghasilkan abu yang dapat diamati untuk mengetahui kadar abu suatu briket. Selain itu, validasi empiris mencakup pengukuran emisi gas yang dihasilkan serta stabilitas panas yang dihasilkan oleh briket. Jika briket mampu menghasilkan pembakaran dengan nyala api dan memenuhi karakteristik, maka produk tersebut dianggap berhasil. Pengujian ini penting untuk memastikan bahwa produk tersebut

layak digunakan sebagai alternatif energi yang ramah lingkungan dan efisien.

c. Uji Coba Produk

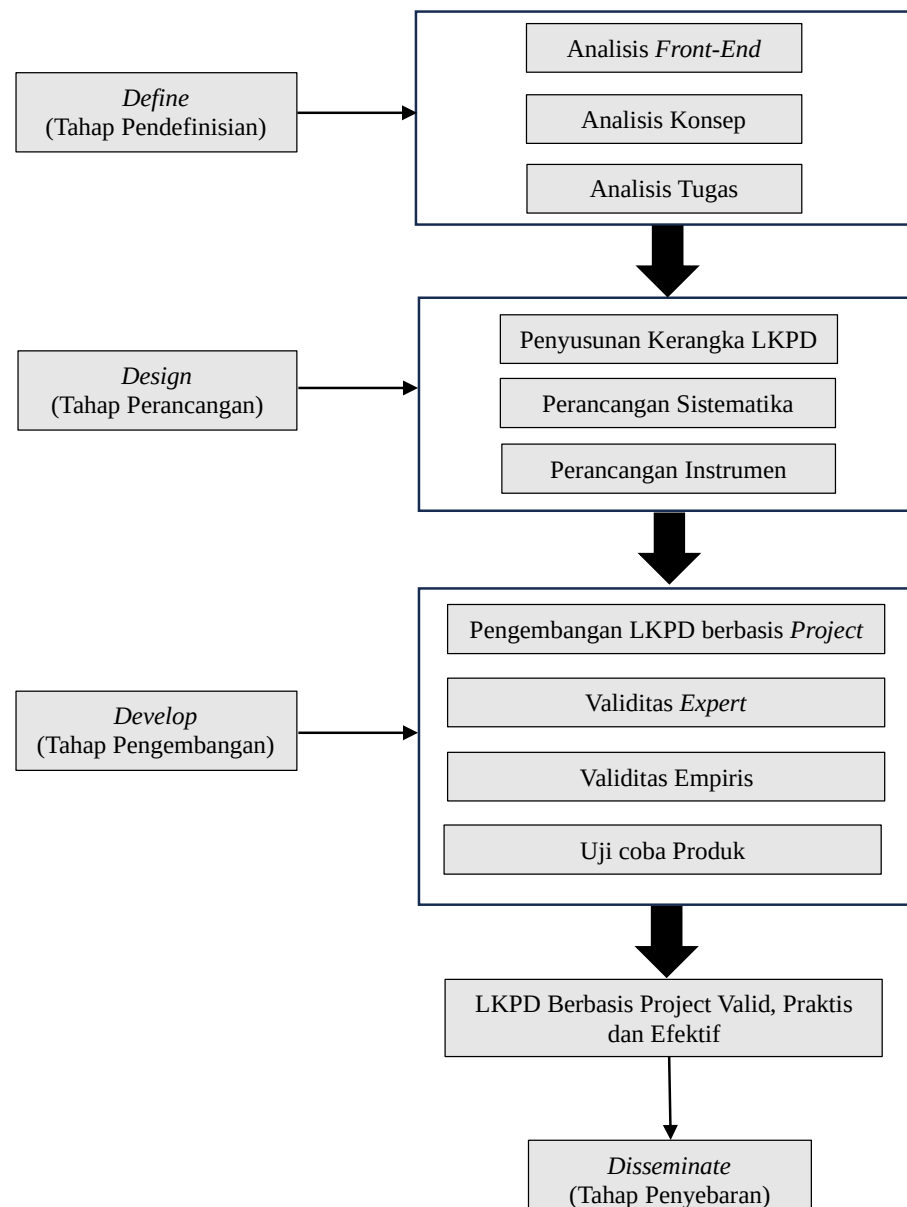
Uji coba produk ini bertujuan untuk mendapatkan umpan balik dari guru dan peserta didik mengenai LKPD yang dikembangkan. Guru diminta memberikan penilaian terhadap kesesuaian isi dan struktur LKPD melalui angket, sedangkan peserta didik diminta memberikan penilaian terhadap daya tarik LKPD. Uji coba kelompok kecil akan dilakukan dengan melibatkan mahasiswa baru sebagai peserta didik yang dipilih secara khusus.

3.2.4 Tahap *Disseminate* (Penyebaran)

Tahap *disseminate* dalam pengembangan produk pembelajaran terdiri dari tiga tahapan utama. Pertama *validation testing*, pada tahap ini produk yang telah disempurnakan berdasarkan masukan expert diuji coba pada pengguna sebenarnya untuk mengukur efektivitasnya dalam mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Jika terdapat tujuan yang belum tercapai, maka perlu dilakukan perbaikan sebelum produk disebarluaskan lebih lanjut. Tahap kedua adalah *packaging*, yaitu proses pengemasan produk agar siap untuk disebarluaskan. Tahap ketiga adalah *diffusion and adoption*, di mana produk didistribusikan dan diadopsi oleh pengguna yang lebih luas.

Tahap ini akan dilakukan peneliti dengan cara penyebaran secara terbatas dikarenakan keterbatasan-keterbatasan yang dimiliki peneliti. Peneliti menyebarkan produk akhir berupa LKPD berbasis *project* pada materi energi alternatif kelas X hanya pada salah satu SMA di Bandar Lampung. Publikasi resmi dari hasil penelitian ini nantinya dapat diakses melalui jurnal yang akan diterbitkan oleh peneliti.

Selengkapnya prosedur penelitian pengembangan ini dijelaskan pada diagram alur pada Gambar 5.



Gambar 3. Prosedur Pengembangan Produk

3.3 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan dalam studi ini berfungsi sebagai alat pengumpul data. Instrumen-instrumen tersebut dipilih secara khusus untuk tahap perencanaan (*define*) dan pengembangan (*develope*) penelitian.

3.3.1 Instrumen pada Tahap *Define*

a. Angket Respon Guru

Angket respon guru dirancang khusus untuk menggali informasi mengenai penggunaan LKPD yang digunakan dalam pembelajaran materi energi alternatif. Terdiri dari 11 pertanyaan dengan pilihan jawaban ya atau tidak, angket ini dilengkapi dengan kolom alasan untuk memberikan penjelasan yang lebih mendalam. Angket ini diinformasikan kepada guru kelas X melalui *chat* WhatsApp yang disajikan dalam bentuk *google form*.

b. Angket Respon Peserta Didik

Angket respon peserta didik dirancang khusus untuk mengetahui tingkat pemahaman peserta didik terhadap LKPD yang digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Terdiri dari 11 pertanyaan sederhana dengan pilihan jawaban ya atau tidak, angket ini dilengkapi dengan kolom alasan untuk memberikan penjelasan yang lebih mendalam. Angket ini kemudian disebarluaskan melalui grup WhatsApp kelas XI oleh guru mata pelajaran fisika.

3.3.2 Instrumen pada Tahap *Develop*

a. Angket Validitas *Expert*

Angket validasi *expert* dimaksudkan untuk menilai atau mengukur kelayakan LKPD yang dikembangkan, berkaitan dengan aspek materi dan konstruk, serta aspek media dan desain terhadap LKPD berbasis *project* yang dikembangkan. Angket berbentuk semi tertutup yang berisi pernyataan dan expert memberikan tanda check list (✓) pada kolom pilihan jawaban yang tersedia pada angket. Skala *likert* yang digunakan pada angket dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Skala *Likert* pada Angket Uji Validasi *Expert*

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

b. Instrumen Uji Kepratisaran

1) Uji Keterbacaan

Uji keterbacaan dimaksudkan untuk mengetahui keterbacaan produk LKPD berbasis *project* yang akan dikembangkan oleh peneliti menggunakan menggunakan lembar observasi pengguna, yaitu beberapa peserta didik dalam kelompok kecil. Sistem penskoran menggunakan skala *likert* yang dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Skala *Likert* pada Angket Uji Keterbacaan

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

2) Angket Uji Persepsi Guru

Angket uji persepsi guru dimaksudkan untuk menilai aspek kesesuaian isi dengan tujuan pembelajaran dan kemenarikan LKPD yang meliputi aspek visual LKPD, yaitu pemilihan warna, tata letak, dan desain keseluruhan. Angket ini menggunakan pertanyaan yang sama dengan angket yang dipakai oleh *expert*. Selain itu, penskoran pada angket respon guru ini menggunakan skala *likert* yang sama pada Tabel 9.

3) Angket Respon Peserta Didik

Angket respon peserta didik dimaksudkan untuk menilai kemenarikan tampilan LKPD. Angket ini juga menggunakan pernyataan yang sama dengan angket yang dipakai oleh guru dan

expert. Penskoran pada angket peserta didik ini menggunakan skala *likert* yang sama dengan uji persepsi guru yaitu Tabel 9.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

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

Aspek kepraktisan LKPD yang dikembangkan diukur menggunakan angket uji keterbacaan, angket uji persepsi guru, dan peserta didik. Pada tahap ini, dilakukan uji coba produk secara terbatas dengan meminta respon beberapa guru dan peserta didik. Pengumpulan data dilakukan dengan menunjukkan LKPD yang dikembangkan, kemudian guru diberikan angket uji persepsi guru dan peserta didik dalam kelompok kecil diberikan angket uji keterbacaan, selain itu peserta didik yang telah mengerjakan diberikan angket respon peserta didik untuk diisi.

Aspek keefektifan LKPD yang dikembangkan dikumpulkan data dengan menilai aspek indikator keterampilan berpikir kreatif dan sustainability literacy yang termuat pada hasil jawaban peserta didik pada LKPD. Secara keseluruhan, pengumpulan data yang komprehensif pada penelitian ini menggunakan kombinasi angket dan tes. Dimulai dari tahap pengembangan, uji coba, hingga implementasi LKPD. Hal tersebut bertujuan untuk memperoleh informasi yang akurat terkait validitas, kepraktisan, dan keefektifan LKPD yang dikembangkan.

3.5 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan metode campuran (*mixed method*) yang diadaptasi oleh Creswell *and* Plano (2011), yaitu kualitatif dan kuantitatif, di mana data kualitatif membantu mendeskripsikan tentang hasil data 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

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

Hasil yang dihitung kemudian ditafsirkan sehingga mendapatkan kualitas dari produk yang dikembangkan. Penafsiran skor diadaptasi dari Ratumanan & Laurent (2011) seperti yang terlihat pada Tabel 11.

Tabel 11. 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 11, peneliti memberikan batasan bahwa produk 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 keterbacaan dimaksudkan untuk mengetahui kepraktisan produk diperoleh peserta didik dalam kelompok kecil (data kuantitatif). Hasil jawaban pada angket akan 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 sebagai berikut.

Tabel 12. Konversi Skor Penilaian Keterbacaan

Persentase	Kriteria
75,1% - 100%	Sangat Baik
50,1% - 75%	Baik
25,1% - 50%	Kurang Baik
<25%	Tidak Baik

Berdasarkan Tabel 12, peneliti memberi batasan bahwa produk yang dikembangkan terkategori praktis jika mencapai skor yang peneliti tentukan, yaitu minimal 50,1% dengan kriteria baik.

2. Uji Persepsi Guru

Data respon guru diperoleh dari angket uji persepsi yang diisi oleh guru, kemudian dianalisis menggunakan analisis persentase Sudjana (2005).

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

Hasil persentase yang diperoleh dikonversikan dengan kriteria sebagai berikut.

Tabel 13. Konversi Skor Penilaian Persepsi terhadap Produk

Persentase	Kriteria
75,1% - 100%	Sangat Baik
50,1% - 75%	Baik
25,1% - 50%	Kurang Baik
<25%	Tidak Baik

Berdasarkan Tabel 13, peneliti memberi batasan bahwa produk LKPD yang dikembangkan terkategori praktis untuk digunakan pada pembelajaran apabila mencapai skor yang peneliti tentukan, yaitu minimal 50,1% dengan kriteria baik.

3. Respon Peserta Didik

Data respon diperoleh dari angket respon yang diisi oleh peserta didik, kemudian data respon tersebut dianalisis dengan menggunakan analisis persentase Sudjana (2005) sebagai berikut.

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

Hasil persentase data respon yang diperoleh, kemudian dikonversikan dengan kriteria sebagai berikut.

Tabel 14. Konversi Skor Penilaian Respon terhadap Produk

Persentase	Kriteria
75,1% - 100%	Sangat Baik
50,1% - 75%	Baik
25,1% - 50%	Kurang Baik
<25%	Tidak Baik

Berdasarkan tabel 14, peneliti memberi batasan bahwa produk LKPD yang dikembangkan terkategori praktis untuk digunakan pada pembelajaran apabila mencapai skor yang peneliti tentukan, yaitu minimal 50,1% dengan kriteria baik.

3.5.3 Teknik Analisis Data Keefektifan

Analisis data penilaian keterampilan berpikir kreatif dan *sustainability literacy* peserta didik dilakukan dengan melihat aspek indikator yang termuat pada hasil jawaban peserta didik pada LKPD. Hasil penilaian analisis keterampilan berpikir kreatif dan *sustainability literacy* 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

(Trianto, 2010)

Nilai persen yang diperoleh dikonversikan dengan kategori penilaian keterampilan berpikir kreatif dan *sustainability literacy*. Kategori penilaian keterampilan berpikir kreatif dilihat pada Tabel 10.

Tabel 15. Konversi Skor Kategori Penilaian Keterampilan Berpikir Kreatif dan *Sustainability Literacy*.

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

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa:

1. LKPD berbasis *project* pengolahan limbah serbuk kayu yang dikembangkan terbukti valid untuk melatih keterampilan berpikir kreatif dan *sustainability literacy* peserta didik dan layak untuk diimplementasikan dalam pembelajaran. Validitas ini terlihat dari terpenuhinya aspek isi dan konstruk yang mencakup kelayakan materi, keterpaduan aktivitas dengan tujuan pembelajaran, serta kesesuaian dengan pembelajaran berbasis *project*. Secara visual, desain LKPD baik dari segi cover maupun isi dinilai menarik, proporsional, dan mendukung pemahaman materi. Ilustrasi yang digunakan realistis, tata letak konsisten, dan penggunaan huruf efektif memperkuat penyampaian informasi. Dari segi materi, konten dan aktivitas yang disajikan relevan, mampu melatih keterampilan berpikir kreatif, serta melatih *sustainability literacy* peserta didik. Bahasa yang digunakan juga komunikatif, mudah dipahami, dan sesuai dengan karakteristik peserta didik jenjang SMA.
2. LKPD berbasis *project* pengolahan limbah serbuk kayu sangat praktis digunakan untuk melatih keterampilan berpikir kreatif dan *sustainability literacy* peserta didik dalam proses pembelajaran fisika pada materi energi alternatif. Hal ini dapat dilihat dari uji keterbacaan, respon peserta didik, dan persepsi guru terhadap penggunaan LKPD berbasis *project* dengan hasil rata-rata uji keterbacaan sebesar 89%, hasil rata-rata uji respon peserta didik sebesar 89%, dan hasil rata-rata uji persepsi guru

sebesar 86%, sehingga secara keseluruhan masuk dalam kategori sangat praktis.

3. LKPD berbasis *project* pengolahan limbah serbuk kayu yang dikembangkan terbukti efektif untuk melatih keterampilan berpikir kreatif dan *sustainability literacy* peserta didik. Dengan rata-rata persentase ketercapaian sebesar 85% dari peserta didik dari yang dianalisis, sehingga LKPD ini mampu mendukung pengembangan keterampilan berpikir kreatif dan *sustainability literacy* secara optimal.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan LKPD berbasis *project* pengolahan limbah serbuk kayu untuk melatih keterampilan berpikir kreatif dan *sustainability literacy*, diajukan saran oleh peneliti.

1. Penelitian ini menggunakan mahasiswa baru sebagai subjek uji coba kelompok kecil. Meskipun hasil yang diperoleh menunjukkan respon yang baik terhadap LKPD yang dikembangkan, namun perlu diperhatikan bahwa karakteristik mahasiswa tentu berbeda dengan peserta didik SMA sebagai sasaran utama produk ini. Oleh karena itu, disarankan agar dilakukan uji coba lebih lanjut pada peserta didik SMA secara langsung untuk mengetahui efektivitas LKPD dalam situasi pembelajaran yang sebenarnya.
2. Guru dapat menerapkan LKPD berbasis *project* pengolahan limbah serbuk kayu yang dikembangkan dalam penelitian ini sebagai salah satu alternatif bahan ajar pada materi energi alternatif. Produk ini telah dinyatakan layak oleh para ahli, sehingga memiliki potensi untuk mendukung melatih keterampilan berpikir kreatif dan *sustainability literacy* peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, M. S. (2023). Pengembangan LKPD Berbasis Proyek Pengolahan Limbah Kotoran Ayam untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa SMP. *Digilib Unila*, 1–23.
- Al-Balushi, S. M., & Al-Aamri, S. S. (2014). The Effect of Environmental Science Projects on Students Environmental Knowledge and Science Attitudes. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 23(3), 213–227.
- Al-sulaiman, N. (2009). Cross-cultural Studies and Creative Thinking Abilities. *Journal of Educational & Psychologic Scidnces*, 1(1), 42–92.
- Ali, H. F., Khakim, M., Saputra, P. P. S., Rahim, A. R., Widiharti, W., & Sukaris, S. (2024). Sosialisasi Produksi Briket Arang Dari Limbah Kayu : Sumber Bahan Bakar Alternatif yang Berkelanjutan. *DedikasiMU : Journal of Community Service*, 6(1), 19.
- Anggraini, D., Abdurrahman, & Herlina, K. (2022). Development of Learning Program Based on Multiple Representations Integrated with PjBL George Lucas and STEM to Foster Students' Sustainability Literacy. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Keilmuan (JPFK)*, 8(2), 253–279.
- Ausubel, D. P., & Fitzgerald, D. 2014. Meaningful Learning and Retention: Intrapersonal Cognitive Variables. *American Education Reserach*, 31(05), 500-510.
- Ayu, M., Aghniya, S. M., Nofri, B. A., & Indriasari, R. (2023). Penerapan Project-based Learning pada Topik Pengelolaan Sampah untuk Meningkatkan Sustainability Literacy Siswa Terdampak Gempa Bumi. *Edufortech*, 8(1), 61–70.
- Arikunto, S. (2011). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Bumi Aksara. 312 hlm.

- Bagus, A. P., Imam, M. R. (2023). Faktor Rendahnya Keterampilan Berpikir Kreatif dalam Menciptakan Inovasi Baru. *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 08(03), 958–966.
- Bell, S. (2010). Project-based Learning for the 21st Century: Skills for the Future. The Clearing House. *Journal of Educational Strategies*, 83(2), 39–43.
- Colley, K. (2008). Project Based Science Instruction: A Primer-An Introduction and Learning Cycle for Implementing Project-Based Science. *The Science Teacher*, 75(8), 23–28.
- Creswell, J. W., & Plano, C. V. L. (2011). *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. California: SAGE Publications. 311 pages.
- Depita, L., Sujinal, A., & Harisman, N. (2022). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik dengan Pendekatan Open ended. *Jurnal of Education in Mathematics, Science, and Technology*, 5(2), 45–55.
- Dewi, M. (2013). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Biologi Berorientasi Pengembangan Inteligensi Majemuk Siswa pada Materi Sel Kelas XI SMA. Skripsi. 26-28.
- Diawati, C., Liliarsari, Setiabudi, A., & Buchari. (2017). Students' Construction of a Simple Steam Distillation Apparatus and Development of Creative Thinking Skills: A Project-based Learning. *AIP Conference Proceedings*, 1848 pages.
- Dinantika, H. K., Suyanto, E., & Nyeneng, I. D. P. (2019). Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Kreativitas Siswa pada Materi Energi Terbarukan. *Titian Ilmu: Jurnal Ilmiah Multi Sciences*, 11(2), 73–80.
- Dwiyati, S. T., Kholil, A., & Widharma, F. (2017). Pengaruh Penambahan Karbon pada Karakteristik Kampas Rem Komposit Serbuk Kayu. *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur*, 4(2), 108–114.
- Effendi, K. N. S., & Farlina, E. (2017). Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMP Kelas VII dalam Penyelesaian Masalah Statistika. *Jurnal Analisa*, 3(2), 130–137.
- Fadilla, A. A., Rizky, F., Muhammadiyah, U., & Utara, S. (2025). Optimalisasi Pembuatan Arang Briket yang Berkualitas dengan Metode Multi Factor Evaluation Process (MFEP). *Jurnal Manajemen Kreatif dan Inovasi*, 3(1), 149–164.
- Faijah, Fadilah, R., & Nurmila. (2020). Perbandingan Tepung Tapioka dan Sagu pada Pembuatan Briket Kulit Buah Nipah (*Nypafruticans*). *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 2(1), 1–4.

- Fajriah, N., & Asiskawati, E. (2015). Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa dalam Pembelajaran Matematika Menggunakan Pendekatan Pendidikan Matematika Realistik Di SMP. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(2), 157–165.
- Faqumala, D. A., & Pranoto, Y. K. S. (2020). *Kesiapan Anak Masuk Sekolah Dasar*. Pekalongan: PT. Nasya Expanding Management. 127 hlm.
- Febrianingsih, F. (2022). Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa dalam Memecahkan Masalah Matematis Mosharafa. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(1), 119–130.
- Febrianti, Y., Djahir, Y., & Fatimah, S. (2016). Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik dengan Memanfaatkan Lingkungan pada Mata Pelajaran Ekonomi Di SMA Negeri 6 Palembang. *Jurnal Profit*, 3(1), 121–127.
- Frank, M., Lavy, I., & Elata, D. (2003). Implementing the Project-based Learning Approach in an Academic Engineering Course. *International Journal of Technology and Design Education*, 13(3), 273–288.
- Hanandito, L. (2012). Pembuatan Briket Arang Tempurung Kelapa Dari Sisa Bahan Bakar Pengasapan Ikan Kelurahan Bandarharjo Semarang. *Jurnal Teknik kimia Universitas Diponegoro*, 2(1), 1–9.
- Haryadi, R., Vita, M., Utami, I. S., Ihsanudin, I., Setiani, Y., & Suherman, A. (2019). Briquettes Production as Teaching Aids Physics for Improving Science Process Skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(3), 1-8.
- Huda, N. Z. (2023). Perencanaan Pendidikan. *Pediaqu : Jurnal Pendidikan Sosial dan Humaniora*, 2(3), 10111–10121.
- Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016). Project-based Learning: A Review of the Literature. *Improving Schools*, 19(3), 267–277.
- Krauss, J., & Boss, S. (2006). Thinking Through Project Based Learning. *Education in Rural Australia*, 16(1), 67-76.
- Laffey, J., Tupper, T., Musser, D., & Wedman, J. (1998). A Computer-Mediated Support System for Project-based Learning. *Educational Technology Research and Development*, 46(1), 73–86.
- 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.

- Logayah, D. S., Rahmawati, R. P., Hindami, D. Z., & Mustikasari, B. R. (2023). Krisis Energi Uni Eropa: Tantangan dan Peluang dalam Menghadapi Pasokan Energi yang Terbatas. *Hasanuddin Journal of International Affairs*, 3(2), 102–110.
- Malik, U. (2013). Alternatif Pemanfaatan Limbah Industri Pengolahan Kayu Sebagai Arang Briket. *Jurnal Aptek*, 5(1), 63–70.
- Masyrurroh, A., & Rahmawati, I. (2022). Pembuatan Briket Arang dari Serbuk Kayu Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal ABDIKARYA*, 4(1), 1-8.
- Muhdiyati, I., & Utami, I. I. S. (2020). Analisis Kreativitas Guru Kelas dalam Menyusun Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Mata Pelajaran Matematika Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Persada*, 3(3), 176–181.
- Mustami, M. K. (2007). Pengaruh Model Pembelajaran Synectics Yang Dipadu MIND MAPS terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif, Sikap Kreatif, dan Penguasaan Materi Biologi Siswa. *Jurnal Lentera Pendidikan*, 10(2), 173-184.
- Ningsih, A. (2019). Analisis Kualitas Briket Arang Tempurung Kelapa Dengan Bahan Perekat Tepung Kanji dan Tepung Sagu Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Teknologi Terpadu*, 7(2), 101–110.
- Nurkhasanah, N., Purwanto, B. E., & Basukiyatno. (2024). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Model Project Based Learning dalam Peningkatan Kemampuan Berpikir Kreatif Pada Pembelajaran IPA Kelas VIII SMP. *Journal of Education Research*, 5(3), 3672–3687.
- Nursam, N. (2017). Manajemen Kinerja. *Kelola: Journal of Islamic Education Management*, 2(2), 167–175.
- Omanda, N., Harahap, F., & Wau, Y. (2023). Development of Student Worksheets Based Project Based Learning to Improve High-Level Thinking Skills (HOTS) on Magnetic Material. *Randwick International of Education and Linguistics Science Journal*, 4(3), 752–757.
- Opoku, A., & Egbu, C. (2018). Students' Perspectives on the Relevance of Sustainability Literacy in a Postgraduate Built Environment Program. *International Journal of Construction Education and Research*, 14(1), 46–58.
- Prastiwi, L., Sigit, D. V., & Ristanto, R. H. (2020). Hubungan Antara Literasi Ekologi dengan Kemampuan Memecahkan Masalah Lingkungan Di Sekolah Adiwiyata Kota Tangerang. *Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*, 11(1), 13–21.

- Purnama, R. R., Chumaidi, A., & Saleh, A. (2013). Pemanfaatan Limbah Cair CPO Sebagai Perekat pada Pembuatan Briket dari Arang Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia*, 18(3), 43–53.
- Putri, Y. S., & Alberida, H. (2022). Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik Kelas X Tahun Ajaran 2021/2022 di SMAN 1 Pariaman. *Jurnal Biodik*, 8(2), 112–117.
- Qomariyah, D. N., & Subekti, H. (2021). Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif: Studi Eksplorasi Siswa Di SMPN 62 Surabaya. *Pensa E-Jurnal : Pendidikan Sains*, 9(2), 242–246.
- Qureshi, S. M. Q. (2020). Learning by Sustainable Living to Improve Sustainability Literacy. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 21(1), 161–178.
- Ramadianti, A. A., Syahputra, E., & Mursid, R. (2021). Development of LKPD Based on Project Based Learning Model to Improve Mathematical Creative Thinking Ability of Grade V Elementary School Students. *Intenational Journal of Education and Linguistics*, 1(3), 1–13.
- Ratumanan, T. G., & Laurent, T. 2011. *Penilaian Hasil Belajar pada Tingkat Satuan Pendidikan (2nd ed)*. Surabaya: Unesa University Press. 51 hlm.
- Riberio, A. S. F. (2023). A Systematic Review for Creative Thinking Skills in Physics Subjects. *EduFisika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(2), 154–163.
- Rinanda, A. D., Nuriana, W., & Sutrisno, S. (2021). Pengaruh Variasi Tekanan Terhadap Kerapatan, Kadar Air dan Laju Pembakaran pada Biobriket Limbah Kayu Mahoni. *Jurnal Pilar Teknologi Jurnal Ilmiah Ilmu ilmu Teknik*, 6(1), 21–24.
- Saefullah, A. (2022). Inovasi Desain Pemanfaatan Limbah Serbuk Kayu yang Digunakan untuk Meningkatkan Nilai Estetis dan Ekonomis pada Masyarakat. *Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik*, 1(3), 1–17.
- Salsabila, F. L. (2020). Pengembangan Lembar Peserta Didik IPA Berbasis Collaborative Learning untuk Melatihkan Keterbacaan Kelas IV Di Madrasah Ibtidaiyah Unggulan Sabilillah Lamongan. Skripsi. 39-47.
- Sari, P. N., & Aminah, S. (2020). Pemanfatan Serbuk Gergaji Sebagai Bahan Baku Briket. *Jurnal Media Eksakta*, 21(1), 1–9.
- Shobar, S., Sribudiani, E., & Somadona, S. (2020). Karakteristik Briket Arang dari Limbah Kulit Buah Pinang dengan Berbagai Komposisi Jenis Perekat. *Jurnal Sylva Lestari*, 8(2), 189–196.

- Suardipa, I. P. (2020). Proses Scaffolding pada Zone of Proximal Development (ZPD) dalam Pembelajaran. *Jurnal Widyacarya*, 4(1), 79–92.
- Sudjana, N. (2005). *Metode Statistika*. Bandung: Tarsito, 168 hlm.
- Supriatna, A., Kuswandi, S., & Sopyan, Y. (2020). Upaya Meningkatkan Hasil Belajar Ipa Materi Energi Alternatif Melalui Penerapan Model Project Based Learning. *Jurnal Tahsinia*, 2(1), 12–25.
- Suyantana, I. N. (2021). Penerapan Model Pembelajaran Think Pair Share Berbasis Open Ended Problem untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif. *Linear : Jurnal Ilmu Pendidikan*, 5(2), 87–96.
- Syahrir. (2016). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika SMP untuk Meningkatkan Kemampuan Berfikir Kreatif. *Jurnal JIME*, 66(1), 37–39.
- Thiagarajan, S. (1974). *Instructional Develoment for Traning Teacher of Exeptional Children*. Amerika Serikat: University of Minnesota. 195 pages.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). 21st Century Skills Learning for Life in Our Times. San Francisco, CA: Jossey Bass (2009). *Journal of Sustainable Development Education and Research*, 2(1), 1-243.
- Ulina, S., Hasan, S., Warman, E., & Nugraha, Y. T. (2022). Analisis Potensi Energi Baru dan Terbarukan Di Sumatera Utara Sampai Tahun 2028 Menggunakan Software LEAP. *Rekayasa Elektrikal dan Energi: Jurnal Teknik Elektro*, 5(1), 4–8.
- Vygotsky, L. S. (1986). Concreate Human Psychology. *Soviet Psychology Journal*, 27(2), 51-64.
- Wallach, M. A., & Torrance, E. P. (1968). Torrance Tests of Creative Thinking: Norms Technical Manual. *American Educational Research Journal*, 5(2), 272.
- Rasidah, W., Wahyuningsih, T., Suhartini, E., Dwiyono, Y., & Arafah, A.A. (2022). Pengaruh Penggunaan Model Pembelajaran Project Based Learning terhadap Penguasaan Materi IPA Pada Siswa. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 12(4), 1072–1078.
- Yasa, A. D., Kumala, F. N., Wibawa, A. P., & Hidayah, L. (2023). Evaluation of Creative Thinking Skills in the Development of Elementary Science Learning in Elementary Schools: A Mix Method Study. *Journal of Education Research and Evaluation*, 7(4), 559–568.