

**PENGEMBANGAN MODUL AJAR ENERGI LISTRIK ALTERNATIF
BERBASIS *PROJECT* PEMANFAATAN AMPAS KELAPA
UNTUK MENINGKATKAN *CREATIVE
PROBLEM SOLVING***

(Tesis)

**Oleh
FATMA IRMA SARI
2423022003**



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

ABSTRAK

PENGEMBANGAN MODUL AJAR ENERGI LISTRIK ALTERNATIF BERBASIS *PROJECT* PEMANFAATAN AMPAS KELAPA UNTUK MENINGKATKAN *CREATIVE PROBLEM SOLVING*

Oleh

Fatma Irma Sari

Pembelajaran energi listrik alternatif di sekolah masih didominasi pendekatan teoretis dan belum optimal dalam mengintegrasikan konteks lingkungan lokal serta pengembangan keterampilan abad ke-21. Salah satu potensi lokal yang belum dimanfaatkan secara maksimal dalam pembelajaran adalah ampas kelapa, yang memiliki kandungan elektrolit alami dan berpotensi digunakan sebagai sumber energi alternatif sederhana. Tujuan penelitian ini untuk mengembangkan modul ajar energi listrik alternatif berbasis project pemanfaatan ampas kelapa untuk meningkatkan *Creative Problem Solving* peserta didik. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE yang meliputi tahap analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Pengembangan modul ajar dikembangkan dengan pendekatan STEM–Project Based Learning (STEM-PjBL) dan diwujudkan dalam bentuk modul ajar dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Subjek penelitian melibatkan peserta didik SMA pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Instrumen penelitian meliputi angket validasi ahli, angket kepraktisan, serta tes *pretest* dan *posttest* untuk mengukur peningkatan *Creative Problem Solving*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan modul ajar berada pada kategori sangat valid sebesar 89,85% berdasarkan validator ahli dan praktisi dan sangat praktis sebesar 81,33% berdasarkan respon peserta didik. Uji efektivitas diperoleh N-Gain 0,62 untuk *Creative Problem Solving*. Hal ini menunjukkan modul ajar energi listrik alternatif berbasis *project* pemanfaatan ampas kelapa terbukti efektif mampu memberikan stimulasi yang optimal terhadap peningkatan *Creative Problem Solving* peserta didik.

Kata Kunci: Energi Listrik Alternatif, STEM-Pjbl, Ampas Kelapa, *Creative Problem Solving*, .

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF ALTERNATIVE ELECTRICITY LEARNING MODULES BASED ON PROJECTS COCONUT MEAT WASTE TO IMPROVE CREATIVE PROBLEM SOLVING

By

Fatma Irma Sari

Alternative electrical energy education in schools is still dominated by a theoretical approach and has not been optimized in integrating the local environmental context and developing 21st-century skills. One local resource that has not been fully utilized in education is coconut waste, which contains natural electrolytes and has the potential to be used as a simple alternative energy source. The purpose of this study is to develop an alternative electrical energy teaching module based on a project utilizing coconut husks to improve students' creative problem solving. This study uses the Research and Development (R&D) method with the ADDIE model, which includes the stages of analysis, design, development, implementation, and evaluation. The teaching module was developed using a STEM–Project Based Learning (STEM-PjBL) approach and was realized in the form of a teaching module and Student Worksheets (LKPD). The research subjects involved high school students in the experimental and control classes. The research instruments included expert validation questionnaires, practicality questionnaires, and pretest and posttest tests to measure the improvement in Creative Problem Solving. The results showed that the teaching module development was highly valid at 89.85% based on expert and practitioner validators and highly practical at 81.33% based on student responses. The effectiveness test obtained an N-Gain of 0.62 for Creative Problem Solving. This shows that the alternative electrical energy teaching module based on coconut husk utilization projects is proven to be effective in providing optimal stimulation for improving students' Creative Problem Solving.

Keywords: Alternative Electrical Energy, STEM-Pjbl, Coconut Husk, Creative Problem Solving.

**PENGEMBANGAN MODUL AJAR ENERGI LISTRIK ALTERNATIF
BERBASIS *PROJECT* PEMANFAATAN AMPAS KELAPA
UNTUK MENINGKATKAN *CREATIVE
PROBLEM SOLVING***

**Oleh
FATMA IRMA SARI**

Tesis

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
MAGISTER PENDIDIKAN**

Pada

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



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

Judul Tesis

PENGEMBANGAN MODUL AJAR ENERGI
LISTRIK ALTERNATIF BERBASIS *PROJECT*
PEMANFAATAN AMPAS KELAPA UNTUK
MENINGKATKAN *CREATIVE PROBLEM*
SOLVING

Nama Mahasiswa

Fatma Irma Sari

Nomor Pokok Mahasiswa

2423022003

Program Studi

Magister Pendidikan Fisika

Jurusan

Pendidikan MIPA

Fakultas

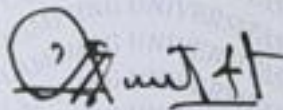
Keguruan dan Ilmu Pendidikan

MENYETUJUI

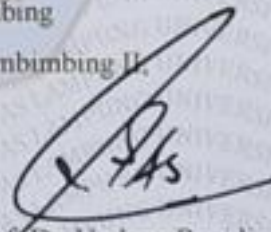
1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Prof. Dr. Kartini Herlina, M.Si.
NIP. 19650616 199102 2 001



Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd.
NIP. 19600301 198503 1 003

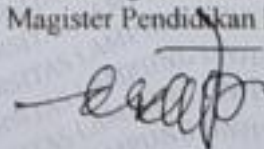
2. Mengetahui

Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

Ketua Program Studi
Magister Pendidikan Fisika



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



Prof. Dr. I Wayan Distrik, M.Si.
NIP. 19631215 199102 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

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

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

Penguji Anggota : Prof. Dr. I Wayan Distrik, M.Si.

Dr. Fatkhur Rohman, M.Pd.

2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Dr. Abdul Maydianoro, M.Pd.
NIP. 198705042014041001



3. Direktur Program Pascasarjana

Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si.
NIP. 19640326 198902 1 001

4. Tanggal Lulus Ujian Tesis: 29 Januari 2026

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini adalah:

Nama : Fatma Irma Sari
NPM : 2423022003
Fakultas/Jurusan : KIP/Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Fisika
Alamat : Jl. TK Aisyah RT/RW: 001/002, Purwodadi, Kecamatan
Gisting, Kabupaten Tanggamus

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

Bandar Lampung, 29 Januari 2026

Yang menyatakan



Fatma Irma Sari
NPM. 2423022003

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Tanjung Karang, pada tanggal 08 Maret 1980 sebagai anak keenam dari enam bersaudara dari pasangan Bapak Muchtar A.S (Almarhum) dan Ibu Masni. Penulis mengawali pendidikan formal di SD Negeri 1 Gedung Air dan lulus pada tahun 1991. Selanjutnya pada tahun 1991, melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Tanjung Karang dan lulus pada tahun 1994. Kemudian penulis melanjutkan Pendidikan di SMA Negeri 7 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 1997.

Pada tahun 1997, penulis diterima dan terdaftar sebagai mahasiswa program studi Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan di Universitas Lampung melalui jalur Undangan. Penulis lulus sebagai Sarjana Pendidikan pada tahun 2002, kemudian menjadi guru honorer di SMP Al-Kautsar dari tahun 2002 sampai tahun 2006. Pada tahun 2006 penulis diterima sebagai CPNSD Tanggamus di SMP N 1 Gisting sebagai guru Fisika sampai dengan tahun 2023. Tahun 2023 penulis dilantik menjadi pengawas SMP sampai dengan sekarang dan tahun 2024 melanjutkan studi Magister Pendidikan Fisika Universitas Lampung melalui jalur tes.

MOTTO

“Proses panjang mengajarkan bahwa bertahan adalah bentuk paling sunyi dari keberanian.”

(Fatma Irma Sari)

PERSEMBAHAN



Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang dan mengucapkan syukur kehadiran Allah SWT, Alhamdulillahirobbil'alamin, terima kasih kepada Allah SWT yang telah memberiku kesehatan, kesabaran, ketabahan, ridho, dan kesempatan untuk menyelesaikan tesis ini dan aku persembahkan karya usaha terbaikku ini kepada:

1. Ayah dan Ibuku tercinta: Muchtar As (Almarhum) dan Masni, yang telah membesarkanku dengan penuh cinta dan kasih sayang yang tulus, kesabaran dan keikhlasan dalam membimbing, mendidik, tak pernah lelah berkorban, dan memberikan semangat, motivasi serta doa untuk keberhasilan anaknya.
2. Suamiku tercinta, Masrur Hadi, yang selalu menyertai setiap langkah, memberi doa dan dukungan terbaik.
3. Anak -anakku tercinta Dhea Rahmi Fitria, Hasan Almujtaba dan Muhammad Alvarendra terimakasih selalu menjadi kekuatan mama dalam menyelesaikan pendidikan.
4. Keluarga besarku Abang, Uni, Kakak Ipar, Adik Ipar dan Mertuaku yang selalu mendukung, memberikan semangat dan doa.
5. Dosen pembimbing yang selalu sabar dalam membimbing.
6. Mahasiswa Magister Pendidikan Fisika Angkatan 2024
7. Semua Sahabat yang selalu ada disetiap langkah perjalanan pendidikan.
8. Almamater tercinta Universitas Lampung, yang telah menjadi tempatku menimba ilmu, dan mengajarku tentang arti kehidupan.

SANWACANA

Bismillaahirrahmaanirraahim.

Puji syukur kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Pengembangan Modul Ajar Energi Listrik Alternatif Berbasis *Project* Pememanfaatan Ampas Kelapa untuk Meningkatkan *Creative Problem Solving* ” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan Fisika di Universitas Lampung. Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., IPM., ASEAN.Eng., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si., selaku Direktur Pascasarjana Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Albet Maydiantoro, S.Pd., M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.
4. Ibu Dr. Nurhanurawati, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA.
5. Bapak Prof. Dr. I Wayan Distrik, M.Si., selaku Ketua Program Studi Magister Pendidikan Fisika Universitas Lampung, Pembahas I dan Validator produk, atas kesediaan dan kesabarannya memberikan bimbingan, saran, semangat, motivasi, dan kritik kepada penulis dalam proses penyusunan tesis.
6. Ibu Prof. Dr. Kartini Herlina, M.Si., selaku pembimbing I, atas kesediaan dan kesabarannya memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi selama penyusunan tesis ini.
7. Bapak Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd., selaku pembimbing II, atas kesediaan dan kesabarannya memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi selama penyusunan tesis ini.

8. Bapak Dr. Fatkhur Rohman, M.Pd., selaku pembahas II atas kesediaan dan kesabarannya memberikan bimbingan, saran, semangat, motivasi, dan kritik kepada penulis dalam proses penyusunan tesis ini.
9. Ibu Dr. Noor Fadiawati, M.Si., selaku validator ahli atas saran dan masukan terhadap produk yang dikembangkan.
10. Bapak Muhammad Iwan, M.Pd., selaku validator praktisi atas saran dan masukan terhadap produk yang dikembangkan.
11. Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Program Studi Magister Pendidikan Fisika dan Jurusan Pendidikan MIPA Universitas Lampung.
12. Bapak Desi Mulyawan, S.Pd., M.Pd., selaku Kepala SMA Negeri 1 Sumberejo yang telah berkenan memberikan izin penelitian tesis ini.
13. Peserta didik Kelas X E, E83 dan XI F4 SMA Negeri 1 Sumberejo selaku subjek penelitian tesis.

Semoga Allah memberikan rahmat, hidayah, dan membalas kebaikan bapak ibu serta peserta didik yang telah diberikan kepada penulis dan semoga tesis ini dapat bermanfaat untuk kita semua.

Aamiin Ya Robal Alamin

Bandar Lampung, 29 Januari 2026

Penulis

Fatma Irma Sari

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Teori Belajar Konstruktivisme Sosial	8
2.2 Modul Ajar	11
2.3 Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD).....	12
2.3 STEM-PjBL	15
2.4 <i>Creative Problem Solving</i>	16
2.6 Energi Listrik Alternatif.....	20
2.7 Biobaterai Ampas Kelapa.....	21
2.8 Penelitian Relevan.....	22
2.9 Kerangka Pemikiran.....	23
III. METODE PENELITIAN	26
3.1 Desain Penelitian Pengembangan	26
3.2 Instrumen Penelitian.....	32
3.4 Teknik Analisis Data.....	52
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	57
4.1 Hasil Penelitian	57
4.2.1 <i>Analysis</i>	57
4.2.2 <i>Design</i>	63
4.2.3 <i>Development</i>	70
4.2.4 <i>Implementation</i>	80
4.2.5 <i>Evaluation</i>	96
4.3 Pembahasan.....	97

4.3.1	Validitas.....	97
4.3.2	Kepraktisan.....	100
4.3.3	Efektivitas.....	103
V.	SIMPULAN DAN SARAN.....	128
5.1	Simpulan.....	128
5.2	Saran.....	129
	DAFTAR PUSTAKA.....	130

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Sintakss Pembelajaran STEM-PjBL	15
2. Indikator Creative Problem Solving.....	17
3. Penelitian Relevan.....	22
4. Langkah-langkah pembelajaran pada kelas Eksperimen	28
5. Langkah-Langkah Pembelajaran Pada Kelas Kontrol	30
6. Angket Analisis Kebutuhan Guru.....	35
7. Angket Analisis Kebutuhan Peserta didik	40
8. Lembar Validasi Modul Ajar Energi Listrik Alternatif Berbasis Project	43
9. Lembar validasi isi LKPD energi listrik alternatif berbasis project.....	44
10. Lembar validasi konstruk LKPD energi listrik alternatif berbasis project.....	47
11. Skala Likert pada Skala Validasi	48
12. Instrumen kemenarikan LKPD energi listrik alternatif berbasis project	48
13. Instrumen keterbacaan LKPD energi listrik alternatif berbasis project	49
14. Skala Likert pada Skala Keterbacaan dan Kemenarikan	49
15. Lembar Observasi Aktivitas Peserta Didik	50
16. Kisi-Kisi Soal Tes Creative Problem Solving	51
17. Konversi Skor Penilaian Kevalidan Produk.....	52
18. Kriteria Koefisien Validitas.....	53
19. Konversi Skor Penilaian Kepraktisan Produk.....	53
20. Kriteria Nilai Effect Size.....	56
21. Kategori Nilai N-gain.....	56
22. Keterkaitan Pembelajaran STEM-Pjbl Dan <i>Creative Problem Solving</i>	63
23. Langkah-Langkah Pembelajaran Pada Modul Ajar STEM-Pjbl.....	64
24. LKPD Energi Listrik Alternatif Berbasis Project.....	67
25. Hasil Validasi Dari 3 Validator Terhadap Modul Ajar	71
26. Hasil Validasi Isi LKPD Energi Listrik Alternatif Berbasis Project	71
27. Hasil Validasi Konstruk LKPD Energi Listrik Alternatif Berbasis <i>Project</i>	72
28. Hasil Validitas Pengembangan Modul Ajar Energi Listrik Alternatif Pemanfaatan Ampas Kelapa.....	72
29. Komentar/Saran Validator Terhadap Modul Ajar dan Perbaikan.....	73
30. Komentar/Saran Validator dan Perbaikan Terhadap LKPD	75
31. Hasil Uji Validitas Instrumen Tes.....	76
32. Hasil Uji Reliabilitas soal.....	76
33. Hasil Uji Empiris Produk	76

34. Hasil Analisis Kepraktisan Pengembangan Modul Ajar Energi Listrik Alternatif	77
35. Hasil Uji Kepraktisan.....	86
36. Hasil Pretest dan Posttest Creative Problem Solving.....	92
37. Nilai Sig Hasil Uji Normalitas Tes Creative Problem Solving	93
38. Uji Homogenitas	93
39. Uji Mann Whitney U.....	94
40. Nilai N-Gain Kelas Eksperimen Dan Kelas Kontrol	95
41. Hasil Uji Dampak Creative Problem Solving	95
42. Komentar dan Saran Validator Terhadap Pengembangan Modul Ajar Energi Listrik Alternatif.....	96

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Model Scaffolding.....	10
2. Bagan Kerangka Pemikiran.....	25
3. Konsep ADDIE	26
4. Diagram Alur Penelitian.....	27
5. Model Pembelajaran Yang Sering Digunakan	57
6. Metode Pembelajaran Yang Sering Digunakan.....	58
7. Sumber Belajar Pada Topik Energi Alternatif.....	59
8. Kendala Mengajar Energi Alternatif	59
9. Model Pembelajaran Yang Digunakan Peserta Didik	60
10. Pendekatan Yang Diterapkan Menurut Persepsi Peserta Didik.....	60
11. Metode Yang Digunakan Saat Pembelajaran	61
12. Sumber Belajar Yang Sering Digunakan Saat Pembelajaran	61
13. Kendala Yang Dialami Guru Saat Pembelajaran Energi Alternatif.....	62
14. Limbah Yang Pernah Dimanfaatkan Untuk Pembelajaran Energi Alternatif	62
15. (a) Modul Ajar Energi Alternatif , (b) LKPD Energi Listrik Alternatif	70
16. Hasil Pengamatan Aktivitas Peserta Didik Saat Pembelajaran	78
17. Hasil Uji Kemenarikan LKPD	83
18. Hasil Uji Keterbacaan LKPD Energi Listrik Alternatif	85
19. Aktivitas Peserta Didik Dalam Pembelajaran Pertemuan Ke 2	87
20. Aktivitas Peserta Didik Dalam Pembelajaran Pertemuan Ke 3	88
21. Aktivitas A5, A6, A8 Peserta Didik Pada Belajar Pertemuan Ke 2.....	90
22. Aktivitas A5, A6, A8 Peserta Didik Pada Belajar Pertemuan Ke 3.....	90
23. Tampilan Visual LKPD Berbasis Project Pemanfaatan Ampas Kelapa	101
24. Peningkatan Hasil Belajar Kelas Kontrol Dan Kelas Eksperimen.....	105
25. Hasil Pretest Peserta Didik Nomor 1	107
26. Hasil Posttest Peserta Didik Nomor 1	107
27. Jawaban Soal Pretest Nomor 2.....	108
28. Jawaban Soal Posttest Nomor 2	109
29. Jawaban Soal Pretest Nomor 3.....	109
30. Jawaban Soal Posttest Nomor 3	110
31. Jawaban Soal Pretest Nomor 4.....	110
32. Jawaban Soal Posttest Nomor 4	111
33. Jawaban Soal Pretest Nomor 5.....	111
34. Jawaban Soal Posttest Nomor 5	112

35. Jawaban Soal Pretest Nomor 6.....	112
36. Jawaban Soal Posttest Nomor 6	113
37. Jawaban Soal Pretest Nomor 7.....	113
38. Jawaban Soal Posttest Nomor 7	114
39. Jawaban Soal Pretest Nomor 8.....	115
40. Jawaban Soal Posttest Nomor 8	115
41. Jawaban Soal Pretest Nomor 9.....	116
42. Jawaban Soal Posttest Nomor 9	116
43. Jawaban Soal Pretest Nomor 10.....	117
44. Jawaban Soal Posttest Nomor 10	117
45. Aktivitas Kegiatan <i>Reflection</i>	118
46. Hasil Pengisian Pertanyaan LKPD.....	119
47. Aktivitas Kegiatan <i>Research</i>	120
48. Hasil Pengisian Pertanyaan LKPD.....	121
49. Aktivitas Peserta Didik Pada Sintaks <i>Discovery</i> Hari Pertama Di Luar Jam Pelajaran.....	122
50. Aktivitas Peserta Didik Pada Sintaks <i>Discovery</i> Hari Kedua Di Luar Kelas	123
51. Hasil Pengisian Pertanyaan LKPD.....	124
52. Aktivitas Peserta Didik Dalam Membuat Biobaterai Pada Sintaks <i>Application</i>	125
53. Aktivitas Peserta Didik pada Sintaks Communication	126

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada abad 21 berkembang dengan sangat pesat. Perkembangan ini tentu menjadi sebuah tantangan bagi setiap individu yang hidup pada abad 21. Setiap individu tersebut membutuhkan keterampilan yang sesuai dengan kualifikasi yang dibutuhkan pada abad 21 yang disebut keterampilan abad 21. Terdapat 4 kompetensi pada keterampilan abad 21 yang dikenal dengan “4Cs” yaitu (1) *Critical Thinking* (berpikir kritis), (2) *Communication* (komunikasi), (3) *Collaboration* (kolaborasi), dan (4) *Creativity and Innovation* (kreativitas dan inovasi). Pengembangan keterampilan abad 21 salah satunya dapat dicapai melalui pendidikan.

Pendidikan menjadi sebuah wadah untuk dapat menciptakan generasi penerus yang dapat bersaing di dunia global. Upaya yang dapat dilakukan untuk memiliki keterampilan abad ke-21 adalah dengan meningkatkan kualitas pembelajaran yaitu meningkatkan keterampilan 4C yang terdiri dari keterampilan berpikir kritis (*Critical Thinking*), komunikasi (*Communication*), berpikir kreatif (*Creative Thinking*) dan kolaborasi (*Collaboration*) (Del Cerro Velázquez & Lozano Rivas, 2020). Keterampilan ini akan meningkatkan toleransi terhadap keberagaman, meningkatkan keterampilan berpikir kritis, kreativitas dalam memecahkan masalah, dan keterampilan menghubungkan teori dengan kehidupan nyata (Muhibin & Hidayatullah, 2020). Keterampilan 4C dalam pembelajaran sangat dibutuhkan untuk membentuk keterampilan tingkat tinggi peserta didik (Suherman *et al.*, 2021).

Kurikulum sains/fisika saat ini menekankan *Keterampilan abad 21 (critical thinking, creative problem solving, collaboration, communication)*, Literasi sains dan teknologi, (memahami dampak sosial–lingkungan dari pilihan teknologi dan energi).

Creative problem solving merupakan salah satu keterampilan dalam menghadapi era modern, di mana peserta didik dituntut untuk dapat mengidentifikasi masalah, menganalisisnya secara mendalam, dan menghasilkan solusi yang inovatif dan aplikatif (Sumarni & Wahyuningsih, 2024). Studi terbaru menunjukkan bahwa keterampilan ini berkontribusi pada peningkatan kompetensi berpikir kritis dan kreativitas dalam menyelesaikan permasalahan kompleks (Atina *et al.*, 2025; heliawati *et al.*, 2021). Keterampilan ini tidak sekadar menemukan solusi, tetapi juga melibatkan keterampilan berpikir inovatif, menghasilkan ide baru, dan menerapkan solusi efektif. Pembelajaran yang dilakukan di sekolah harus mampu meningkatkan *creative problem solving* peserta didik agar dapat menjawab tantangan dan mencari solusi dari permasalahan yang ada di masyarakat. Namun kenyataannya peserta didik saat ini belum mampu menyelesaikan permasalahan secara kreatif, mereka cenderung menempuh cara singkat untuk menyelesaikan masalah di pembelajaran sehingga hal itu berdampak pada kehidupan di masyarakat. Banyak permasalahan yang ada di sekitar belum dapat dicarikan solusinya.

Salah satu materi pembelajaran yang relevan dengan *creative problem solving* adalah energi alternatif. Energi alternatif merupakan salah satu topik kunci dalam pembelajaran fisika yang relevan dengan isu global seperti krisis energi dan perubahan iklim, serta beririsan dengan *Sustainable Development Goals (SDGs)*. Energi alternatif menjadi salah satu isu global yang perlu ditindak lanjuti sebagai salah satu konsep yang menarik untuk dibahas dalam dunia pendidikan (Ang *et al.*, 2022). Sejalan dengan peningkatan kebutuhan sumber energi yang semakin bertambah disebabkan pesatnya pembangunan, baik di sektor industri, ekonomi, maupun penduduk (DeWaters *et al.*, 2013). Hal tersebut menunjukkan bahwa, Indonesia sebagai negara berkembang masih membutuhkan penyediaan energi sebagai faktor yang sangat penting dalam mendukung pembangunan.

Pendidikan merupakan salah satu faktor penting dalam membentuk kesadaran dan pemahaman mengenai penggunaan sumber energi alternatif dan implementasinya dalam kehidupan sehari-hari. Pembelajaran pada topik energi alternatif dapat memberikan kesadaran terhadap peserta didik mengenai pentingnya pendidikan lingkungan yang berkaitan dengan pembangunan berkelanjutan. Energi alternatif dapat diperoleh dengan memanfaatkan limbah organik salah satunya adalah ampas kelapa sebagai bahan untuk pembuatan biobaterai.

Pembuatan biobaterai dalam pembelajaran topik energi listrik alternatif dapat meningkatkan keterampilan *creative problem solving* peserta didik, namun masih rendahnya implementasi terhadap pendidikan lingkungan dan penggunaan strategi pembelajaran yang tidak efektif menyebabkan peserta didik dan sebagian besar guru masih belum memanfaatkan limbah organik khususnya ampas kelapa dalam pembelajaran sumber energi listrik alternatif (Ang *et al.*, 2022). Oleh sebab itu, guru dituntut untuk menggunakan strategi pembelajaran yang efektif melalui pemilihan model dan pendekatan pembelajaran yang dapat mengajak peserta didik mendapat pengalaman kontekstual dari lingkungan sekitar dengan membangun pengetahuan konseptual peserta didik terhadap topik yang diajarkan (Fahrozy *et al.*, 2022)

Meskipun energi Alternatif masuk dalam capaian pembelajaran Fisika fase E namun pembelajaran seringkali terbatas pada teori tanpa praktik berbasis masalah nyata. Guru-guru masih mengandalkan model pembelajaran konvensional dan belum mengintegrasikan sumber daya lokal ke dalam pembelajaran STEM (Babalola & Keku, 2024). Bidang pendidikan memegang peranan dalam menghadirkan solusi terhadap penyelesaian masalah krisis energi melalui integrasi permasalahan seputar energi ke dalam pembelajaran berbasis *project* pada topik energi listrik alternatif.

Energi listrik alternatif berbasis STEM-PjBL dalam konteks pembelajaran yaitu peserta didik dihadapkan pada tantangan nyata seperti mengoptimalkan pembuatan bio-baterai dari ampas kelapa (Abidin *et al.*, 2020). Pembelajaran

berbasis STEM dan *Project-Based Learning* (PjBL) ini sekaligus mengembangkan dengan mengajak peserta didik memecahkan masalah lingkungan nyata di komunitas mereka (Anggraini *et al.*, 2023; Chen *et al.*, 2022). Model STEM-PjBL adalah model pembelajaran berbasis *project* yang mendorong peserta didik melakukan pemecahan masalah yang realistik dan kontekstual untuk memberikan pembelajaran yang bermakna (Atina *et al.*, 2025). Model pembelajaran ini menggabungkan kegiatan berbasis inkuiri untuk mendorong peserta didik mengontekstualkan *project* dengan pengetahuan dan pengalaman yang sudah ada, kemudian mengkomunikasikan apa yang telah mereka pelajari sebagai hasilnya (Purwaningsih *et al.*, 2020). Model STEM-PjBL adalah model pembelajaran yang sangat tepat di terapkan untuk meningkatkan keterampilan *creative problem solving* peserta didik.

Namun di lapangan, integrasi topik energi listrik alternatif belum banyak yang menggunakan STEM-PjBL untuk meningkatkan *creative problem solving* . Modul ajar dan LKPD energi listrik alternatif yang digunakan pendidik belum banyak yang berbasis masalah, memuat project, mengintegrasikan STEM-PjBL, meningkatkan *creative problem solving* .

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan melalui survei secara online dengan *google form* pada 27 guru fisika di Lampung menunjukkan bahwa sebanyak 0% guru-guru menggunakan model STEM-PJBL, 88,9%. Data lainnya 85,2 % guru menggunakan LKPD namun hanya 59,4% LKPD buatan guru. Hanya 55,6% LKPD yang terdapat aktivitas yang dapat meningkatkan *creative problem solving*. Isi dari LKPD yang dibuat oleh guru cenderung hanya memiliki tujuan, materi, dan soal-soal evaluasi dari materi yang dibahas. Hal itu terjadi dikarenakan guru belum memahami bagaimana cara membuat LKPD yang dapat meningkatkan *creative problem solving* . Sebanyak 96,3 % guru merasa perlu adanya pengembangan modul ajar yang lebih relevan untuk meningkatkan *creative problem Solving* peserta didik.

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan melalui survei secara online dengan *google form* pada 100 peserta didik menunjukkan bahwa model pembelajaran yang

banyak digunakan adalah *Problem Based Learning*. Untuk metode dalam pembelajaran 56% menggunakan diskusi, data ini sejalan dengan data yang diperoleh dari kebutuhan guru. LKPD yang meningkatkan *creative problem solving* sebesar 52%. Sebanyak 97% murid merasa perlu adanya pengembangan pengembangan modul ajar yang lebih relevan untuk meningkatkan *creative problem solving*. Kesenjangan ini mempertegas perlunya model pembelajaran yang mengaitkan konsep akademik dengan solusi lokal (Fahrozy *et al.*, 2022). Oleh karena itu, penelitian ini layak segera dilaksanakan sebagai upaya strategis mempersiapkan generasi muda yang melek sains, kreatif, dan berwawasan lingkungan. Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian dengan judul “ Pengembangan Modul Ajar Energi Listrik Alternatif Berbasis *Project* Pemanfaatan Ampas Kelapa untuk Meningkatkan *Creative Problem Solving* .”

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana Kevalidan Modul Ajar Energi Listrik Alternatif Berbasis Project Pemanfaatan Ampas Kelapa untuk Meningkatkan *Creative Problem Solving* ?
2. Bagaimana Kepraktisan Modul Ajar Energi Listrik Alternatif Berbasis Project Pemanfaatan Ampas Kelapa untuk Meningkatkan *Creative Problem Solving* ?
3. Bagaimana Keefektifan Modul Ajar Energi Listrik Alternatif Berbasis Project Pemanfaatan Ampas Kelapa untuk Meningkatkan *Creative Problem Solving* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas tujuan penelitian ini adalah:

1. Mendeskripsikan Kevalidan Modul Ajar Energi Listrik Alternatif Berbasis Project Pemanfaatan Ampas Kelapa untuk Meningkatkan *Creative Problem Solving* .
2. Mendeskripsikan Kepraktisan Modul Ajar Energi Listrik Alternatif Berbasis Project Pemanfaatan Ampas Kelapa untuk Meningkatkan *Creative Problem*

Solving .

3. Mendeskripsikan Keefektifan Modul Ajar Energi Listrik Alternatif Berbasis Project Pemanfaatan Ampas Kelapa untuk Meningkatkan *Creative Problem Solving* .

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1) Bagi Guru

Manfaat penelitian ini bagi guru adalah untuk memberikan alternatif modul ajar dan bahan ajar yang tepat berupa LKPD berbasis *project* pemanfaatan ampas kelapa dalam membantu peserta didik meningkatkan *creative problem solving* .

2) Bagi Peserta Didik

Manfaat penelitian ini bagi peserta didik adalah untuk meningkatkan *creative problem solving* melalui pembelajaran berbasis *project* dengan memanfaatkan lingkungan lokal, sehingga peserta didik terbuka terhadap masalah yang ada, dan memberikan wawasan bagi peserta didik bahwa masalah bisa menjadi alternatif yang mendatangkan manfaat bagi lingkungan.

3) Bagi Sekolah

Manfaat penelitian ini bagi sekolah yaitu dapat menjadi sumber informasi dan sumbangan pemikiran dalam upaya meningkatkan mutu pendidikan khususnya fisika di sekolah.

4) Bagi Masyarakat

Manfaat penelitian ini bagi masyarakat yaitu dapat memperoleh wawasan mengenai pentingnya pemanfaatan ampas kelapa dan peran dalam mendukung upaya pencapaian tujuan pembangunan yang berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*).

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Produk yang dihasilkan dari penelitian pengembangan ini adalah Modul Ajar dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) energi listrik alternatif berbasis *project* pemanfaatan ampas kelapa dengan model STEM-PjBL
2. Pengembangan Modul Ajar yang dikembangkan adalah pembelajaran Fisika dengan topik energi listrik alternatif.
3. Uji kevalidan produk terdiri dari validasi Pengembangan Modul Ajar oleh 3 ahli.
4. Uji kepraktisan pada penelitian pengembangan ini meliputi uji keterbacaan, kemenarikan.
5. Uji efektivitas dilakukan untuk meningkatkan *creative problem solving* dengan memberikan pretest-posttest sebelum dan sesudah pembelajaran dengan menerapkan modul ajar yang dikembangkan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Teori Belajar Konstruktivisme Sosial

Teori konstruktivisme sosial yang dikemukakan oleh Lev Semenovich Vygotsky menegaskan bahwa perkembangan kognitif peserta didik terjadi melalui interaksi sosial dalam konteks budaya, dimana pengetahuan dibangun bersama melalui dialog dan kolaborasi (Lasmawan & Budiarta, 2020). Pendekatan ini relevan dengan model pembelajaran STEM-PjBL yang digunakan dalam penelitian ini karena kedua pendekatan sama-sama menekankan keterlibatan peserta didik secara aktif dalam memecahkan masalah otentik melalui kerja kelompok dan eksplorasi lintas disiplin. Saat praktik pembelajaran, prinsip ini diwujudkan melalui penggunaan LKPD interaktif yang mengarahkan peserta didik untuk berdiskusi, berbagi gagasan, dan menyusun strategi penyelesaian masalah project energi alternatif secara kolaboratif. Interaksi sosial tersebut mencerminkan kegiatan belajar yang aktif dan bermakna dan kolaborasi dalam kelompok dalam STEM meningkatkan pencapaian konsep dan keterampilan berpikir tingkat tinggi.

Konsep *zone of proximal development* (ZPD) Vygotsky, yang menandai rentang keterampilan yang dapat dicapai peserta didik dengan bantuan orang lain, sangat relevan dalam penerapan STEM-PjBL karena *project* yang diberikan berada di luar keterampilan mandiri peserta didik namun dapat dicapai melalui dukungan teman sebaya dan bimbingan guru (Tamrin & Sirate, 2011; Tohari & Rahman, 2024). Dalam kegiatan pembelajaran, guru bertindak sebagai fasilitator yang memberikan scaffolding berupa pertanyaan penuntun, umpan balik, dan demonstrasi strategi pemecahan masalah, yang secara bertahap dikurangi ketika peserta didik semakin kompeten. Pendekatan scaffolding ini konsisten dengan temuan (Payong, 2020).

Proses scaffolding dalam pembelajaran melibatkan interaksi dinamis antara guru dan peserta didik yang bertujuan untuk mengembangkan kemandirian belajar secara bertahap. Van de Pol, Volman, dan Beishuizen (2010) merumuskan scaffolding sebagai dukungan pembelajaran yang memiliki tiga karakteristik utama, yaitu *contingency*, *fading*, dan *transfer of responsibility*.

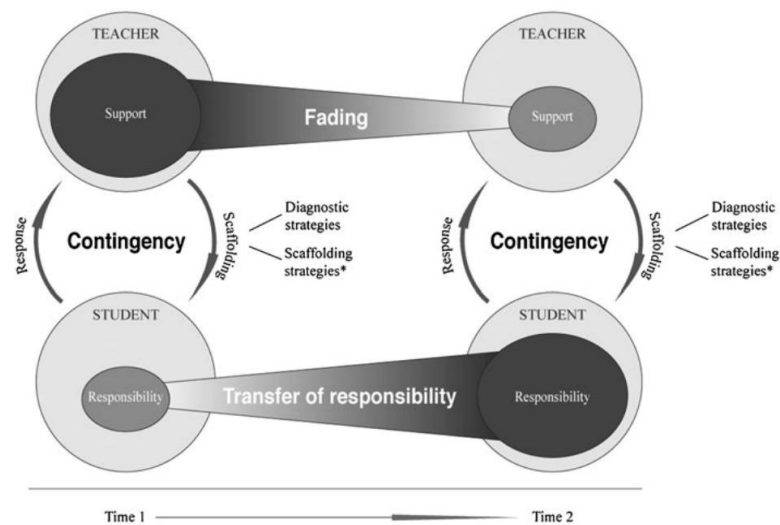
Contingency mengacu pada kesesuaian bantuan guru dengan respons dan kebutuhan peserta didik. Guru secara aktif melakukan diagnosis terhadap pemahaman, kesulitan, dan miskonsepsi peserta didik melalui pertanyaan, observasi, maupun umpan balik selama proses pembelajaran. Berdasarkan diagnosis tersebut, guru menentukan jenis dan intensitas bantuan yang diberikan.

Selanjutnya, *fading* merupakan proses pengurangan bantuan guru secara bertahap. Pada tahap awal pembelajaran, guru memberikan dukungan yang relatif besar, seperti penjelasan konseptual, contoh penyelesaian masalah, serta arahan prosedural. Seiring dengan meningkatnya pemahaman dan keterampilan peserta didik, dukungan tersebut dikurangi secara sistematis agar peserta didik terdorong untuk mengambil peran yang lebih aktif dalam proses belajar. Proses *fading* ini penting untuk mencegah ketergantungan peserta didik terhadap bantuan guru.

Tahap akhir dari scaffolding adalah *transfer of responsibility*, yaitu peralihan tanggung jawab belajar dari guru kepada peserta didik. Pada tahap ini, peserta didik diharapkan mampu mengelola proses belajarnya secara mandiri, termasuk dalam merumuskan masalah, merancang solusi, mengambil keputusan, serta melakukan refleksi terhadap hasil belajar. Guru berperan sebagai fasilitator dan evaluator yang memberikan umpan balik minimal namun bermakna.

Ketiga karakteristik tersebut menggambarkan bagaimana bantuan guru diberikan secara adaptif sesuai respons peserta didik, kemudian dikurangi secara bertahap, hingga tanggung jawab belajar sepenuhnya dialihkan kepada peserta didik. Model konseptual scaffolding tersebut menegaskan bahwa pembelajaran yang efektif tidak hanya berfokus pada pemberian bantuan, tetapi juga pada proses pelepasan

bantuan untuk mendorong kemandirian dan regulasi diri peserta didik, hal ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Model Scaffolding

(Sumber: Van de Pol, Volman, & Beishuizen, 2010)

Dalam penelitian ini, prinsip scaffolding sebagaimana dikemukakan oleh Van de Pol *et al.* (2010) diimplementasikan dalam pembelajaran STEM berbasis *project* melalui penggunaan LKPD. Pada tahap awal, guru memberikan scaffolding intensif dalam perumusan masalah dan perancangan *project* pemanfaatan potensi lokal. Selanjutnya, dukungan tersebut dikurangi secara bertahap seiring meningkatnya keterampilan peserta didik dalam menerapkan *creative problem solving*, hingga peserta didik mampu menyelesaikan *project* secara mandiri.

Selanjutnya, konstruktivisme sosial juga menekankan bahwa konflik kognitif dan refleksi merupakan pendorong utama restrukturisasi pengetahuan (Payong, 2020). Penerapan teori ini dalam STEM-PjBL dapat dilihat ketika peserta didik merumuskan prediksi, melaksanakan percobaan bio-baterai, dan kemudian merekonsiliasi perbedaan antara prediksi dan hasil observasi melalui diskusi kelompok maupun diskusi kelas yang difasilitasi guru. Diskusi sosial yang terjadi dalam konteks ini tidak hanya memperluas pemahaman konsep, tetapi juga membangun karena peserta didik diajak untuk mempertimbangkan dampak teknologi terhadap lingkungan dan masyarakat. Hal ini sesuai dengan kajian Lasmawan & Budiarta, (2020) yang menunjukkan bahwa pembelajaran STEM-

PjBL dapat meningkatkan literasi sains, motivasi, pemahaman materi, keterampilan berpikir kreatif, efektifitas, pembelajaran bermakna, dan menunjang karir di masa depan.

Dengan demikian, teori konstruktivisme sosial Vygotsky tidak hanya memperkuat landasan filosofis model STEM-PjBL yang dikembangkan, tetapi juga memberikan kerangka konseptual untuk memahami bagaimana interaksi sosial, dukungan terpimpin (*scaffolding*), dan refleksi bersama dapat membantu peserta didik mengembangkan pengetahuan, keterampilan berpikir kompleks, dan literasi keberlanjutan secara simultan. Melalui penerapan teori tersebut dalam kegiatan pembelajaran dan pengembangan LKPD interaktif, peserta didik dibimbing untuk bergerak dari zona keterampilan aktual menuju zona keterampilan potensialnya dalam menyelesaikan tantangan pembelajaran yang autentik.

2.2 Modul Ajar

Modul ajar menurut kebijakan tahun 2025 (Permendikdasmen No. 13 Tahun 2025) adalah perangkat ajar berbasis Kurikulum Merdeka yang difokuskan pada pembelajaran mendalam (*deep learning*), berpusat pada murid, dan fleksibel. Modul ajar wajib memuat tujuan, langkah, media, dan asesmen berdasarkan CP terbaru 2025 (Keputusan Kepala BSKAP No. 046/H/KR/2025). Manfaat dari modul ajar yaitu; 1) Mempermudah, memperlancar, dan meningkatkan kualitas pembelajaran; 2) Menjadi rujukan bagi guru dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran; 3) Menjadi kerangka kerja yang menggambarkan prosedur dan pengorganisasian pembelajaran sesuai tujuan pembelajaran.

Kriteria yang dimiliki modul ajar: 1) Esensial: pemahaman konsep dari setiap mata pelajaran melalui pengalaman belajar dan lintas disiplin. 2) Menarik, bermakna, dan menantang: menumbuhkan minat untuk belajar dan melibatkan peserta didik secara aktif dalam proses belajar. 3) Berhubungan dengan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki sebelumnya, sehingga tidak terlalu kompleks, namun dan memicu keingintahuan sesuai tahapan usianya agar peserta didik dapat menuju capaian pembelajarannya. 4) Relevan dan kontekstual:

berhubungan dengan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki sebelumnya, dan sesuai dengan konteks di waktu dan tempat peserta didik berada. 5)

Berkesinambungan: Keterkaitan alur kegiatan pembelajaran sesuai dengan fase belajar peserta didik. 6) Penyajian: penulisan modul ajar menggunakan bahasa dan visual yang sederhana, mudah dipahami, dan disajikan secara menarik. 7)

Kelengkapan: memuat seluruh komponen yang dibutuhkan.

Komponen Utama Modul Ajar 2025: 1) Informasi Umum: Identitas sekolah, mata pelajaran, kelas/semester, dan alokasi waktu. 2) Komponen Inti: Tujuan pembelajaran (berdasarkan CP 2025), pemahaman bermakna, pertanyaan pemantik, materi, serta langkah pembelajaran yang terdiferensiasi. 3) Asesmen: Diagnostik, formatif, dan sumatif untuk mengukur pencapaian. 4) Lampiran: Lembar kerja peserta didik, bahan bacaan, glosarium, dan daftar pustaka.

Prinsip Pengembangan Modul Ajar yaitu : 1) Pembelajaran dirancang dengan mempertimbangkan tahap perkembangan dan tingkat pencapaian peserta didik saat ini, sesuai kebutuhan dan karakteristik mereka yang beragam, sehingga pembelajaran menjadi bermakna dan menyenangkan. 2) Pembelajaran dirancang dan dilaksanakan untuk membangun kapasitas untuk menjadi pembelajar sepanjang hayat. 3) Proses pembelajaran mendukung perkembangan kompetensi dan karakter peserta didik secara holistik. 4) Pembelajaran yang relevan, yaitu pembelajaran yang dirancang sesuai konteks, lingkungan dan budaya peserta didik, serta melibatkan orang tua dan masyarakat sebagai mitra. 5) Pembelajaran berorientasi pada masa depan yang berkelanjutan.

2.3 Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Prastowo (2014: 269) mendefinisikan LKPD sebagai suatu bahan ajar cetak berupa lembaran-lembaran yang berisi materi, ringkasan dan petunjuk yang harus dilaksanakan oleh peserta didik. Pembuatan lembar kerja peserta didik merupakan salah satu dari upaya dalam mengembangkan pengetahuan dan

keterampilan peserta didik. Lembar kerja peserta didik lebih menekankan pada proses penemuan konsep dan di dalamnya terdapat variasi stimulus melalui berbagai media dan kegiatan peserta didik yang membuat pembelajaran menjadi lebih bermakna, efektif, dan menyenangkan. Proses belajar mengajar akan berjalan dengan aktif, efektif, kreatif, menarik, dan menyenangkan jika didukung oleh tersedianya sumber belajar, dan salah satu sumber belajar yang dapat digunakan adalah lembar kerja peserta didik untuk mengoptimalkan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran.

Lembar kerja peserta didik yang digunakan dalam proses pembelajaran harus dapat merangsang peserta didik untuk dapat melakukan percobaan di lapangan. Lembar kerja peserta didik harus memuat proses untuk menilai hasil kerja peserta didik dan mengukur keterampilan peserta didik dalam memprediksi, mengukur, dan mengkomunikasikan suatu materi. Peserta didik harus dilibatkan secara aktif dalam pembelajaran seperti menemukan pengetahuan, membuktikan pengetahuan tersebut melalui praktikum atau percobaan, dan menyimpulkannya sehingga pada akhirnya mereka dapat menciptakan suatu alat atau teknologi yang nantinya dapat menyelesaikan masalah yang dihadapi oleh masyarakat.

Tugas-tugas yang tersaji dalam LKPD harus disesuaikan dengan kompetensi dasar yang harus dicapai (Al-Rizal & Trisnawati, 2020; Noprinda & Soleh, 2019; Nurkhasanah *et al.*, 2024). Tugas-tugas yang tersaji dalam LKPD harus jelas dan sesuai dengan materi yang diajarkan agar kompetensi dasar dan tujuan pembelajaran yang hendak dicapai dapat tercapai dengan baik, sesuai dengan apa yang diharapkan. Fungsi LKPD sebagai berikut:

- 1) Sebagai bahan ajar yang mendorong keaktifan peserta didik dan meminimalkan peran pendidik.
- 2) Sebagai bahan ajar yang mempermudah untuk memahami materi yang diberikan.
- 3) Sebagai bahan ajar yang ringkas dan mencakup banyak tugas untuk berlatih.
- 4) Mempermudah pelaksanaan pembelajaran kepada peserta didik.

Langkah-langkah dalam menyusun LKPD antara lain:

- 1) Melakukan analisis kurikulum, langkah ini dilakukan untuk menentukan materi-materi mana yang memerlukan bahan ajar LKPD. Pada umumnya dalam menentukan materi dilakukan analisa dengan cara melihat materi pokok, pengalaman belajar, serta materi yang akan diajarkan. Selanjutnya mencermati kompetensi yang harus dimiliki oleh peserta didik, dan menyusun peta kebutuhan lembar kegiatan peserta didik.
- 2) Menyusun peta kebutuhan LKPD, langkah ini dilakukan untuk mengetahui jumlah yang harus ditulis serta melihat sekuensi atau urutannya guna menentukan prioritas penulisan. Biasanya diawali dengan analisis kurikulum dan analisis sumber belajar.
- 3) Menentukan judul LKPD, judul ditentukan berdasarkan kompetensi dasar, materi-materi pokok, serta pengalaman belajar yang terdapat dalam kurikulum. Satu kompetensi dasar dapat dikembangkan menjadi sebuah judul LKPD apabila kompetensi dasar tersebut tidak terlalu besar.

Penulisan LKPD perlu memperhatikan langkah-langkah yang sebagai berikut:

- a. Merumuskan kompetensi dasar, langkah ini dilakukan dengan cara menurunkan rumusannya langsung dari kurikulum yang berlaku.
- b. Menentukan alat penilaian, langkah ini didasarkan pada pendekatan pembelajaran yang digunakan.
- c. Menyusun materi, penyusunan materi LKPD perlu memperhatikan beberapa poin berikut, yaitu: materi LKPD sangat tergantung pada kompetensi dasar yang akan dicapainya, materi dapat diambil dari berbagai sumber, seperti: buku, internet, majalah, dan jurnal hasil penelitian, menunjukkan referensi yang digunakan di dalam LKPD agar peserta didik dapat membaca lebih jauh tentang materi tersebut.
- d. Memperhatikan struktur LKPD, struktur LKPD meliputi: judul, petunjuk belajar, kompetensi yang akan dicapai, informasi pendukung, tugas dan langkah kerja, dan penilaian.

2.3 STEM-PjBL

Pendekatan pengajaran STEM [Sains, Teknologi, Teknik, Matematika] terpadu telah menjadi inti upaya reformasi kurikulum di berbagai belahan dunia untuk tujuan pengembangan keterampilan yang sesuai dengan kebutuhan pasar tenaga kerja (Nipyrakis *et al.*, 2024). Model pembelajaran STEM-PjBL adalah model pembelajaran yang menggabungkan proses kegiatan berbasis inkuiri untuk mendorong peserta didik mengontekstualkan *Project* dengan pengetahuan dan pengalaman yang sudah ada, serta mengkomunikasikan apa yang telah dipelajari sebagai hasilnya (Stohlmann *et al.*, 2012).

Pelaksanaan pembelajaran STEM-PjBL merupakan pembelajaran berbasis teknologi dan desain rekayasa secara signifikan mempengaruhi pemecahan masalah (*Problem Solving*) peserta didik terhadap keterampilan hasil belajar peserta didik mengintegrasikan ilmu pengetahuan, teknologi, rekayasa, dan matematika dapat meningkatkan pemecahan masalah (Purwaningsih *et al.*, 2020). Menurut Laboy- rush (2010) model pembelajaran STEM-PjBL memiliki sintakss pembelajaran yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sintaks Pembelajaran STEM-PjBL

Sintakss Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran
<i>Reflection</i>	Tahap membawa peserta didik ke dalam konteks masalah dan memberikan inspirasi kepada peserta didik untuk mulai melakukan enyelidikan/investigasi.
<i>Research</i>	Tahap memfasilitasi peserta didik mengambil bentuk penelitian, meneliti konsep sains, memilih bacaan atau mengumpulkan informasi dari sumber yang relevan.
<i>Discovery</i>	Peserta didik mulai menemukan proses- proses pembelajaran, menentukan apa yang masih belum diketahui serta menemukan langkah langkah Project sebagai pemecahan masalah
<i>Application</i>	Peserta didik memodelkan suatu pemecahan masalah, menguji model yang dirancang, berdasarkan hasil pengujian peserta didik dapat mengulang ke Langkah sebelumnya
<i>Communication</i>	Peserta didik mempresentasikan model dan solusi langkah ini untuk mengembangkan keterampilan yang hendak dicapai serta keterampilan untuk menerima dan menerapkan umpan balik yang membangun.

Model STEM-PjBL dapat meningkatkan minat belajar peserta didik, pembelajaran menjadi lebih bermakna, membantu peserta didik dalam menghadapi masalah dalam kehidupan nyata dan professional (Tseng *et al.*, 2013). Menurut Stohlmann (2021) penggunaan model pembelajaran STEM-PjBL memiliki beberapa keuntungan diantaranya sebagai berikut.

- a. Transfer Pengetahuan dan Keterampilan ke Masalah Dunia Nyata.
Pembelajaran paling baik terjadi ketika peserta didik terlibat dalam menemukan solusi nyata untuk masalah dunia nyata. Jika pengetahuan dan keterampilan yang diajarkan mendukung upaya pemecahan masalah di luar kelas, maka tujuan pengembangan keterampilan abad ke-21 telah tercapai (Fortus et al., 2005). Ketika guru memperkenalkan informasi, pengetahuan, dan keterampilan kepada peserta didik dalam konteks pemecahan masalah, bukan hanya sebagai fakta, mereka akan lebih mudah mengingat dan menerapkannya pada masalah dalam situasi baru di masa depan.
- b. Peningkatan Motivasi Belajar. Banyak hal yang dapat dilakukan agar kegiatan pembelajaran dapat memotivasi peserta didik agar mau belajar. Motivasi spontan berasal dari perkembangan keterampilan mental. Sesuai dengan sifatnya, Project STEM terpadu mendorong imajinasi dan keingintahuan peserta didik, sehingga meningkatkan motivasi mereka untuk belajar.
- c. Peningkatan Nilai Tes Matematika dan Sains. Peserta didik yang berpartisipasi dalam pembelajaran STEM-PjBL akan mengalami peningkatan nilai dalam pemecahan masalah matematika tingkat tinggi dan keterampilan proses sains.

2.4 Creative Problem Solving

Fisher (1990) melihat konsep tersebut dari perspektif filosofis dan menyatakan bahwa “berpikir melibatkan aspek-aspek kritis dan kreatif dari pikiran, baik penggunaan akal maupun pembangkitan ide. Berpikir terlibat dalam aktivitas mental apa pun yang membantu merumuskan atau memecahkan masalah, membuat keputusan, atau mencari pemahaman.” (Antonius Wahyana, 2022).

Keterampilan *Creative Problem Solving* (CPS) adalah kemampuan memecahkan masalah secara efektif menggunakan kombinasi berpikir kreatif (menghasilkan

ide) dan berpikir kritis (mengevaluasi ide), bertujuan menemukan solusi inovatif. Proses ini melibatkan tahapan terstruktur: klarifikasi masalah, brainstorming gagasan, evaluasi, dan implementasi, serta sering digunakan untuk meningkatkan kreativitas dalam pembelajaran. Proses *creative problem solving* memungkinkan Anda menemukan koneksi, menghadapi tantangan baru, dan mencari resolusi yang tidak biasa, orisinal, dan baru. (Gafour & Gafour, 2020). Indikator keterampilan *creative problem solving* adalah merumuskan masalah, mendeskripsikan masalah, merancang investigasi, melakukan eksperimen, mengolah data, dan menyimpulkan (National Research Council, 2000).

Pembelajaran yang meningkatkan *Creative Problem Solving* memberikan kesempatan kepada guru untuk memotivasi, mendorong dan mengoptimalkan perkembangan pengetahuan satu sama lain peserta didik, dan untuk menguasai keterampilan-keterampilan yang disampaikan guru. (Rahayu *et al.*, 2025) Peserta didik lebih bebas atau leluasa untuk berpikir, merespons dan saling membantu.

Pada *Creative Problem Solving*, untuk menyelesaikan masalah baru yang dihadapi, peserta didik memerlukan pengalaman sebelumnya yang digunakan dalam menyelesaikan masalah. Berdasarkan pengalaman sebelumnya, ketika peserta didik dihadapkan pada suatu permasalahan baru, peserta didik dapat memilih dan mengembangkan ide yang diperoleh sebelumnya, menggunakan keterampilan memecahkan masalah serta mengem(Treffinger & Isaksen, 2005) bahkan proses berpikir tingkat tinggi.

Menurut Treffinger & Isaksen (2005) Indikator dari keterampilan berpikir kreatif yang bisa digunakan dalam memecahkan masalah atau *creative problem solving* (CPS), yaitu *Fact Finding*, *Fact Interpreting*, *Idea Finding*, *Idea Developing*, *Solution Generating*, dan *Solution Evaluating*, seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Indikator *Creative Problem Solving*

Indikator	Definisi
<i>Fact Finding</i>	Keterampilan untuk mencari informasi yang relevan dan akurat terkait masalah yang dihadapi.
<i>Fact Interpreting</i>	Keterampilan untuk memahami, menganalisis, dan mengevaluasi informasi yang telah dikumpulkan.

Tabel 2 (Lanjutan)

<i>Idea Finding</i>	Keterampilan untuk menghasilkan berbagai alternatif solusi dan ide-ide kreatif untuk menyelesaikan masalah.
<i>Idea Developing</i>	Keterampilan untuk mengembangkan dan mengevaluasi ide-ide yang telah dihasilkan, serta mengubahnya menjadi solusi yang lebih spesifik dan Terukur
<i>Solution Generating</i>	Keterampilan untuk merencanakan tindakanyang tepat dalam mengimplementasikan solusi yang telah dipilih.
<i>Solution Evaluating</i>	Keterampilan untuk mengevaluasi efektivitassolusi yang telah dipilih dan mengembangkan strategi untuk memperbaiki solusi jika diperlukan.

Creative Problem Solving (CPS) dalam penelitian ini diposisikan sebagai variabel yang terdampak (*dependent variable*) karena CPS merepresentasikan keterampilan kognitif dan metakognitif peserta didik yang berkembang sebagai akibat dari penerapan Pengembangan modul ajar, bukan sebagai perlakuan pembelajaran itu sendiri. Hal ini sejalan dengan pandangan Treffinger dan Isaksen (2005) yang menegaskan bahwa CPS merupakan *learned skill* yang terbentuk melalui pengalaman belajar yang terstruktur, reflektif, dan kontekstual. Dengan demikian, CPS tidak hadir secara alamiah, melainkan dipengaruhi oleh strategi, model, dan lingkungan pembelajaran yang dialami peserta didik.

Pada tahap *Fact Finding*, peserta didik menunjukkan dampak pembelajaran melalui keterampilannya dalam mengidentifikasi masalah, mencari informasi yang relevan dan akurat, serta mengevaluasi kredibilitas sumber informasi. Aktivitas ini mencerminkan hasil belajar kognitif tingkat awal yang berkembang sebagai respons terhadap situasi masalah yang disajikan dalam pembelajaran berbasis *project*. Keterampilan ini tidak berdiri sendiri, tetapi muncul karena peserta didik difasilitasi untuk berinteraksi dengan sumber belajar, teman sebaya, dan guru dalam konteks pembelajaran yang dirancang secara sistematis (Treffinger & Isaksen, 2005; Schunk, 2012).

Selanjutnya, pada tahap *Fact Interpreting*, CPS tampak sebagai keterampilan peserta didik dalam mengorganisasi, menganalisis, dan menafsirkan informasi yang telah dikumpulkan. Tahap ini menunjukkan bahwa CPS berfungsi sebagai hasil internalisasi proses pembelajaran, di mana peserta didik mulai membangun

hubungan antar konsep dan memahami keterkaitan berbagai faktor dalam suatu permasalahan. Penelitian terkini menunjukkan bahwa keterampilan interpretasi fakta berkembang secara signifikan ketika peserta didik terlibat dalam pembelajaran berbasis masalah dan project yang menuntut analisis data serta diskusi kolaboratif (Rahayu *et al.*, 2025).

Pada tahap *Idea Finding*, CPS tercermin dari keterampilan peserta didik dalam menghasilkan berbagai alternatif ide dan solusi secara kreatif. Keterampilan ini merupakan indikator langsung dari dampak pembelajaran yang mendorong eksplorasi gagasan, berpikir divergen, dan keberanian mengemukakan ide. Studi terbaru menunjukkan bahwa pembelajaran STEM berbasis project secara konsisten meningkatkan keterampilan *idea generation* karena peserta didik dihadapkan pada permasalahan autentik yang tidak memiliki satu jawaban benar.

Tahap *Idea Developing* memperlihatkan CPS sebagai keterampilan peserta didik dalam mengembangkan ide menjadi solusi yang lebih konkret, terukur, dan dapat diimplementasikan. Pada tahap ini, peserta didik tidak hanya berpikir kreatif, tetapi juga kritis dengan mempertimbangkan kendala, sumber daya, dan kelayakan solusi. Keterampilan ini menegaskan bahwa CPS merupakan hasil dari proses pembelajaran yang menuntut elaborasi ide dan refleksi mendalam, sebagaimana ditekankan dalam model pembelajaran konstruktivis dan STEM-PjBL.

Pada tahap *Solution Generating*, CPS terlihat dari keterampilan peserta didik dalam menghasilkan dan memilih solusi terbaik dari berbagai alternatif yang ada. Peserta didik menunjukkan fleksibilitas berpikir dan keterampilan pengambilan keputusan sebagai dampak dari pengalaman belajar yang memberikan ruang eksplorasi dan diskusi. Tahap ini menegaskan bahwa CPS berkembang melalui pembelajaran yang menekankan proses, bukan sekadar hasil akhir (Tohari & Rahman, 2024; Treffinger & Isaksen, 2005)

Tahap *Solution Evaluating*, CPS tercermin dalam keterampilan peserta didik mengevaluasi efektivitas solusi berdasarkan kriteria tertentu, seperti kelayakan, efisiensi, dan dampak lingkungan maupun sosial. Keterampilan evaluatif ini merupakan indikator tingkat tinggi dari CPS yang menunjukkan bahwa peserta

didik telah mampu merefleksikan proses dan hasil berpikirnya. Penelitian terbaru menegaskan bahwa keterampilan evaluasi solusi meningkat secara signifikan ketika pembelajaran dirancang berbasis project kontekstual yang relevan dengan isu keberlanjutan.

2.6 Energi Listrik Alternatif

Energi mungkin merupakan topik yang paling penting dan meluas di dunia saat ini. Isu-isu seputar penipisan sumber daya dan dampak lingkungan yang terkait dengan energi sangat memengaruhi politik global dan lokal kita, stabilitas ekonomi kita, pilihan dan kecenderungan kita sebagai konsumen, serta kesehatan dan kesejahteraan manusia dan alam (DeWaters *et al.*, 2013). *Energy Literacy Advocates* (2009) mengklaim bahwa sumber daya potensial terbesar untuk memenuhi krisis energi nasional kita adalah literasi energi. Menurut Saul Griffith, mitra pendiri perusahaan desain teknik dan inovasi teknologi Squid Labs, "jika kita ingin membuat perubahan besar dalam cara energi diproduksi dan dikonsumsi, kita memerlukan 'literasi energi' yang memberi orang rasa nyata tentang konsumsi energi mereka, dan apa yang diperlukan untuk memenuhinya" (DeWaters *et al.*, 2013).

Faktanya, penelitian telah menunjukkan bahwa perkembangan teknologi energi Alternatif seperti tenaga surya dan angin di Amerika Serikat yang relatif lambat disebabkan bukan oleh faktor teknis, melainkan oleh kurangnya dukungan publik, yang diakibatkan oleh kombinasi hambatan sosial dan pendidikan, termasuk kurangnya akses terhadap sumber daya alam. (DeWaters *et al.*, 2013). Sebagian besar negara masih bergantung pada bahan bakar fosil untuk pembangkitan listrik, karena kurangnya teknologi, sumber daya, dan kondisi untuk sepenuhnya memanfaatkan energi Alternatif untuk menghasilkan Listrik (Ang *et al.*, 2022).

Sumber energi berbasis bahan bakar fosil menyebabkan masalah lingkungan yang merugikan seperti pemanasan global dan perubahan iklim. Oleh karena itu, teknologi energi alternatif seperti energi surya, angin, hidro, biomassa, panas bumi dan hidrogen telah diperkenalkan untuk menghasilkan listrik untuk mengatasi

krisis lingkungan saat ini (Anaba & Olubusoye, 2020). Energi alternatif tidak hanya membantu dalam keberlanjutan tetapi juga memiliki kepentingan ekonomi. Ini menguntungkan ekonomi dengan mengurangi biaya pembangkitan listrik, karena menghasilkan energi menggunakan sumber daya alam yang Alternatif.

Manfaat energi Alternatif antara lain, seperti (1) tersedia secara melimpah, (2) lestari tidak akan habis, (3) ramah lingkungan (rendah atau tidak ada limbah polusi), (4) sumber energi bisa dimanfaatkan secara cuma-cuma dengan investasi teknologi yang sesuai, (5) tidak memerlukan perawatan yang banyak dibandingkan dengan sumber energi konvensional dan mengurangi biaya operasi.

2.7 Biobaterai Ampas Kelapa

Ampas kelapa merupakan residu dari pembuatan santan kelapa (daging buah kelapa yang telah diparut dan diambil santannya). Saat ini ampas kelapa belum dimanfaatkan secara maksimal oleh masyarakat, terutama dalam bidang pembelajaran di sekolah. Ampas kelapa memiliki komposisi kimia yang menarik dan menjanjikan dengan kandungan lignin, selulosa, dan hemiselulosa yang tinggi, sehingga berpotensi untuk diolah menjadi produk sampingan bernilai tambah tinggi (Vieira *et al.*, 2024).

Pemanfaatan ampas kelapa di Kecamatan Sumberejo Kabupaten Tanggamus masih terbatas untuk pakan ternak (Panjaitan, 2021), padahal secara kimiawi mengandung berbagai komponen potensial untuk pengembangan energi Alternatif. Ampas kelapa masih mengandung elektrolit alami seperti kalium, magnesium, dan senyawa organik yang dapat berfungsi sebagai konduktor ionik dalam bio-baterai (Attoriq *et al.*, 2024; Toruan *et al.*, 2024). Kandungan selulosa yang tinggi pada ampas kelapa juga dapat dimanfaatkan sebagai membran dalam sistem elektrokimia sederhana (Vieira *et al.*, 2024).

Penelitian ini akan memanfaatkan ampas kelapa dalam membuat biobaterai. Ampas kelapa diolah dalam bentuk tepung dan digunakan sebagai bahan tambahan pembuatan baterai alami yang dicampurkan pada tomat busuk yang mengandung tingkat keasaman relatif tinggi. Ampas kelapa yang ditambahkan

tersebut dapat menjadikan elektrolit berbentuk padat (Komariyah, 2021).

Penelitian tentang pemanfaatan limbah tomat busuk dan ampas kelapa sebelumnya telah dilakukan oleh M. Abidin, dkk (2020) yang menghasilkan tegangan sebesar 1,54 – 0,01 volt dan kuat arus 2,19 – 0 mA (Abidin *et al.*, 2020).

2.8 Penelitian Relevan

Penelitian yang relevan dengan penelitian yang akan diteliti adalah terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Penelitian Relevan

Nama Peneliti	Nama Jurnal	Judul Artikel	Hasil Penelitian
Ebenezer Omolafe Babalola1 & Emmanuel Keku (2024)	International Journal of Ethnoscience and Technology in Education (IJETE)	<i>Ethno-STEM Integrated Project-Based Learning to Improve Students' Creative Thinking Skills</i>	Pembelajaran berbasis Project dalam Ethno-STEM terbukti meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik dalam memecahkan masalah sains.
Muhammad Idris Effendi, Yoto 2024	<i>Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual</i>	Pembelajaran Abad-21 Melalui Model Project Based Learning Terintegrasi STEM (PJBL-STEM) dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi	Pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi merupakan elemen kunci dalam pendidikan teknik otomotif di era saat ini
Anggraini, Abdurrahman, Kharisma (2024)	<i>Journal of Physics: Conference Series</i>	<i>Implementation of Ethno-STEM based inquiry learning model assisted by LKPD to train creative thinking skills learners in the Merdeka curriculum learning</i>	penerapan model pembelajaran berbasis etno-STEM yang dibantu oleh LKPD pada materi keseimbangan benda padat dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik dalam mengimplementasikan Kurikulum Merdeka.
Lia Purnama Sari, Itgo Hatchi, Ermawita, Mutia Kahanna (2022)	<i>Jurnal Education and development</i>	Modul Ajar Fisika Dasar Berbasis Model Project Based Learning (Pjbl) Yang Efektif Bagi Mahasiswa Pendidikan Fisika	modul ajar berbasis PjBL dapat membangkitkan kreativitas mahasiswa dalam berkarya. Sehingga mahasiswa dapat memahami materi perkuliahan dengan baik.

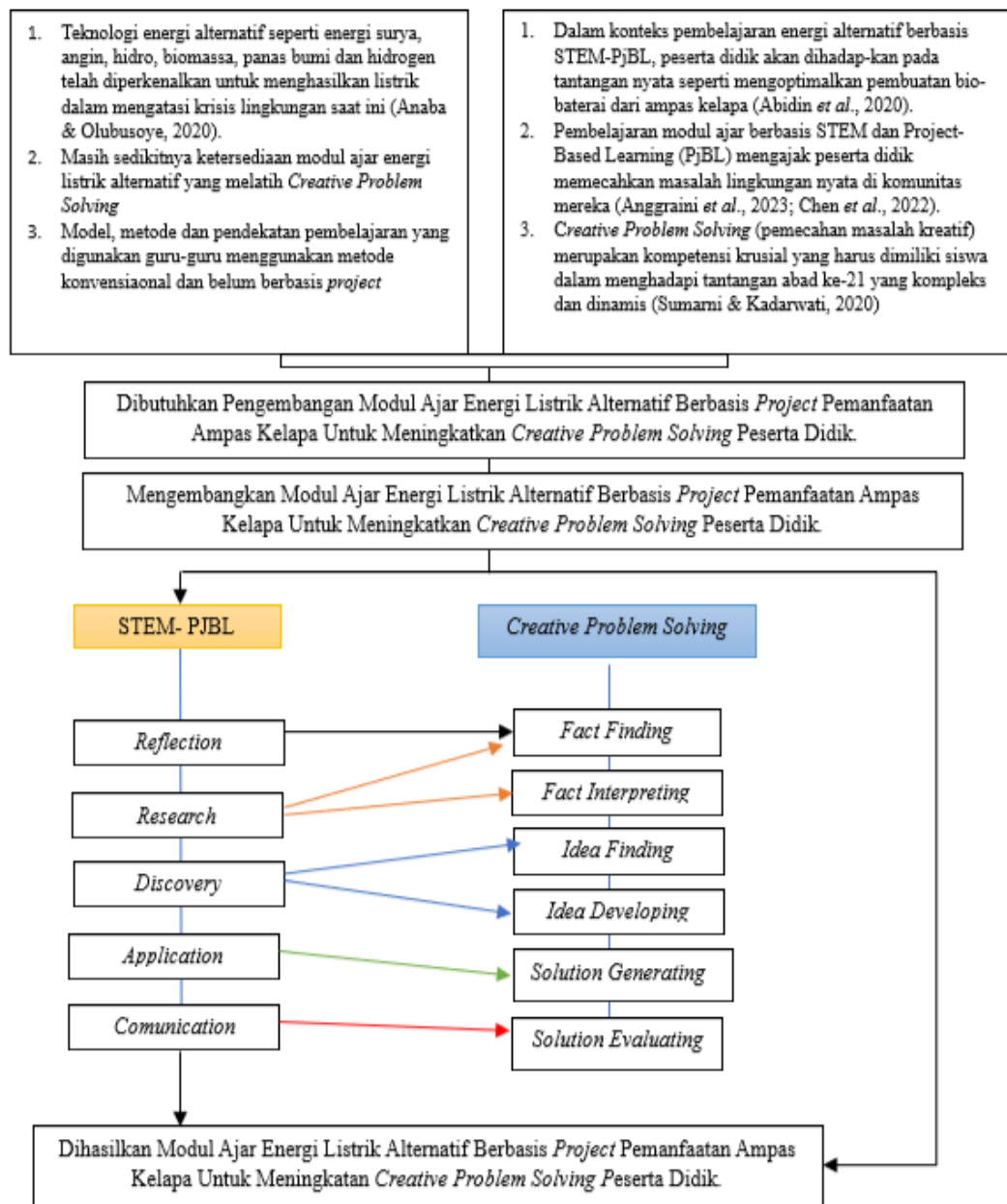
Tabel 3 (Lanjutan)

Peneliti: A. Y. Komariyah dan L. Rohmawati (2021)	<i>Journal of Physics: Conference Series</i>	Pemanfaatan Limbah Tomat Busuk dan Ampas Kelapa sebagai Baterai Alami yang Ramah Lingkungan	Menghasilkan baterai alami dari campuran filtrat tomat busuk dan tepung ampas kelapa. Kombinasi optimum adalah 90% filtrat tomat busuk dan 10% ampas kelapa, yang menghasilkan: Tegangan (beda potensial): 1,46 V dan Kuat arus: 2,1 mA Ampas kelapa berfungsi untuk memadatkan elektrolit sehingga meningkatkan kepadatan dan konduktivitas elektrolit alami. Kombinasi dengan konsentrasi ampas kelapa yang terlalu tinggi justru menurunkan efektivitas dan ampas kelapa murni tidak menghasilkan arus sama sekali.
---	--	---	--

2.9 Kerangka Pemikiran

Penelitian ini berangkat dari urgensi transisi energi fosil ke energi Alternatif sebagai solusi krisis lingkungan dan ketahanan energi. Ampas kelapa, sebagai limbah pertanian yang melimpah di Indonesia, memiliki potensi besar sebagai sumber energi biomassa, namun pemanfaatannya masih terbatas. Melalui pendekatan *Project-Based Learning (PjBL)*, penelitian ini dirancang untuk mengintegrasikan dua aspek kunci: (1) *creative problem solving*, (2) pada pembelajaran kontekstual energi alternatif. *Creative problem solving* digunakan sebagai keterampilan yang akan distimulasi untuk mendorong inovasi dalam mengatasi tantangan teknis dan sosial dalam pemanfaatan ampas kelapa. (meliputi pengetahuan dan sikap berkelanjutan) menjadi fondasi untuk membentuk kesadaran lingkungan peserta didik, Tahapan dalam pengembangan modul ajar STEM-PjBL terdiri dari 6 tahap yaitu *Reflection, Research, Discovery, Application, Communication* yang dapat meningkatkan *creative problem solving* peserta didik.

Pada kegiatan pertama, yaitu *Reflection*, peserta didik dibawa ke dalam konteks masalah dan memberikan inspirasi kepada peserta didik untuk mulai melakukan penyelidikan/investigasi, agar *Fact Finding* dapat meningkat. Tahap ke dua *Research*, peserta didik difasilitasi untuk mengambil bentuk penelitian, meneliti konsep sains, memilih bacaan atau mengumpulkan informasi dari sumber yang relevan, agar *Fact Finding* dan *Fact Interpreting* dapat meningkat. Tahap ke tiga *Discovery*, peserta didik mulai menemukan proses-proses pembelajaran, menentukan apa yang masih belum diketahui serta menemukan langkah langkah Project sebagai pemecahan masalah, agar *Idea Finding* dan *idea developmen* dapat meningkat. Tahap ke empat *Application*, peserta didik memodelkan suatu pemecahan masalah, menguji model yang dirancang, berdasarkan hasil pengujian peserta didik dapat mengulang ke langkah sebelumnya, agar *Solution Generating* dapat meningkat. Tahap kelima *Communication*, peserta didik mempresentasikan model dan solusi langkah ini untuk mengembangkan keterampilan yang hendak dicapai serta keterampilan untuk menerima dan menerapkan umpan balik yang membangun, agar *Solution Evaluating* dapat meningkat. Secara singkat kerangka pemikiran dijelaskan pada Gambar 2.

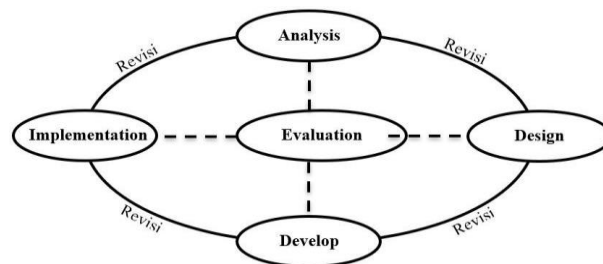


Gambar 2. Bagan Kerangka Pemikiran

III. METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian Pengembangan

Penelitian ini menggunakan metode campuran (*mixed-method*) yang langkah-langkahnya mengikuti model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation*) dengan mengikuti prosedur umum terkait dengan desain instruksional pengembangan model ADDIE (Branch 2010) seperti pada Gambar 3.

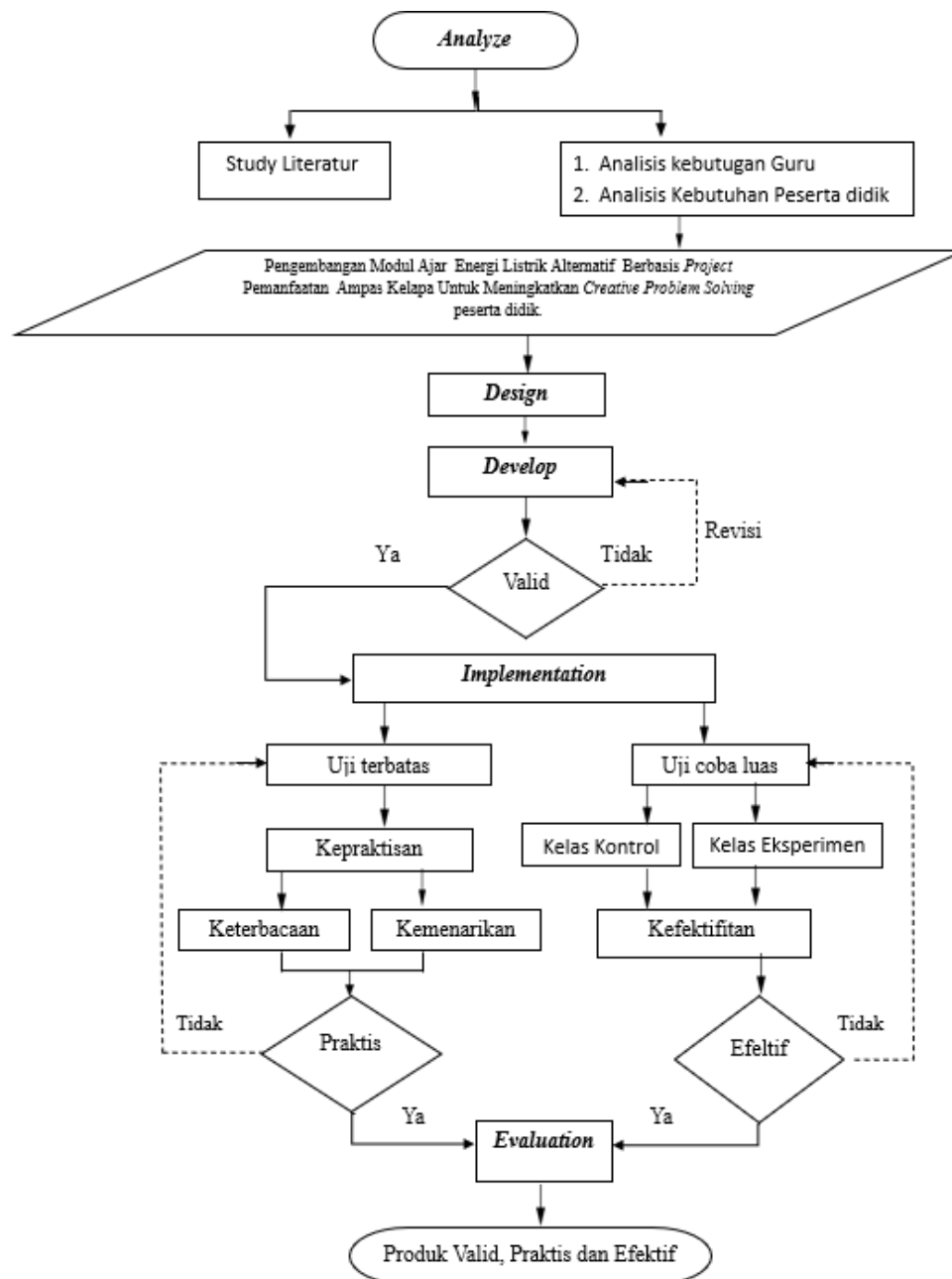


Gambar 3. Konsep ADDIE

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan produk yaitu modul ajar, LKPD berbasis *Project* pada topik energi alternatif untuk meningkatkan *creative problem solving* peserta didik. Metode yang digunakan untuk menghasilkan produk dan untuk menguji keefektifan produk adalah penelitian dan pengembangan. Aplikasi yang peneliti gunakan untuk mengembangkan produk (modul ajar dan LKPD) sebagai bahan ajar adalah Ms. Word dan Canva

3.2 Prosedur Pengembangan Produk

Prosedur pengembangan yang digunakan oleh peneliti mengacu pada model ADDIE yang meliputi lima langkah (Branch, 2010), yaitu: *Analysis, Design, Develop, Implementation, dan Evaluation*. Prosedur pengembangan program pembelajaran ini terdiri atas beberapa tahap yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alur Penelitian

Berdasarkan Gambar 4, dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Tahap *Analyze*

Tahap *Analyze* bertujuan untuk menganalisis kebutuhan dan permasalahan yang terjadi di lapangan sebagai dasar pertimbangan dalam pengembangan pengembangan modul ajar dengan mencari solusi dari permasalahan yang ada. Tahap ini dilakukan untuk mengetahui proses pembelajaran yang selama ini berlangsung di sekolah. Analisis kebutuhan pembelajaran diberikan pada guru dan

peserta didik melalui geooole formulir yang diberikan melalui MGMP Fisika SMA di Kabupaten Tanggamus dan komunitas guru fisika di profinsi Lampung. Pada tahap ini diberikan pertanyaan dengan pilihan dan alasan untuk meilih jawaban tersebut. Aspek yang ditanyakan mengenai model pembelajaran yang dilakukan disekolah, pendekatan yang sering digunakan dalam pembelajaran, metode dalam pembelajaran, sumber belajar yang biasa dipakai guru untuk belajar dan LKPD yang biasa digunakan buatan sendiri atau dari percetakan, kendala dalam mengajar materi energi alternatif serta memanfaatkan limbah lokal untuk pembelajaran. Seluruh hasil analisis dirangkum dalam bentuk *analysis summary* yang digunakan sebagai dasar perancangan pembelajaran pada tahap *Design*.

2. Tahap *Design*

Tahap *Design* bertujuan untuk mengembangkan modul ajar berdasarkan hasil analisis kebutuhan pembelajaran menurut guru dan peserta didik. Pada tahap ini peneliti melihat capaian pembelajaran pada kurikulum kemudian menentukan dimensi profil lulusan peserta didik yang hendak dicapai dan dilakukan perumusan tujuan pembelajaran secara spesifik dan terukur serta diarahkan untuk meningkatkan *creative problem solving* peserta didik. Setelah itu menurunkan tujuan pembelajaran ke dalam indikator ketercapaian tujuan pembelajaran dengan menyesuaikan dengan sintaks STEM-PjBL Laboy Rush dan indikator keterampilan *creative problem solving* Treffinger. Selanjutnya disusun inventaris tugas (*task inventory*) yang menggambarkan langkah-langkah pembelajaran pada kelas eksperimen dan kelas kontrol yang ditunjukkan pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Langkah-langkah pembelajaran pada kelas Eksperimen

Tahap PjBL-STEM	Deskripsi kegiatan	Durasi
Pendahuluan	Menyampaikan tujuan pembelajaran yang akan dicapai. Guru memberikan pertanyaan pemantik dan menjelaskan secara rinci teknis pembelajaran berbasis project yang akan dilakukan secara berkelompok menggunakan bahan tayang. Guru memberikan soal pretest terkait permasalahan sampah organik, kemudian membagi peserta didik ke dalam kelompok berdasarkan kesiapan belajar (5–6 orang per kelompok) dan membagikan LKPD sebagai panduan kegiatan pembelajaran.	Minggu ke-1 (hari kel tatap muka 90 menit)

Tabel 4 (Lanjutan)

<i>Reflection</i>	Peserta didik membaca wacana mengenai isu lokal sampah organik berupa ampas kelapa dan tomat busuk, kemudian mengidentifikasi fakta-fakta penting yang berkaitan dengan permasalahan keterbatasan energi dan potensi pemanfaatan sampah organik. Selanjutnya, peserta didik mencatat informasi awal yang telah diketahui, mengajukan pertanyaan terkait informasi yang belum diketahui, serta mengumpulkan data pendukung dari berbagai sumber untuk memperkuat pemahaman terhadap masalah yang dihadapi.	Minggu ke-1 (hari kel tatap muka 2JP)
<i>Research</i>	Peserta didik mencari informasi mengenai kandungan zat dan senyawa pada ampas kelapa dan tomat busuk yang berpotensi menghantarkan arus listrik, memahami proses elektrolisis serta reaksi kimia dan faktor-faktor yang memengaruhi pembuatan bio-baterai, serta menelusuri bahan dan prosedur percobaan bio-baterai dari ampas kelapa dan tomat busuk berdasarkan referensi yang relevan.	Minggu ke-1 (2 hari di luar kelas)
<i>Discovery</i>	Peserta didik mengidentifikasi variabel yang memengaruhi kinerja bio-baterai berdasarkan percobaan yang telah dilakukan pihak lain, menentukan komposisi dan variabel yang akan digunakan, menetapkan bahan yang diperlukan, serta memodifikasi prosedur percobaan pembuatan bio-baterai dari ampas kelapa dan tomat busuk.	Minggu ke-1 (3 hari di luar kelas)
<i>Application</i>	Guru meminta peserta didik untuk membagi tugas antaranggota kelompok, menyiapkan alat dan bahan, serta melaksanakan percobaan pembuatan bio-baterai dari ampas kelapa dan tomat busuk sesuai dengan prosedur yang telah direncanakan.	Minggu ke-2 (6 hari di luar kelas)
<i>Comunication</i>	Guru meminta peserta didik untuk menyusun laporan produk secara jujur dan bertanggung jawab, mempresentasikan hasil project secara kolaboratif, memberikan dan menanggapi pertanyaan serta pendapat dari kelompok lain, serta menyimpulkan hasil presentasi dan diskusi yang telah dilakukan.	Minggu ke-3 (2 hari di luar kelas, Tatap Muka 2JP)
	Guru memberikan umpan balik terhadap hasil pembelajaran dan meminta peserta didik melakukan refleksi, kemudian memberikan soal posttest untuk mengukur pencapaian pembelajaran, serta menutup kegiatan dengan mengucapkan salam.	Minggu ke-3 Tatap Muka 2JP

Tabel 5. Langkah-Langkah Pembelajaran Pada Kelas Kontrol

Tahap Pembelajaran	Deskripsi kegiatan	Durasi
Pendahuluan	Guru menyampaikan tujuan pembelajaran, memberikan pertanyaan pemantik, serta memberikan soal pretest terkait permasalahan sampah organik untuk mengetahui keterampilan awal peserta didik.	10 Menit
Inti	Guru menyajikan materi tentang jenis-jenis energi Alternatif dan tidak Alternatif melalui metode ceramah, memberikan bahan diskusi, serta mengajak peserta didik merancang ide pemanfaatan ampas kelapa dan tomat busuk sebagai sumber energi listrik alternatif berdasarkan kajian literatur yang relevan.	50 Menit
Penutup	Guru memberikan latihan soal untuk memperkuat pemahaman peserta didik, kemudian memfasilitasi refleksi terhadap pembelajaran yang telah dilakukan.	30 Menit

Selain itu, dilakukan perancangan struktur dan komponen LKPD yang meliputi format, sistematika penyajian, dan aktivitas kegiatan pembelajaran, dan merancang produk biobaterai. Tahap *Design* juga mencakup perancangan penilaian untuk mengukur hasil belajar, keterampilan *creative problem solving*. Seluruh hasil perancangan dirangkum dalam bentuk *design brief* sebagai pedoman tahap *Develop*.

3. Tahap Develop

Tahap *Develop* bertujuan untuk merealisasikan Pengembangan Modul Ajar yang telah dibuat pada tahap *Design* ke dalam bentuk modul ajar dan LKPD yang dapat digunakan. Pengembangan Modul Ajar dan LKPD mencakup menentukan tujuan pembelajaran, menentukan indikator ketercapaian pembelajaran, petunjuk penggunaan, aktivitas pembelajaran yang mendukung keterlibatan peserta didik dan meningkatkan *creative problem solving*.

Selain itu, pada tahap *Develop* juga dilakukan penyusunan instrumen penelitian yang meliputi instrumen validasi ahli, instrumen kepraktisan untuk peserta didik, serta instrumen tes hasil belajar. Setelah dilakukan pengembangan Modul ajar dan LKPD langkah selanjutnya adalah validasi oleh validator ahli. Validator ahli dan praktisi pada penelitian ini merupakan satu dosen ahli Pendidikan Fisika, satu dosen Ilmu Pengetahuan Fisika dan Alam (IPA) Universitas Lampung dan satu

praktisi guru mata pelajaran Fisika SMK. Penilaian para ahli dan praktisi terhadap modul ajar mencakup isi, kegiatan pembelajaran, bahasa dan waktu. Penilaian para ahli dan praktisi LKPD mencakup aspek kesesuaian isi dan konstruksi LKPD. Selanjutnya LKPD diperbaiki berdasarkan saran dan masukan dari ahli sehingga dihasilkan modul ajar dan LKPD yang baik. Hasil saran dan masukan dari validator digunakan sebagai dasar untuk melakukan revisi sehingga diperoleh Pengembangan Modul Ajar yang layak digunakan pada tahap *Implement*.

4. Tahap *Implement*

Tahap *Implement* bertujuan untuk menerapkan pengembangan modul ajar yang telah dikembangkan pada saat pembelajaran di kelas. Setelah hasil validitas dinyatakan valid kemudian Pengembangan modul ajar energi listrik alternatif berbasis project pemanfaatan ampas kelapa untuk meningkatkan *creative problem solving* dilanjutkan ke diuji terbatas pada kelompok kecil yaitu pada peserta didik yang sudah pernah mempelajari materi energi alternatif yaitu di kelas XI. Peserta didik juga diminta memberikan tanggapan terhadap aspek kemenarikan LKPD dengan mengisi angket respon peserta didik yang disediakan.

Uji coba dilakukan di SMA Negeri 1 Sumberejo, pengambilan sampel melalui teknik purposive sampling. Teknik yang digunakan ini berdasarkan informasi dari guru yang mengajar di sekolah tersebut. Guru memberikan informasi mengenai karakteristik peserta didik di sekolah untuk menentukan kelas sebagai penelitian. Selain itu pada tahap ini diberikan soal untuk mengetahui reliabilitas dari soal yang akan diberikan pada uji coba luas. Jika hasil produk LKPD praktis dan soal untuk mengukur *creative problem solving* reliabel maka diteruskan ke uji luas pada kelas eksperimen dengan menggunakan LKPD berbasis project sedangkan kelas kontrol menggunakan lembar diskusi kelompok.

Pelaksanaan pembelajaran dilakukan sesuai dengan modul ajar yang telah dikembangkan. Pendidik berperan sebagai fasilitator yang membimbing peserta didik dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran topik energi listrik alternatif berbasis *project*. Tahap *Implement* dilakukan pengumpulan data penelitian melalui pelaksanaan pretest dan posttest, lembar refleksi dan lembar observasi

aktivitas peserta didik dalam pembelajaran. Data yang diperoleh pada tahap ini digunakan sebagai dasar untuk melakukan evaluasi pada tahap *Evaluate*.

5. Tahap *Evaluate*

Tahap *Evaluate* bertujuan untuk menilai kevalidan, kepraktisan dan efektivitas perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan dan diimplementasikan.

Evaluasi pada penelitian ini dilakukan secara formatif dan sumatif. Evaluasi formatif dilaksanakan pada setiap tahapan pengembangan melalui kegiatan validasi ahli, uji kelompok kecil, serta revisi pengembangan modul ajar berdasarkan masukan yang diperoleh dari validator sehingga produk yang dihasilkan memenuhi kriteria kelayakan dan kepraktisan. Evaluasi sumatif dilakukan setelah tahap implementasi untuk mengetahui efektivitas

Pengembangan modul ajar dalam mencapai tujuan pembelajaran yang diukur melalui hasil belajar peserta didik serta peningkatan keterampilan *creative problem solving*. Hasil evaluasi digunakan sebagai dasar untuk menarik kesimpulan mengenai kualitas akhir modul ajar yang dikembangkan.

3.2 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan alat yang digunakan oleh untuk mengumpulkan data. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah instrumen pada tahap *Analyze, develop, Implementation, Evaluate*.

3.2.1 Instrumen Pada Tahap *Analyze*

a. Angket Analisis Kebutuhan Guru

Angket ini diisi oleh guru untuk melihat kegiatan pembelajaran yang selama ini berlangsung dan masalah yang terjadi dalam pembelajaran materi energi Alternatif. Angket disebarakan melalui forum musyawarah guru mata pelajaran Fisika melalui Google Form kepada guru Fisika. Angket ini berisi 22 pertanyaan pilihan, beberapa menyertakan alasan mengapa memilih jawaban tersebut. Kisi-kisi pertanyaan tersebut yaitu guru diminta untuk:

- 1) Memilih model pembelajaran yang biasa digunakan di kelas, menjelaskan jelaskan tahapan kegiatan pembelajaran yang dilakukan mulai dari kegiatan pendahuluan, inti dan penutup berdasarkan model yang dipilih

- 2) Memilih metode pembelajaran yang selama ini digunakan saat pembelajaran materi energi alternatif
- 3) Memilih sumber belajar yang selama ini digunakan saat pembelajaran materi energi alternatif
- 4) Memilih kendala yang terjadi saat pembelajaran materi energi alternatif
- 5) Memilih pendekatan yang selama ini digunakan saat pembelajaran materi energi alternatif
- 6) Memilih ya atau tidak tentang penggunaan LKPD di energi alternatif
- 7) Memilih ya atau tidak tentang LKPD buatan sendiri atau tidak dan memberikan alasan atas jawaban yang dipilih
- 8) Memilih ya atau tidak tentang LKPD energi alternatif yang digunakan terdapat aktivitas membimbing peserta didik ke dalam konteks masalah dan memberikan inspirasi kepada peserta didik agar dapat mulai menyelidiki atau menginvestigasi suatu masalah berkaitan dengan konsep yang sedang di bahas serta alasan memilih ya atau tidak.
- 9) Memilih aktivitas yang dilakukan untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah
- 10) Memilih ya atau tidak tentang aktivitas yang menuntun peserta didik untuk memilih sumber referensi terkait materi untuk mengumpulkan sumber informasi yang relevan sesuai dengan konsep yang sedang di bahas ada atau tidak pada LKPD energi alternatif serta alasan memilih jawaban ya/tidak
- 11) Memilih ya atau tidak tentang aktivitas yang menuntun peserta didik untuk melakukan *research* dan merancang suatu *project* berkaitan dengan konsep yang sedang di bahas ada atau tidak di LKPD energi alternatif serta alasan memilih jawaban ya/tidak
- 12) Memilih ya atau tidak tentang aktivitas yang menuntun peserta didik untuk menguji produk atau solusi untuk memecahkan masalah berkaitan dengan konsep yang sedang di bahas ada atau tidak di LKPD energi alternatif serta alasan memilih jawaban ya/tidak
- 13) Memilih ya atau tidak tentang aktivitas yang menuntun peserta didik untuk mempresentasi hasil *project* berkaitan dengan konsep yang sedang di bahas ada atau tidak di LKPD energi alternatif serta alasan

memilih jawaban ya/tidak

- 14) Memilih ya atau tidak tentang proses pembelajaran pada LKPD energi alternatif mengintegrasikan STEM-PjBL serta alasan memilih jawaban ya/tidak
- 15) Memilih ya atau tidak tentang aktivitas yang dapat meningkatkan keterampilan Berpikir Kreatif memecahkan masalah pada LKPD energi alternatif serta alasan memilih jawaban ya/tidak
- 16) Memilih ya atau tidak tentang aktivitas yang dapat meningkatkan keterampilan *Literai Sustainability* pada LKPD energi alternatif serta alasan memilih jawaban ya/tidak
- 17) Memilih ya atau tidak tentang istilah “*Sustainable Development Goals (SDG’s)*” pernah dibaca atau tidak serta alasan memilih jawaban ya/tidak
- 18) Memilih ya atau tidak bahwa topik energi alternatif dapat digunakan ke dalam pembelajaran fisika sebagai SDGs serta alasan memilih jawaban ya/tidak
- 19) Memilih ya atau tidak tentang pemanfaatan limbah dari lingkungan sekitar untuk membelajarkan energi alternatif serta alasan memilih jawaban ya/tidak
- 20) Memilih sumber belajar yang dapat meningkatkan keterampilan *creative problem solving*
- 21) Memilih ya atau tidak tentang perasaan bahwa Pengembangan Modul Ajar berbasis project dapat membantu peserta didik memahami materi sumber energi alternatif dengan cara yang lebih menarik dan aplikatif
- 22) Memilih ya atau tidak tentang perlu adanya pengembangan Pengembangan Modul Ajar yang lebih relevan untuk meningkatkan *Creative Problem Solving* dan peserta didik.

Pertanyaan dan pilihan jawaban yang diberikan kepada guru terdapat pada Tabel 6.

Tabel 6. Angket Analisis Kebutuhan Guru

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1	Dalam membelajarkan konsep-konsep fisika, berikut ini model pembelajaran manakah yang sering Bapak/Ibu gunakan? (boleh memilih lebih dari satu)	☐ Problem Based Learning ☐ Project Based Learning ☐ STEM-PjBL ☐ Inquiri based learning ☐ Tidak tau nama modelnya
	Berdasarkan model pembelajaran yang telah Bapak/Ibu pilih, jelaskan tahapan kegiatan pembelajaran yang dilakukan? (Kegiatan Awal)	
	Berdasarkan model pembelajaran yang telah Bapak/Ibu pilih, jelaskan tahapan kegiatan pembelajaran yang dilakukan? (Kegiatan inti)	
	Berdasarkan model pembelajaran yang telah Bapak/Ibu pilih, jelaskan tahapan kegiatan pembelajaran yang dilakukan? (Kegiatan penutup)	
2	Dalam membelajarkan materi Energi Alternatif biasanya metode pembelajaran apakah yang Bapak/Ibu gunakan? (boleh memilih lebih dari satu)	☐ Ceramah ☐ Diskusi ☐ Demonstrasi ☐ Eksperimen ☐ lainnya
3	Saat membelajarkan materi Energi Alternatif, sumber belajar apa saja yang Bapak/Ibu gunakan dalam pembelajaran? (boleh memilih lebih dari satu jawaban)	☐ Buku Referensi ☐ LKPD ☐ Modul ☐ Video Pembelajaran ☐ Internet ☐ Lainnya Dengan Alasan
4	Manakah dari pernyataan di bawah ini yang menjadi kendala Bapak/Ibu pada pembelajaran Energi Alternatif? (boleh memilih lebih dari satu jawaban).	☐ Kurangnya alat peraga dan fasilitas praktikum untuk mengajarkan materi energi Alternatif ☐ Kurangnya sumber belajar dan bahan ajar tentang Energi Alternatif ☐ Kurangnya media pembelajaran dan video penjelasan tentang energi Alternatif ☐ Kurangnya pemahaman untuk mengaitkan bahan-bahan yang dapat digunakan sebagai Energi Alternatif ☐ Lainnya

Tabel 6 (Lanjutan)

5	Pertanyaan berkaitan dengan Pendekatan Pembelajaran yang digunakan Apakah pendekatan pembelajaran yang Bapak/Ibu gunakan dalam membelajarkan materi Energi Alternatif?	☐ Kontekstual ☐ Konstruktivisme ☐ Inquiry ☐ STEM ☐ Saintifik ☐ Dengan penjelasan
6	Pertanyaan berkaitan dengan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Pada pembelajaran topik Energi Alternatif apakah Bapak/Ibu sudah menggunakan LKPD untuk menunjang pemahaman konsep peserta didik?	☐ Ya ☐ Tidak
7	Apakah LKPD yang digunakan di sekolah merupakan buatan Bapak/Ibu sendiri ?	☐ Ya ☐ Tidak
	Jika Tidak, berikan alasannya	
	Jika Bapak/Ibu memilih “YA” manakah dari pernyataan berikut yang terdapat dalam LKPD yang Bapak/Ibu buat? (boleh memilih lebih dari satu)	☐ Judul, materi, kegiatan praktikum dan latihan soal ☐ Tujuan pembelajaran yang hendak dicapai ☐ Petunjuk belajar ☐ Kompetensi dasar dan indikator pembelajaran yang hendak dicapai ☐ Informasi pendukung ☐ Media pendukung ☐ Konsep-konsep kunci ☐ Asesmen pembelajaran ☐ Aktivitas-aktivitas yang akan dilakukan peserta didik (langkah-langkah kerja) ☐ Yang lain:
	Jika dari pilihan diatas Bapak/Ibu memilih “Media Pendukung”, berikut ini manakah pernyataan dibawah yang digunakan sebagai media pendukung dalam LKPD yang Bapak/Ibu gunakan ?	☐ Video Pembelajaran ☐ PhET Simulation ☐ Alat Peraga ☐ Augmented Reality ☐ Virtual Reality ☐ Internet of Things ☐ Yang lain
8	Apakah dalam LKPD yang Bapak/Ibu gunakan selama proses pembelajaran Energi Alternatif berisikan aktivitas yang membimbing peserta didik ke dalam konteks masalah dan memberikan inspirasi kepada peserta didik agar dapat mulai menyelidiki atau menginvestigasi suatu masalah berkaitan dengan konsep yang sedang di bahas?	☐ Ya ☐ Tidak Dengan alasan

Tabel 6 (Lanjutan)

9	Berdasarkan permasalahan yang Bapak/Ibu berikan, manakah dari aktivitas dibawah ini yang Bapak/Ibu latihkan? (boleh memilih lebih dari satu)	☐ Memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mecetuskan ide terhadap pertanyaan/permasalahan yang disajikan ☐ Memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menerjemahkan masalah dengan bermacam-macam interpretasi ☐ Memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menyelesaikan permasalahan yang disajikan dengan berbagai metode penyelesaian atau Solusi ☐ Memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengevaluasi metode penyelesaian dan melakukan perbaikan ☐ lainnya
10	Apakah dalam LKPD yang Bapak/Ibu gunakan selama proses pembelajaran Energi Alternatif berisikan aktivitas yang menuntun peserta didik untuk memilih sumber referensi terkait materi untuk mengumpulkan sumber informasi yang relevan sesuai dengan konsep yang sedang di bahas	☐ ya ☐ tidak dengan alasan
11	Apakah dalam LKPD yang Bapak/Ibu gunakan selama proses pembelajaran Energi Alternatif berisikan aktivitas yang menuntun peserta didik untuk melakukan <i>research</i> dan merancang suatu <i>project</i> berkaitan dengan konsep yang sedang di bahas?	☐ ya ☐ tidak dengan alasan
12	Apakah dalam LKPD yang Bapak/Ibu gunakan selama proses pembelajaran Energi Alternatif berisikan aktivitas yang menuntun peserta didik untuk menguji produk atau solusi untuk memecahkan masalah berkaitan dengan konsep yang sedang di bahas?	☐ ya ☐ tidak dengan alasan
13	Apakah dalam LKPD yang Bapak/Ibu gunakan selama proses pembelajaran Energi Alternatif berisikan aktivitas yang menuntun peserta didik untuk mempresentasi hasil <i>project</i> berkaitan dengan konsep yang sedang di bahas?	☐ ya ☐ tidak dengan alasan

Tabel 6 (Lanjutan)

14.	Apakah dalam LKPD yang Bapak/Ibu gunakan pada proses pembelajaran sudah mengintegrasikan STEM-PjBL?	☐ ya ☐ tidak ☐ dengan alasan
15	Apakah dalam LKPD yang Bapak/Ibu gunakan selama proses pembelajaran Energi Alternatif belum terdapat aktivitas yang dapat meningkatkan keterampilan Berpikir Kreatif memecahkan masalah?	☐ ya ☐ tidak dengan alasan
16	Apakah dalam LKPD yang Bapak/Ibu gunakan selama proses pembelajaran Energi Alternatif terdapat aktivitas yang dapat meningkatkan keterampilan <i>Literai Sustainability</i> ?	☐ ya ☐ tidak dengan alasan
17	Pertanyaan berkaitan dengan Topik Energi Alternatif Apakah Bapak/Ibu pernah membaca tentang istilah “ <i>Sustainable Development Goals</i> (SDG’s)”?	☐ ya ☐ tidak
18	Menurut Bapak/Ibu apakah topik energi Alternatif dapat digunakan ke dalam pembelajaran fisika sebagai SDGs? berikan alasannya!	☐ ya ☐ tidak dengan alasan
19	Apakah dalam pembelajaran Bapak/ibu sudah pernah memanfaatkan limbah dari lingkungan sekitar untuk membelajarkan energi alternatif	☐ ya ☐ tidak dengan alasan
20	Apabila Bapak/Ibu diminta untuk meningkatkan keterampilan creative problem solving manakah dari sumber belajar berikut yang dapat meningkatkan keterampilan tersebut.	☐ buku Referensi ☐ LKPD ☐ Video Pembelajaran ☐ Modul
21	Apakah Bapak/Ibu merasa bahwa desain pembelajaran berbasis project dapat membantu peserta didik memahami materi sumber energi alternatif dengan cara yang lebih menarik dan aplikatif	☐ Ya ☐ Tidak
22	Apakah Bapak/ibu merasa perlu adanya pengembangan desain pembelajaran yang lebih relevan untuk meningkatkan Creative Problem Solving peserta didik.	☐ Ya ☐ Tidak

b. Angket Analisis Kebutuhan Peserta didik

Angket ini diisi oleh peserta didik untuk melihat kegiatan pembelajaran yang selama ini berlangsung dan masalah yang terjadi dalam pembelajaran materi energi Alternatif. Angket disebarakan melalui Google Form kepada peserta didik melalui grup WA guru Fisika di SMA. Angket ini berisi 20 pertanyaan pilihan, Kisi-kisi pertanyaan tersebut yaitu peserta didik diminta untuk:

- 1) Memilih model pembelajaran yang biasa digunakan di kelas
- 2) Memilih metode pembelajaran yang selama ini digunakan saat pembelajaran materi energi alternatif
- 3) Memilih sumber belajar yang selama ini digunakan saat pembelajaran materi energi alternatif
- 4) Memilih kendala yang terjadi saat pembelajaran materi energi alternatif
- 5) Memilih pendekatan yang selama ini digunakan saat pembelajaran materi energi alternatif
- 6) Memilih ya atau tidak tentang penggunaan LKPD pada topik energi alternatif
- 7) Memilih dari mana LKPD yang digunakan saat materi energi alternatif
- 8) Memilih komponen yang terdapat pada LKPD yang digunakan
- 9) Memilih media belajar yang digunakan sebagai media pendukung dalam LKPD yang digunakan
- 10) Memilih ya atau tidak tentang LKPD energi alternatif yang digunakan terdapat aktivitas membimbing peserta didik ke dalam konteks masalah dan memberikan inspirasi kepada peserta didik agar dapat mulai menyelidiki suatu masalah berkaitan dengan konsep yang sedang di bahas.
- 11) Memilih tentang aktivitas yang menuntun peserta didik untuk melakukan *research* dan merancang suatu *project* berkaitan dengan konsep yang sedang di bahas ada atau tidak di LKPD energi alternatif
- 12) Memilih tentang aktivitas yang aktivitas yang menuntun peserta didik untuk menguji produk atau solusi untuk memecahkan masalah berkaitan dengan konsep yang sedang di bahas ada atau tidak di LKPD energi alternatif
- 13) Memilih tentang aktivitas yang aktivitas yang menuntun peserta didik untuk mempresentasi hasil *project* berkaitan dengan konsep yang sedang di

bahas ada atau tidak di LKPD energi alternatif

- 14) Memilih ya atau tidak tentang proses pembelajaran pada LKPD energi alternatif mengintegrasikan STEM-PjBL
- 15) Memilih tentang aktivitas yang dapat meningkatkan keterampilan Berpikir Kreatif memecahkan masalah pada LKPD energi alternatif
- 16) Memilih ya atau tidak tentang aktivitas yang dapat meningkatkan keterampilan *Literai Sustainability* pada LKPD energi alternatif
- 17) Memilih ya atau tidak tentang istilah “*Sustainable Development Goals* (SDG’s)” pernah dibaca atau tidak
- 18) Menjelaskan alasan tentang topik energi alternatif dapat digunakan ke dalam pembelajaran fisika sebagai SDGs atau tidak
- 19) Memilih limbah yang pernah digunakan dalam pembelajaran energi alternatif
- 20) Memilih ya atau tidak tentang perlu adanya pengembangan Pengembangan Modul Ajar yang memanfaatkan limbah organik di sekitar dapat meningkatkan Creative Problem Solving peserta didik.

Pertanyaan dan pilihan jawaban yang diberikan kepada peserta didik terdapat pada Tabel 7.

Tabel 7. Angket Analisis Kebutuhan Peserta didik

No	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1	Saat belajar fisika model pembelajaran manakah yang sering digunakan oleh guru di sekolah? (boleh memilih lebih dari satu)	☐ Problem Based Learning ☐ Project Based Learning ☐ STEM-PjBL ☐ Inquiri based learning ☐ Tidak tau nama modelnya
2	Saat belajar materi Energi alternatif metode pembelajaran apakah yang digunakan? (boleh memilih lebih dari satu)	☐ Ceramah ☐ Diskusi ☐ Demonstrasi ☐ Eksperimen ☐ lainnya
3	Saat belajar materi Energi alternatif, sumber belajar apa saja yang Guru gunakan dalam pembelajaran? (boleh memilih lebih dari satu jawaban)	☐ Buku Referensi ☐ LKPD ☐ Modul ☐ Video Pembelajaran ☐ Internet ☐ Lainnya ☐ Dengan Alasan

Tabel 7 (Lanjutan)

4	Manakah dari pernyataan di bawah ini yang menjadi kendala Bapak/Ibu pada pembelajaran Energi alternatif ? (boleh memilih lebih dari satu jawaban).	☐ Kurangnya alat peraga dan fasilitas praktikum untuk mengajarkan materi energi Alternatif ☐ Kurangnya sumber belajar dan bahan ajar tentang Energi Alternatif ☐ Kurangnya media pembelajaran dan video penjelasan tentang energi Alternatif ☐ Kurangnya pemahaman untuk mengaitkan bahan-bahan yang dapat digunakan sebagai Energi Alternatif ☐ Lainnya
5	Apakah pendekatan pembelajaran yang Guru gunakan saat belajar materi Energi alternati? (boleh memilih lebih dari satu jawaban).	☐ Pendekatan Kontekstual ☐ Pendekatan Konstruktivisme ☐ Pendekatan Inquiry ☐ Pendekatan STEM ☐ Saintifik ☐ Dengan penjelasan
6	Pada pembelajaran topik Energi alternatif apakah sudah menggunakan LKPD untuk menunjang pemahaman konsep peserta didik?	☐ Ya ☐ Tidak
7	Dari manakah LKPD yang digunakan saat belajar materi energi Alternatif di sekolah ?	☐ Buatan guru sendiri ☐ Berasal dari percetakan LKS ☐ Unduhan dari internet ☐ Berasal dari buku paket fisika
8	Jika guru menggunakan LKPD komponen apa saja yang ada di LKPD tersebut ?	☐ Judul, materi, kegiatan praktikum dan latihan soal ☐ Judul, tujuan pembelajaran, materi, kegiatan praktikum dan latihan soal ☐ Judul, capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, materi kegiatan praktikum, latihan soal ☐ Judul, capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, materi, informasi pendukung, aktivitas yang dilakukan, asesmen pembelajaran ☐ Latihan soal (Asesmen pembelajaran)

Tabel 7 (Lanjutan)

9	Apakah media yang digunakan sebagai media pendukung dalam LKPD yang gunakan ?	☐ Video Pembelajaran ☐ PhET Simulation ☐ Alat Peraga Augmented Reality Virtual Reality ☐ Internet of Things ☐ Tidak menggunakan
10	Saat pembelajaran Energi alternatif Apakah pada LKPD terdapat aktivitas yang membimbing Anda menyelesaikan masalah dan memberikan inspirasi untuk menyelidiki atau menginvestigasi suatu masalah berkaitan dengan konsep yang sedang di bahas?	☐ Ya ☐ Tidak ☐ dengan alasan
11	Pada pembelajaran Energi alternatif bagaimana aktivitas yang terdapat pada LKPD untuk menuntun Anda melakukan <i>research</i> dan merancang suatu <i>project</i> berkaitan dengan konsep yang sedang di bahas?	☐ Diberikan permasalahan, menuntun untuk melakukan research dan merancang project ☐ Diberikan permasalahan dan solusinya
12	Saat pembelajaran Energi alternatif apakah pada LKPD terdapat aktivitas yang menuntun peserta didik untuk menguji produk atau solusi untuk memecahkan masalah berkaitan dengan konsep yang sedang di bahas?	☐ ya ☐ tidak ☐ dengan alasan
13	Saat pembelajaran Energi alternatif apakah pada LKPD terdapat aktivitas yang menuntun peserta didik untuk mempresentasi hasil <i>project</i> berkaitan dengan konsep yang sedang dibahas?	☐ presentasi hasil project ☐ Hanya mengumpulkan hasil laporan saja
14	Pada pembelajaran Energi alternatif Apakah aktivitas yang terdapat pada LKPD sudah mengintegrasikan STEM-PjBL?	☐ ya ☐ tidakhanya STEM atau PjBL saja
15	Pada pembelajaran Energi alternatif bagaimana aktivitas yang terdapat pada LKPD untuk meningkatkan keterampilan Berpikir Kreatif memecahkan masalah?	☐ Diminta mencari inovasi baru ☐ Menjawab pertanyaan saja
16	Saat pembelajaran Energi alternatif apakah pada LKPD terdapat aktivitas yang dapat meningkatkan keterampilan ?	☐ ya ☐ tidak
17	Apakah Anda pernah membaca tentang istilah “ <i>Sustainable Development Goals (SDG’s)</i> ”?	☐ ya ☐ tidak
18	Menurut anda apakah topik energi alternatif dapat digunakan ke dalam pembelajaran fisika sebagai SDGs? berikan alasannya!	

Tabel 7 (Lanjutan)

19	Saat pembelajaran Energi alternatif limbah apakah yang pernah digunakan untuk membelajarkan energi alternatif	☐ Belum Ada ☐ kulit pisang, kulit jeruk ☐ Limbah An Organik (Selongsong baterai) Ampas kelapa, Tomat busuk ☐ Lainnya
20	Menurut anda jika guru mendesain pembelajaran berbasis project yang memanfaatkan limbah organik dari lingkungan sekitar kita, apakah dapat meningkatkan keterampilan Creative Problem Solving peserta didik?	☐ Ya ☐ Tidak

3.2.2 Instrumen Pada Tahap *Develop*

a. Lembar Validasi Modul Ajar.

Instrumen yang digunakan untuk validasi ahli meliputi dengan aspek yang dinilai adalah isi, kegiatan pembelajaran, bahasa, waktu dan asesmen. Tujuan Untuk Mengetahui validitas Rencana pembelajaran berbasis *project* pemanfaatan ampas kelapa sebagai energi Listrik alternatif untuk meningkatkan *creative problem solving*. Hal ini ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Lembar Validasi Modul Ajar Energi Listrik Alternatif Berbasis Project

No	Aspek Penilaian	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
1	Isi				
1.1	Ketepatan penjabaran tujuan pembelajaran dari capaian pembelajaran				
1.2	Kesesuaian tujuan dengan tingkat perkembangan peserta didik				
2	Kegiatan Pembelajaran				
2.1	Kesesuaian kegiatan pembelajaran dengan tahapan pembelajaran berbasis project STEM-PjBL				
2.2	Terdapat kegiatan <i>Reflection</i> dalam pembelajaran				
2.3	Terdapat kegiatan <i>Research</i> dalam pembelajaran				
2.4	Terdapat kegiatan <i>Discovery</i> dalam pembelajaran				
2.5	Terdapat kegiatan <i>Application</i> dalam pembelajaran				
2.6	Terdapat kegiatan <i>Communication</i> dalam pembelajaran				
2.7	Perencanaan pembelajaran sudah memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berpartisipasi aktif				
2.8	Perencanaan pembelajaran sudah mencerminkan kegiatan pembelajaran yang interaktif				
3	Bahasa				

Tabel 8 (Lanjutan)

3.1	Bahasa yang digunakan sesuai dengan kaidah Bahasa				
3.2	Bahasa yang digunakan mudah dipahami (komunikatif)				
4	Waktu				
4.1	Kesesuaian waktu yang digunakan dengan kegiatan pembelajaran				
4.2	Alokasi waktu lebih banyak untuk aktivitas belajar peserta didik				
5	Asesmen				
5.1	Perencanaan pembelajaran sudah memuat asesmen yang digunakan untuk memberikan umpan balik guna memperbaiki proses pembelajaran				
5.2	Perencanaan pembelajaran sudah memuat asesmen yang dapat mengukur ketercapaian tujuan pembelajaran sesuai karakteristik peserta didik				
5.3	Asesmen sudah memiliki kriteria yang jelas dalam mengukur ketercapaian tujuan pembelajaran				
	Jumlah Keseluruhan				
	Rata-Rata Keseluruhan				

b. Lembar Validasi Kesesuaian Isi LKPD

Aspek yang ditanyakan pada validasi kesesuaian isi LKPD yaitu aktivitas, keterampilan *creative problem solving*, keterampilan , sistem sosial, komunikasi pembelajaran, sistem pendukung dan dampak instruksional penggiring. Hal itu ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Lembar Validasi Isi LKPD Energi Listrik Alternatif Berbasis Project

No	Aspek Penilaian	Skala			
		1	2	3	4
A	Aktivitas				
A.1	Dalam LKPD terdapat tahapan STEM-PJBL (<i>Reflection, Research, Discovery, Application dan Communication</i>).				
A.2	Dalam LKPD terdapat kesesuaian dengan capaian pembelajaran.				
A.3	Indikator pencapaian tujuan pembelajaran yang dirumuskan sesuai dengan tujuan pembelajaran				
A.4	Pertanyaan-pertanyaan yang ditampilkan dalam LKPD sesuai dengan urutan indikator pencapaian tujuan pembelajaran.				
A.5	Setiap aktivitas dapat meningkatkan <i>Creative Problem Solving</i>				
B	Keterampilan <i>Creative Problem Solving</i>				
B.1	Dalam LKPD terdapat indikator Keterampilan <i>Creative Problem Solving</i> yaitu <i>Define Problem</i> yang memungkinkan peserta didik membuat mengidentifikasi dan merumuskan masalah yang jelas				

Tabel 9 (Lanjutan)

B.2	Dalam LKPD terdapat indikator Keterampilan <i>Creative Problem Solving</i> yaitu <i>Identify Strategies</i> yang memungkinkan peserta didik mengidentifikasi beberapa pendekatan untuk memecahkan masalah yang berlaku dalam konteks tertentu.				
B.3	Dalam LKPD terdapat indikator Keterampilan <i>Creative Problem Solving</i> yaitu <i>Solving Problem</i> yang memungkinkan peserta didik mengembangkan rencana yang logis dan konsisten untuk memecahkan masalah, mengenali konsekuensi solusi dan mengartikulasikan alasan untuk memilih solusi yang diinginkan.				
B.4	Dalam LKPD terdapat indikator Keterampilan <i>Creative Problem Solving</i> yaitu <i>Inovative thinking</i> yang memungkinkan peserta didik memikirkan menciptakan ide, pertanyaan, format, atau produk yang baru atau unik				
B.5	Dalam LKPD terdapat indikator Keterampilan <i>Creative Problem Solving</i> yaitu <i>Connecting- Synthesizing-Transforming</i> yang memungkinkan peserta didik menghubungkan ide atau solusi dengan cara baru.				
B.6	Dalam LKPD terdapat indikator Keterampilan <i>Creative Problem Solving</i> yaitu <i>Implement Solution</i> yang memungkinkan peserta didik menerapkan solusi komprehensif dengan cara mengatasi berbagai faktor kontekstual masalah.				
B.7	Dalam LKPD terdapat indikator Keterampilan <i>Creative Problem Solving</i> yaitu <i>Evaluate outcome</i> yang memungkinkan peserta didik meninjau hasil yang berkaitan dengan masalah yang didefinisikan dengan mempertimbangkan kebutuhan untuk penelitian lebih lanjut				
C	Keterampilan				
C.1	Keterampilan <i>Creative Problem Solving</i> (kognitif)				
	a. Dalam LKPD memungkinkan peserta didik menjelaskan pengelolaan limbah untuk energi listrik alternatif secara tepat, dan pengembangan produk ramah lingkungan.				
	a. Dalam LKPD memungkinkan peserta didik mencari inovasi baru dalam pemanfaatan limbah organik di sekitar lingkungan untuk diubah menjadi energi Listrik alternatif				
	b. Dalam LKPD memungkinkan peserta didik menemukan buah-buahan yang dapat dijadikan energi Listrik alternatif				
	c. Dalam LKPD memungkinkan peserta didik mengidentifikasi kandungan senyawa pada ampas kelapa, tomat busuk dan				
	d. Dalam LKPD memungkinkan peserta didik mengukur arus dan tegangan menggunakan rangkaian seri				
C.2	Keterampilan <i>Creative Problem Solving</i> (Afektif)				
	a. Dalam LKPD memungkinkan peserta didik memanfaatkan limbah rumah tangga menjadi energi listrik alternatif				

Tabel 9 (Lanjutan)

	Dalam LKPD memungkinkan peserta didik bekerjasama dengan teman dalam mencari ide membuat energi listrik alternatif				
	Dalam LKPD memungkinkan peserta didik menjadi pribadi kreatif dalam membuat energi listrik alternatif				
D	Sistem Sosial				
D.1	Dalam LKPD memungkinkan terjadinya interaksi antara guru dan peserta didik				
D.2	Dalam LKPD memungkinkan interaksi antar peserta didik.				
E	Komunikasi Pembelajaran				
E.1	Dalam LKPD memungkinkan guru berperan sebagai fasilitator dan motivator.				
E.2	Dalam LKPD memungkinkan guru membimbing peserta didik dalam pembelajaran dan diskusi.				
E.3	Dalam LKPD memungkinkan guru memberi penguatan terhadap pendapat peserta didik dalam presentasi.				
E.4	Dalam LKPD memungkinkan guru meningkatkan <i>creative problem solving</i> peserta didik				
E.5	Dalam LKPD memungkinkan guru meningkatkan peserta didik				
F	Sistem Pendukung				
F.1	Dalam LKPD memungkinkan penggunaan media online untuk mencari informasi				
F.2	Dalam LKPD memungkinkan pemanfaatan lingkungan belajar				
G	Dampak Instruksional dan Pengiring				
G.1	Dalam LKPD memungkinkan peserta didik menjadi aktif dalam belajar				
G.2	Dalam LKPD memungkinkan peserta didik membuat alat peraga/ produk				
G.3	Dalam LKPD memungkinkan peserta didik berkomunikasi secara lisan, bekerjasama dan menghargai pendapat orang lain				
	Rata-Rata Keseluruhan				

c. Lembar Validasi Konstruks LKPD

Aspek yang dinilai yaitu originalitas, bahasa, desain, sistem pewarnaan kontras/menarik pada LKPD berbasis *project* yang akan dikembangkan dengan aspek yang ditanyakan. Hal ini ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Lembar validasi konstruk LKPD energi listrik alternatif berbasis *project*

No	Aspek Penilaian	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
1	Originalitas				
1.1	Rumusan materi dalam LKPD sesuai dengan perkembangan ilmu saat ini				
1.2	Teori pendukung yang digunakan tidak bertentangan dengan aktivitas pembelajaran berbasis project dan tujuan yang akan dicapai				
1.3	Penjelasan setiap langkah dalam LKPD saling terkait dan tidak kontradiktif				
1.3	Paparan dalam LKPD dan penjelasannya didukung oleh teori belajar konstruktivisme, Vygotsky				
1.4	Aktivitas guru dan peserta didik pada setiap aktivitas pembelajaran tidak saling kontradiktif				
1.5	Penjelasan pada teori pendukung, tujuan dan indikator pada LKPD yang saling mendukung dan tidak kontradiktif				
2	Bahasa				
2.1	Rumusan LKPD menggunakan kaidah bahasa yang baik dan benar				
2.2	Rumusan LKPD menggunakan Bahasa Indonesia yang mudah dipahami				
2.3	Rumusan LKPD menggunakan Bahasa Indonesia sesuai dengan tingkat perkembangan orang dewasa				
3	Desain				
3.1	Keserasian tulisan pada judul dan tampilan gambar pada cover depan sangat sesuai dan menarik bagi pembaca (peserta didik)				
3.2	Keserasian antara huruf dan spasi yang digunakan dalam penulisan LKPD sangat sesuai				
3.3	Font judul, subjudul, dan isi sudah sesuai				
3.4	Tampilan huruf dalam gambar sangat sesuai				
4	Sistem pewarnaan gambar sangat kontras dan menarik				
4.1	Ukuran huruf dalam tabel sangat jelas dan sesuai				
4.2	Keterpaduan antara gambar dan huruf sangat sesuai				
4.3	Gambar dapat memperjelas pemahaman peserta didik terhadap suatu konsep				

Angket validasi ini digunakan untuk menilai atau mengukur kelayakan modul ajar dan LKPD yang dikembangkan, yang diberikan kepada para ahli yang sudah berpengalaman yaitu 2 validasi ahli dan 1 validator praktisi. Hasil dari validasi tersebut yang akan membantu peneliti untuk merevisi instrumen sehingga layak untuk digunakan. Angket yang digunakan berbentuk semi tertutup yang berisi pernyataan dengan menggunakan skala Likert dimana pengisian angket validasi

ini dilakukan dengan menuliskan tanda checklist (✓) pada kolom yang tersedia. Penskoran pada skala validasi ini menggunakan skala Likert yang diadaptasi dari (Ratumanan & Laurent, 2011:131) yang dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Skala Likert pada Skala Validasi

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

3.2.3 Instrumen pada *Implementation*

a. Lembar Instrumen Kemenarikan LKPD

Aspek yang dinilai pada angket kemenarikan LKPD dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Instrumen kemenarikan LKPD energi listrik alternatif berbasis *project*

No	Aspek yang dinilai	Skor Penilaian				Komentar
		1	2	3	4	
1.	Halaman sampul yang dikembangkan menarik					
2.	Gambar sampul serasi dengan tema yang dipelajari (menggambarkan isi LKPD yang dikembangkan)					
3.	Jenis dan ukuran huruf yang dipilih dalam penulisan tepat					
4.	Huruf yang digunakan pada penulisan judul, sub judul dan kalimat sudah sesuai					
5.	Keterangan dan sumber belajar yang disajikan sesuai					
6.	Ruang atau bidang kosong yang didesain cukup untuk menulis jawaban peserta didik					
7.	Desain/perpaduan warna pada LKPD yang disajikan serasi					
8.	LKPD ini meningkatkan keterampilan <i>Creative Problem Solving</i>					
9.	LKPD ini sangat membantu dalam belajar					

b. Lembar Instrumen Keterbacaan LKPD

Aspek yang dinilai pada angket keterbacaan ditunjukkan pada Tabel 13.

Tabel 13. Instrumen keterbacaan LKPD energi listrik alternatif berbasis project

No	Aspek yang dinilai	Skor Penilaian				Komentar
		1	2	3	4	
1.	Materi yang disajikan dalam LKPD ini lengkap					
2.	LKPD ini sudah menggunakan kata-kata, gambar, diagram, simbol, dan lain-lain					
3.	Gambar, diagram atau simbol yang disajikan pada LKPD dapat terbaca/terlihat dengan jelas					
4.	Adanya gambar, diagram, atau simbol pada LKPD memudahkan untuk memahami materi pelajaran					
5.	Penerapan tata letak (judul, sub judul, teks, gambar, nomor halaman) LKPD ini teratur					
6.	Pemilihan jenis huruf, ukuran serta spasi yang digunakan sesuai sehingga memudahkan dalam membaca LKPD					
7.	LKPD sudah disertai petunjuk penggunaan yang jelas					
8.	LKPD ini menggunakan kata-kata yang mudah dipahami					

Skala uji kemenarikan dan keterbacaan diisi oleh peserta didik yang telah belajar dengan modul ajar dan LKPD energi listrik alternatif berbasis project pemanfaatan ampas kelapa untuk mengetahui kepraktisan produk dengan menuliskan tanda ceklist (✓) pada kolom 1/2/3/4 yang memiliki makna yaitu; (1) Tidak Nampak, (2) Kurang Nampak, (3) Nampak, (4) Sangat Nampak. Pada kolom paling kanan disediakan kolom saran. Penskoran pada skala ini menggunakan skala *Likert* yang diadaptasi dari (Ratumanan & Laurent, 2011:131) yang dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Skala Likert pada Skala Keterbacaan dan Kemenarikan

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

c. Lembar Observasi Aktivitas Peserta Didik

Lembar observasi aktivitas pembelajaran bertujuan untuk mengetahui aktivitas yang dilakukan peserta didik dalam kelompok pada pembelajaran Fisika di kelas eksperimen. Lembar observasi berisi sembilan aktivitas peserta didik yang diamati saat pembelajaran berbasis project, hal itu ditunjukkan pada Tabel 15.

Tabel 15. Lembar Observasi Aktivitas Peserta Didik

Kel	Aktivitas Peserta didik dalam kelompok	10 Menit		30 Menit		50 Menit		70 Menit	
		Ya (1)	Tdk (0)	Ya (1)	Ya (1)	Tdk (0)	Tdk (0)	Ya (1)	Tdk (0)
1	memperhatikan dan mendengarkan penjelasan guru								
2	membaca/mencatat dan mengumpulkan informasi dari berbagai sumber belajar								
3	berdiskusi antar peserta didik								
4	berdiskusi antara peserta didik dengan guru								
5	aktif menyelesaikan masalah yang terdapat dalam LKPD								
6	melaksanakan investigasi dan merumuskan hasil investigasi								
7	terlibat aktif dalam menanggapi/menilai penjelasan teman lain pada saat diskusi kelas								
8	menyelesaikan soal soal keterampilan creative problem solving								
9	aktivitas lain yang tidak relevan dalam pembelajaran								

Penilaian aktivitas peserta didik yang dilakukan oleh guru Fisika ditulis dengan angka 1 saat aktivitas yang dinilai dilakukan dan angka 0 saat aktivitas yang dinilai tidak dilakukan.

3.2.4 Instrumen Pada Tahap *Evaluate*

a. Instrumen *Creative Problem Solving*

Instrumen *creative problem solving* dibuat dalam bentuk instrumen tes yang berisi soal uraian untuk menilai *creative problem solving* peserta didik pada topik energi alternatif, sebelum dan setelah pembelajaran. Instrumen ini diberikan kepada peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Agar data yang diperoleh sah dan dapat dipercaya, maka instrumen yang digunakan harus bersifat reliabel. Kisi-kisi soal pada instrumen tes ditunjukkan pada Tabel 16.

Tabel 16. Kisi-Kisi Soal Tes *Creative Problem Solving*

Tujuan Pembelajaran	Indikator CPS	Indikator Soal/ Level Kognitif	No Soal
Peserta didik diharapkan dapat menganalisis dan mengembangkan ide kreatif pemanfaatan energi alternatif dari ampas kelapa dan tomat busuk untuk mengatasi permasalahan ketersediaan energi, melalui kegiatan pembelajaran berbasis project menunjukkan sikap beriman dan bertakwa kepada Tuhan YME, serta mampu berkolaborasi, berkomunikasi efektif, dan menghasilkan solusi yang orisinal, dan berkelanjutan	Fact Finding	Disajikan wacana tentang limbah organik, peserta didik dapat mengidentifikasi permasalahan yang ditimbulkan dari wacana tersebut (C2)	1
	<i>Fact Finding</i>	Peserta didik dapat menjelaskan solusi yang dapat ditawarkan dalam mengatasi permasalahan ketersediaan energi (C2)	2
	<i>Fact Interpreting</i>	Peserta didik dapat menuliskan pengetahuan tentang senyawa yang terdapat pada ampas kelapa dan tomat busuk yang dapat mengantarkan arus listrik (C3)	3
	<i>Fact Interpreting</i>	Peserta didik dapat menjelaskan reaksi kimia yang terjadi saat pembuatan biobaterai (C3)	4
	<i>Idea Finding</i>	Peserta didik dapat menganalisis faktor yang harus diperhatikan dalam proses pembuatan biobaterai (C4)	5
	<i>Idea Finding</i>	Peserta didik dapat mengidentifikasi variabel apa saja yang mempengaruhi hasil biobaterai (C2)	6
	<i>Idea Developing</i>	Peserta didik dapat dapat menjelaskan komposisi bahan yang akan divariasi pada pembuatan biobaterai dari ampas kelapa dan tomat busuk (C3)	7
	<i>Solution Generating</i>	Peserta didik dapat merancang pembuatan biobaterai dari ampas kelapa dan tomat busuk dengan menentukan variabel yang akan digunakan dalam pembuatan biobaterai dari ampas kelapa dan tomat busuk (C5)	8
	<i>Solution Generating</i>	Peserta didik dapat menjelaskan bahan yang akan digunakan dalam pembuatan	9

		biobaterai dari ampas kelapa dan tomat busuk (C2)	
	<i>Solution Evaluating</i>	Peserta didik dapat membuat prosedur percobaan pembuatan biobaterai dari ampas kelapa dan tomat busuk (C4)	10

3.4 Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode campuran (*mixed method*), yaitu penggabungan penelitian kualitatif dan kuantitatif (Fetters *et al.*, 2013) dengan teknik analisis data sebagai berikut.

3.4.1 Data Validitas

Data validitas diperoleh dari angket uji ahli isi dan konstruk serta uji ahli modul ajar yang diisi oleh validator, kemudian dianalisis menggunakan analisis persentase (Sudjana, 2005).

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

Hasil persentase yang diperoleh dikonversikan dengan kriteria yang mengadaptasi dari (Arikunto, 2011) seperti yang terlihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Konversi Skor Penilaian Kevalidan Produk.

Persentase	Kriteria
0,00%-20%	Validitas sangat rendah/tidak baik
20,1%-40%	Validitas rendah/kurang baik
40,1%-60%	Validitas sedang/cukup baik
60,1%-80%	Validitas tinggi/baik
80,1%-100%	Validitas sangat tinggi/sangat baik

Berdasarkan Tabel 19, peneliti memberi batasan bahwa produk yang dikembangkan terkategori valid jika mencapai skor yang peneliti tentukan, yaitu minimal 60% dengan kriteria validitas sedang.

d. Uji Validitas

Uji Validitas Validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat kevalidan atau kesahihan suatu instrumen tes (Arikunto, 2011). Sebuah instrumen dikatakan valid apabila mampu mengukur indikator yang seharusnya diukur. Uji validitas

dilakukan dengan menggunakan rumus Product Moment Pearson. Analisis validitas produk dilakukan dengan menggunakan software SPSS Statistics 26. Penafsiran koefisien korelasi untuk uji validitas, ditampilkan pada Tabel 18.

Tabel 18. Kriteria Koefisien Validitas

Ketentuan Nilai r_{tabel}	Kategori
$0,80 < r_{xy} \leq 1,00$	Sangat Tinggi
$0,60 < r_{xy} \leq 0,79$	Tinggi
$0,40 < r_{xy} \leq 0,59$	Cukup
$0,20 < r_{xy} \leq 0,39$	Rendah
$0,00 < r_{xy} \leq 0,19$	Sangat Rendah

e. Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas instrumen tes digunakan untuk mengetahui taraf kepercayaan suatu tes. Suatu tes dikatakan memiliki taraf kepercayaan yang tinggi apabila tes tersebut dapat memberikan hasil yang tetap (Arikunto, 2011). Metode yang digunakan peneliti dalam penelitian ini adalah metode alpha cronbach. Peneliti membatasi nilai $> 0,60$ atau $> 0,70$ sudah dapat diterima (reliable). Reliabilitas tes diperoleh dari hasil analisis menggunakan *SPSS*.

3.4.2 Data Kepraktisan

Data kepraktisan diperoleh dari skala keterbacaan yang diisi oleh peserta didik, kemudian dianalisis menggunakan analisis persentase (Sudjana, 2005).

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

Hasil presentase yang diperoleh dikonversikan dengan kriteria yang mengadaptasi dari (Arikunto, 2011) seperti yang terlihat pada Tabel 19.

Tabel 19. Konversi Skor Penilaian Kepraktisan Produk

Persentase	Kriteria
0,00%-20%	Kepraktisan sangat rendah/tidak baik
20,1%-40%	Kepraktisan rendah/kurang baik
40,1%-60%	Kepraktisan sedang/cukup baik
60,1%-80%	Kepraktisan tinggi/baik
80,1%-100%	Kepraktisan sangat tinggi/sangat baik

Berdasarkan Tabel 21, peneliti memberi batasan bahwa produk yang dikembangkan terkategori praktis jika mencapai skor yang peneliti tentukan, yaitu minimal 60% dengan kriteria kepraktisan sedang.

3.4.3 Data Efektivitas

1. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan sebagai uji prasyarat dalam menentukan pemilihan analisis statistik lebih lanjut. Hasil uji normalitas pada penelitian ini menunjukkan persebaran data pretest dan posttest berdistribusi normal atau tidak normal. Uji normalitas dalam penelitian ini menggunakan software SPSS melalui uji Shapiro–Wilk karena jumlah data kurang dari 50 dengan hipotesis sebagai berikut.

H_0 : Data terdistribusi secara normal

H_1 : Data tidak terdistribusi secara normal

Kriteria uji:

Nilai sig. atau probabilitas < 0.05 maka H_0 ditolak

Nilai sig. atau probabilitas > 0.05 maka H_0 diterima

(Suyatna, 2017:12-14)

2. Uji Beda Rata-Rata

Uji beda rata-rata dilakukan setelah sampel dinyatakan berdistribusi normal yaitu melalui Uji Independent Sample t-Test atau tidak normal dengan uji Mann Whitney U dengan meninjau Levene's Test for Equality of Variances yang menunjukkan hasil varian pada kelas kontrol dan kelas eksperimen.

Hipotesis yang digunakan dalam homogenitas sebagai berikut.

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

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

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

H_0 : Tidak terdapat perbedaan rata-rata skor *creative problem solving* peserta

didik pada kelas eksperimen dan kontrol.

H_1 : Terdapat perbedaan rata-rata skor *creative problem solving* peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kriteria uji:

Nilai sig. atau probabilitas < 0.05 maka H_0 ditolak.

Nilai sig. atau probabilitas > 0.05 maka H_0 diterima.

(Suyatna, 2017:22-28)

3. Uji ANCOVA (*Analysis of Covariance*) dan *Effect Size*

Uji dampak ANCOVA dilakukan menggunakan Software SPSS untuk meninjau pengaruh perlakuan terhadap variabel dependen dengan mengontrol variabel lain .

Uji ini dilakukan melalui analisis analisis general linear model- univariate.

Hipotesis yang digunakan dalam ANCOVA

H_0 :Tidak terdapat perbedaan yang signifikan rata-rata skor *creative problem solving* peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.

H_1 : Terdapat perbedaan signifikan rata-rata skor *creative problem solving* peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Kriteria uji:

Nilai sig. atau probabilitas < 0.05 maka H_0 ditolak.

Nilai sig. atau probabilitas > 0.05 maka H_0 diterima.

(Suyatna, 2017:22-28)

Effect size dapat dilihat dari hasil uji dampak ANCOVA, mengukur besarnya efek penggunaan Pengembangan Modul Ajar menggunakan model STEM-PjBL terhadap *creative problem solving* peserta didik. Nilai Effect size yang diperoleh,kemudian diinterpretasikan dengan kategori menurut Hake (1998) pada Tabel 20.

Tabel 20. Kriteria Nilai *Effect Size*

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

4. (N-Gain)

Skor peningkatan yang ternormalisasi (N-gain) dihitung untuk setiap indikator *creative problem solving*. Langkah ini bertujuan untuk menilai seberapa besar peningkatan yang dicapai pada masing-masing indikator tersebut, sehingga peneliti dapat mengetahui hubungan antara penerapan LKPD energi listrik alternatif berbasis *project* yang telah dikembangkan. Adapun rumus yang digunakan untuk *N-Gain* menurut Hake (1998) sebagai berikut:

$$N - gain = \frac{skor\ posttes - skor\ pretest}{skor\ ideal - skor\ pretest}$$

Hasil N-Gain tersebut kemudian diinterpretasikan dengan kategori pada Tabel 21.

Tabel 21. Kategori Nilai N-gain

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

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kevalidan pengembangan modul ajar energi listrik alternatif berbasis project pemanfaatan ampas kelapa dinyatakan sangat valid dengan rata-rata bobot persentase 89,85% dengan kriteria validitas sangat baik. Skor ini diperoleh melalui penilaian aspek validasi program pembelajaran yang meliputi modul ajar dan *LKPD*. Skor yang diperoleh dari beberapa aspek tersebut berturut-turut 88,92% dan 90,78%. Setelah dirata-rata persentase skor yang diperoleh sebesar 89,85%, yang menunjukkan bahwa pengembangan modul ajar yang dikembangkan sangat valid digunakan pada mata pelajaran Fisika SMA, Fase E, kelas X semester ganjil pada topik energi alternatif.
2. Kepraktisan pengembangan modul ajar energi listrik alternatif berbasis project pemanfaatan ampas kelapa dinyatakan sangat praktis dengan rata-rata bobot persentase 81,33% dengan kriteria kepraktisan sangat baik. Skor ini diperoleh melalui penilaian aspek kepraktisan yang meliputi aspek kemenarikan dan keterbacaan. Skor yang diperoleh dari beberapa aspek tersebut berturut-turut 82,25% dan 80,42. Setelah dirata-rata persentase skor yang diperoleh sebesar 81,33%, yang menunjukkan bahwa pengembangan modul ajar yang dikembangkan sangat praktis untuk digunakan pada mata pelajaran Fisika SMA, Fase E, kelas X semester ganjil pada topik energi alternatif.
3. Pengembangan modul ajar energi alternatif berbasis project pemanfaatan ampas kelapa efektif karena terbukti mampu meningkatkan *creative problem solving* peserta didik. Hal ini dibuktikan dari hasil *N-Gain* dan

effect size pada kelas eksperimen melalui instrumen tes *creative problem solving* sebesar 0,62 terkategori sedang. Perolehan skor *effect size* yang didapatkan sebesar 0,533 (sedang). Berdasarkan penetapan batasan keberhasilan efektivitas tesis pada penelitian ini yaitu sedang maka pengembangan modul ajar energi listrik alternatif berbasis project pemanfaatan ampas kelapa yang dikembangkan efektif dalam meningkatkan *Creative Problem Solving* peserta didik.

5.2 Saran

Berdasarkan pembahasan dan kesimpulan, peneliti menyarankan kepada guru yang ingin mengadakan penelitian serupa yaitu pengembangan modul ajar energi listrik alternatif berbasis *project* pemanfaatan ampas kelapa untuk meningkatkan *Creative Problem Solving* membuat instrumen dan rubrik yang mudah digunakan, melakukan tatap muka di kelas setidaknya 3x pertemuan, meminta peserta didik untuk membuat rencana dan jadwal kegiatan yang detail dan diserahkan sebelum peserta didik memulai kegiatan *project* di luar jam pelajaran. Menyediakan waktu tatap muka untuk uji produk di kelas sebelum hasil produk dipresentasikan. Hal ini agar setelah belajar dengan menggunakan modul ajar energi listrik alternatif berbasis *project creative problem solving* peserta didik dapat meningkat secara maksimal sehingga peserta didik dapat memanfaatkan lingkungan sekitar yang sangat relevan dengan SDGs dan dapat menjawab tantangan abad 21.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, A., Maulina, H., Nurulsari, N., Sukamto, I., Umam, A. N., & Mulyana, K. M. (2023). Impacts Of Integrating Engineering Design Process Into Stem Makerspace On Renewable Energy Unit To Foster Students' System Thinking Skills. *Heliyon*, 9(4), E15100. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.E15100>
- Abidin, M., Hafidh, A. F., Widyaningsih, M., Yusuf, M., & Murniati, A. (2020). Pembuatan Biobaterai Berbasis Ampas Kelapa Dan Tomat Busuk. *Al-Kimiya*, 7(1), 28–34. <https://doi.org/10.15575/Ak.V7i1.6511>
- Adam, W., Permanasari, A., & Hamidah, I. (2021). Sustainability Literacy Of Student's Junior High School At Science Learning In Schools. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 22(2), 206–214. <https://doi.org/10.23960/jpmipa/V22i2.Pp206-214>
- Affandy, H., Aminah, N. S., & Supriyanto, A. (2019). Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Fluida Dinamis Di Sma Batik 2 Surakarta. *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika (JMPF)* Volume 9 Nomor 1 2019 ISSN : 2089-6158
- Afifa, M., Wiyono, K., & Sriyanti, I. (N.D.). Innovative Evaluation: Uncovering The Need For Ethno- Stem Tools In Assessing Creative Thinking In Physics Education. *Jurnal Pendidikan Dan Pengajaran*, 11(2).
- Al-Rizal, A. A., & Trisnawati, N. (2020). Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik (Lkpd) Berbasis Saintifik Pada Mata Pelajaran Teknologi Perkantoran Kelas X Otkp Di Smk Ketintang Surabaya. *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran (Jpap)*, 9(1), 186–197. <https://doi.org/10.26740/jpap.V9n1.P186-197>
- Amiruddin, M. Z. B., Nahadi, N., Anwar, S., Samsudin, A., Suhandi, A., & Aminudin, A. H. (2024). Ethnoscience: A Philosophical Study With Anthropological, Ontological And Axiological Perspectives. *Vidya Karya*, 39(1), 12. <https://doi.org/10.20527/Jvk.V39i1.17912>
- Anaba, S. A., & Olubusoye, O. E. (2020). Electricity Generation From Renewable Resources. In W. Leal Filho, A. M. Azul, L. Brandli, A. Lange Salvia, & T. Wall (Eds.), *Affordable And Clean Energy* (Pp. 1–13). Springer

- International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-71057-0_137-1
- Ang, T.-Z., Salem, M., Kamarol, M., Das, H. S., Nazari, M. A., & Prabakaran, N. (2022). A Comprehensive Study Of Renewable Energy Sources: Classifications, Challenges And Suggestions. *Energy Strategy Reviews*, 43, 100939. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2022.100939>
- Anggraini, D., Abdurrahman, A., & Herlina, K. (2023). Development Of Learning Program Based On Multiple Representations Integrated With Pjbl-Stem To Foster Students' Sustainability Literacy. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Keilmuan (Jpfk)*, 8(2), 253. <https://doi.org/10.25273/jpfk.v8i2.15660>
- Ariyatun, A. (2021). Analysis Of Ethno-Stem Integrated Project Based Learning On Students' Critical And Creative Thinking Skills. *Journal Of Educational Chemistry (Jec)*, 3(1). <https://doi.org/10.21580/jec.2021.3.1.6574>
- Antonius Wahyana (2022). Teaching Thinking And Thinking Skills. *Article Universitas Kristen Satya Wacana*. Salatiga
- Atina, A., Kartini Herlina, & Abdurrahman. (2025). Teachers' Perception Toward E-Lkpd Stem-Edp To Improve System Thinking Skills And Creative Problem Solving Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan Ipa*, 11(1), 800–808. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i1.9491>
- Attoriq, B., Fittuqo, M. S., & Ramadhan, Y. R. (2024). Bio-Kotak: Biobaterai Komposit Ampas Kelapa (Cocos Nucifera) Dan Limbah Cair Tahu Sebagai Alternatif Sumber Listrik Portabel Terbarukan. *Kimia Padjadjaran*, Vol. 2 No. 2: 76-89.
- Babalola, E. O., & Keku, E. (2024). Ethno-Stem Integrated Project-Based Learning To Improve Students' Creative Thinking Skills. *International Journal Of Ethnoscience And Technology In Education*, 1(2), 116. <https://doi.org/10.33394/ijete.v1i2.11308>
- Chairunnisya, S., Abdurrahman, Distrik, I. W., Herlina, K., Rosidin, U., & Rabbani, G. F. (2023). Engineering Design Process (Edp) Strategy Integrated Pjbl-Stem In Learning Program: Need Analysis To Stimulate Numeracy Literacy Skills On Renewable Energy Topic. *Jurnal Penelitian Pendidikan Ipa*, 9(12), 11197–11206. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i12.6088>
- Chen, C., An, Q., Zheng, L., & Guan, C. (2022). Sustainability Literacy: Assessment Of Knowingness, Attitude And Behavior Regarding Sustainable Development Among Students In China. *Sustainability*, 14(9), 4886. <https://doi.org/10.3390/su14094886>
- Heliawati, L., Afakillah, I. I., Pursitasari, I. D. (2021). Creative Problem-Solving Learning Through Open-Ended Experiment For Students' Understanding

- And Scientific Work Using Online Learning. *International Journal Of Instruction*, 14(4), 321–336. <https://doi.org/10.29333/Iji.2021.14419a>
- Del Cerro Velázquez, F., & Lozano Rivas, F. (2020). Education For Sustainable Development In Stem (Technical Drawing): Learning Approach And Method For Sdg 11 In Classrooms. *Sustainability*, 12(7), 2706. <https://doi.org/10.3390/Su12072706>
- Dewaters, J., Qaqish, B., Graham, M., & Powers, S. (2013). Designing An Energy Literacy Questionnaire For Middle And High School Youth. *The Journal Of Environmental Education*, 44(1), 56–78. <https://doi.org/10.1080/00958964.2012.682615>
- Fahrozy, F. P. N., Irianto, D. M., & Kurniawan, D. T. (2022). Etnosains Sebagai Upaya Belajar Secara Kontekstual Dan Lingkungan Pada Peserta Didik Di Sekolah Dasar. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(3), 4337–4345. <https://doi.org/10.31004/Edukatif.V4i3.2843>
- Fortus, D., Krajcik, J., Dershimer, R. C., Marx, R. W., & Mamlok-Naaman, R. (2005). Design-Based Science And Real-World Problem-Solving. *International Journal Of Science Education*, 27(7), 855–879. <https://doi.org/10.1080/09500690500038165>
- Gafour, O. W. A., & Gafour, W. A. S. (2022). *Creative Thinking Skills. A Review Article*. Research.
- Jatmiko, D. D. H., Andriana, L., Pambudi, D. S., Trapsilasiwi, D., & Hussen, S. (2023). Proses Berpikir Kreatif Siswa Dalam Pemecahan Masalah Open-Ended Berdasarkan Teori Wallas Ditinjau Dari Adversity Quotient. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika* P-ISSN: 2614-3038 Volume 07, No. 1, December 2022 -March 2023, pp. 340-349. DoI: <https://doi.org/10.31004/cendekia.v7i1.1993>
- Komariyah, A. Y. (2021). Pemanfaatan Limbah Tomat Busuk Dan Ampas Kelapa Sebagai Baterai Alami Yang Ramah Lingkungan. *Seminar UNESA*. Surabaya
- Lasmawan, I. W., & Budiarta, I. W. (2020). Vygotsky's Zone Of Proximal Development And The Students' Progress In Learning (A Heutagogcal Bibliographical Review). *Jpi (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 9(4), 545. <https://doi.org/10.23887/Jpi-Undiksha.V9i4.29915>
- Muhibin, M., & Hidayatullah, M. A. (2020). Implemntasi Teori Belajar Konstruktivisme Vygotsky Pada Mata Pelajaran Pai Di Sma Sains Qur' An Yogyakarta. *Belajea; Jurnal Pendidikan Islam*, 5(1), 113. <https://doi.org/10.29240/Belajea.V5i1.1423>

- Nipyrakis, A., Stavrou, D., & Avraamidou, L. (2024). In-Service Teachers' Views About Stem Integration: A Case Study. *Research In Integrated Stem Education*, 2(2), 85–119. <https://doi.org/10.1163/27726673-Bja00021>
- Noprinda, C. T., & Soleh, S. M. (2019). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (Lkpd) Berbasis Higher Order Thinking Skill (Hots). *Indonesian Journal Of Science And Mathematics Education*, 2(2), 168–176. <https://doi.org/10.24042/Ijsme.V2i2.4342>
- Nurkhasanah, N., Purwanto, B. E., & Basukiyatno, B. (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. <https://doi.org/10.37985/Jer.V5i3.1464>
- Oecd. (2023). *Innovating Assessments To Measure And Support Complex Skills* (N. Foster & M. Piacentini, Eds.). Oecd. <https://doi.org/10.1787/E5f3e341-En>
- Panjaitan, D. (2021). Potensi Pemanfaatan Limbah Ampas Kelapa Sebagai Sumber Pangan Atau Bahan Substitusi Makanan Kesehatan. *Jurnal Riset Teknologi Pangan Dan Hasil Pertanian (Retipa)*, 63–68. <https://doi.org/10.54367/Retipa.V1i2.1209>
- Payong, M. R. (2020). Zone Of Proximal Development And Social Constructivism Based Education According To Lev Semyonovich Vygotsky. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan Missio*, 12(2), 164–178. <https://doi.org/10.36928/Jpkm.V12i2.589>
- Prajoko, S., Sukmawati, I., Maris, A. F., & Wulanjani, A. N. (2023). Project Based Learning (Pjbl) Model With Stem Approach On Students' Conceptual Understanding And Creativity. *Jurnal Pendidikan Ipa Indonesia*, 12(3), 401–409. <https://doi.org/10.15294/Jpii.V12i3.42973>
- Purwaningsih, E., Sari, S. P., Sari, A. M., & Suryadi, A. (2020). The Effect Of Stem-Pjbl And Discovery Learning On Improving Students' Problem-Solving Skills Of Impulse And Momentum Topic. *Jurnal Pendidikan Ipa Indonesia*, 9(4), 465–476. <https://doi.org/10.15294/Jpii.V9i4.26432>
- Rahayu, I. P., & Wulandari, F. (2025). Creative Thinking Skills Through Project-Based Learning (Pjbl)-Stem. *Jurnal Pijar Mipa*, 20(5), 864–869. <https://doi.org/10.29303/Jpm.V20i5.9381>
- Rahayu, S., Abdurrahman, Herlina, K., Suyatna, A., & Ertikanto, C. (2025). Analysis Of Teachers' Needs In Renewable Energy Learning Programs Using Ssi Integrated With Pjbl-Stem To Enhance Collaborative Problem-Solving And Entrepreneurial Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan Ipa*, 11(1), 774–782. <https://doi.org/10.29303/Jppipa.V11i1.9299>

- Sari, F. P., Maryati, M., & Wilujeng, I. (2023). Ethnoscience Studies Analysis And Their Integration In Science Learning: Literature Review. *Jurnal Penelitian Pendidikan Ipa*, 9(3), 1135–1142. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i3.2044>
- Sari, L. P., Hatchi, I., & Kahanna, M. (2020). *Modul Ajar Fisika Dasar Berbasis Model Project Based Learning (Pjbl) Yang Efektif Bagi Mahasiswa Pendidikan Fisika*.
- Stohlmann, M., Moore, T., & Roehrig, G. (2012). Considerations For Teaching Integrated Stem Education. *Journal Of Pre-College Engineering Education Research*, 2(1), 28–34. <https://doi.org/10.5703/1288284314653>
- Sugianto, S., Rusilowati, A., Widiyatmoko, A., Puspitasari, D., Arifa, N. M., & Roziqin, R. (2023). *Inovasi Pembelajaran Sains Berbasis Stem Bagi Guru Sd, Smp Dan Sma Sekolah Indonesia Kuala Lumpur*.
- Suherman, Vidákovich, T., & Komarudin. (2021). Stem-E: Fostering Mathematical Creative Thinking Ability In The 21st Century. *Journal Of Physics: Conference Series*, 1882(1), 012164. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1882/1/012164>
- Sumarni, L. B., & Wahyuningsih, E. (2024.). *Creative Problem Solving And Process Skills In Integrated Science Learning*. Indonesian Journal of Science Education and Applied Science (IJSEAS). Vol. 4, No.1, ISSN: 2776-8252
- Tamrin, M., & Sirate, S. F. S. (2011). Teori Belajar Konstruktivisme Vygotsky Dalam Pembelajaran Matematika. 3. *Sigma (Suara Intelektual Gaya Matematika)*
- Tasyani, A., Herlina, K., & Ertikanto, C. (2025). *Socio Scientific Issue Integrated Stem-Pjbl In Teachers' Perspective: Can Its Implementation In Learning Programs Improve Students' Creative Thinking Skills On The Topic Of Renewable Energy? 11(1)*.
- Tohari, B., & Rahman, A. (2024). Konstruktivisme Lev Semonovich Vygotsky Dan Jerome Bruner: Model Pembelajaran Aktif Dalam Pengembangan Kemampuan Kognitif Anak. *Nusantara: Jurnal Pendidikan Indonesia*, 4(1), 209–228. <https://doi.org/10.14421/Njpi.2024.V4i1-13>
- Toruan, P. L., Wahyuni, D. P., Rahmawati, R., & Atina, A. (2024). Development Of Bio Batteries Utilizing Coconut Dregs And Pineapple Extract As Alternative Energy Sources. *Circuit: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 8(2), 147. <https://doi.org/10.22373/Crc.V8i2.20933>
- Treffinger, D. J., & Isaksen, S. G. (2005). Creative Problem Solving: The History, Development, And Implications For Gifted Education And Talent

Development. *Gifted Child Quarterly*, 49(4), 342–353.
<https://doi.org/10.1177/001698620504900407>

Tseng, K.-H., Chang, C.-C., Lou, S.-J., & Chen, W.-P. (2013). Attitudes Towards Science, Technology, Engineering And Mathematics (Stem) In A Project-Based Learning (Pjbl) Environment. *International Journal Of Technology And Design Education*, 23(1), 87–102. <https://doi.org/10.1007/S10798-011-9160-X>

Vieira, F., Santana, H. E. P., Jesus, M., Santos, J., Pires, P., Vaz-Velho, M., Silva, D. P., & Ruzene, D. S. (2024). Coconut Waste: Discovering Sustainable Approaches To Advance A Circular Economy. *Sustainability*, 16(7), 3066. <https://doi.org/10.3390/Su16073066>