

**PENGEMBANGAN PEMBELAJARAN BERDIFERENSIASI
BERBANTUAN LKPD BERMUATAN STEM UNTUK
MENINGKATKAN *CREATIVE PROBLEM SOLVING*
DAN PROFIL KETERAMPILAN PROSES
SAINS PESERTA DIDIK**

(Tesis)

Oleh

**SULISTIANI
NPM 2223022001**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

PENGEMBANGAN PEMBELAJARAN BERDIFERENSIASI BERBANTUAN LKPD BERMUATAN STEM UNTUK MENINGKATKAN *CREATIVE PROBLEM SOLVING* DAN PROFIL KETERAMPILAN PROSES SAINS PESERTA DIDIK

Oleh

SULISTIANI

Penelitian ini bertujuan mengembangkan program pembelajaran berdiferensiasi bermuatan STEM dalam bentuk modul ajar dan LKPD yang valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan *creative problem solving* dan profil keterampilan proses sains peserta didik pada topik energi alternatif. Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan dengan desain ADDIE yang terdiri dari langkah *Analyze, Design, Development, Implementation* dan *Evaluation*. Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis persentase terhadap skor validitas dan kepraktisan, serta analisis statistik untuk efektivitas. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa program pembelajaran berdiferensiasi yang dikembangkan memiliki kevalidan yang sangat tinggi pada aspek isi, konstruk, bahasa dan desain dengan persentase 91,74%. Dalam hal kepraktisan memiliki keterbacaan, kemenarikan, dan keterlaksanaan yang tinggi dengan memperoleh persentase 89,68% dengan kriteria sangat praktis. Selain itu, program pembelajaran yang dikembangkan juga telah terbukti efektif dalam meningkatkan *creative problem solving* dan mengetahui profil keterampilan proses sains peserta didik yang ditunjukkan dengan memperoleh N-Gain 0,62 dengan kriteria peningkatan sedang. Pengaruh penerapan pembelajaran berdiferensiasi pada kelas eksperimen ditunjukkan dengan nilai *effect size* 0,855 dengan kategori besar. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa program pembelajaran yang dapat mengakomodasi kebutuhan siswa yang berbeda yang meliputi kemampuan awal siswa dan gaya belajar sangat diperlukan karena program pembelajaran berdiferensiasi yang dikembangkan dapat meningkatkan *creative problem solving* dan mengetahui profil keterampilan proses sains peserta didik.

Kata Kunci: *Creative Problem Solving*, Keterampilan Proses Sains, LKPD, Pembelajaran Berdiferensiasi

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF STEM-LOADED LKPD-ASSISTED DIFFERENTIATED LEARNING FOR IMPROVE CREATIVE PROBLEM SOLVING AND PROCESS SKILL PROFILES STUDENT SCIENCE

By

SULISTIANI

The aim of this study is to develop a differentiated STEM-based learning program in the form of teaching modules and Student Worksheets that are valid, practical, and effective in enhancing students' creative problem-solving skills and science process skill profiles in the topic of alternative energy. This research adopts a developmental research design using the ADDIE model, which encompasses the Analyze, Design, Development, Implementation, and Evaluation phases. Data analysis techniques employed include percentage analysis of validity and practicality scores, as well as statistical analysis for effectiveness. The research findings indicate that the developed differentiated learning program exhibits very high validity in terms of content, construct, language, and design, with a percentage of 91.74%. In terms of practicality, it demonstrates high readability, attractiveness, and feasibility, achieving a percentage of 89.68% and meeting the criteria for being highly practical. Furthermore, the developed program has proven effective in enhancing creative problem-solving and understanding students' science process skill profiles, as indicated by an N-Gain of 0.62, reflecting moderate improvement. The impact of implementing differentiated learning in the experimental class is evidenced by an effect size of 0.855, classified as large. The study underscores the necessity of a learning program capable of accommodating different student entry behaviour, including their varying levels of ability and learning styles, as the developed differentiated learning program has demonstrated its potential in enhancing creative problem-solving and understanding students' science process skill profiles.

Keywords: Creative Problem Solving, Differentiated Learning, Science Process Skills, Student Worksheets

**PENGEMBANGAN PEMBELAJARAN BERDIFERENSIASI
BERBANTUAN LKPD BERMUATAN STEM UNTUK
MENINGKATKAN *CREATIVE PROBLEM SOLVING*
DAN PROFIL KETERAMPILAN PROSES
SAINS PESERTA DIDIK**

Oleh

SULISTIANI

Tesis

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

Pada

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



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul Tesis : **PENGEMBANGAN PEMBELAJARAN
BERDIFERENSIASI BERBANTUAN LKPD
BERMUATAN STEM UNTUK
MENINGKATKAN *CREATIVE PROBLEM
SOLVING* DAN PROFIL KETERAMPILAN
PROSES SAINS PESERTA DIDIK**

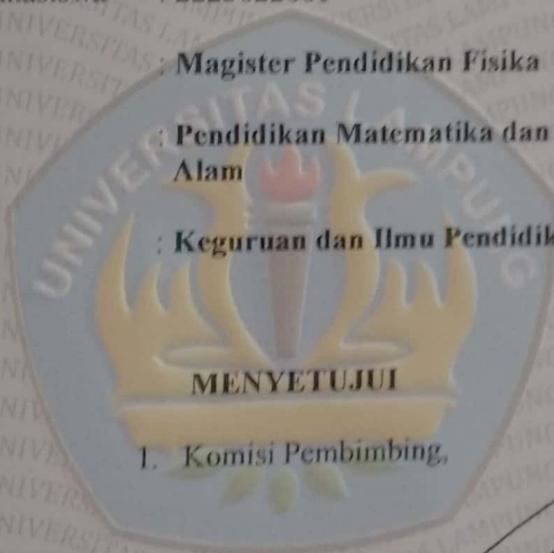
Nama Mahasiswa : **Sulistiani**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2223022001**

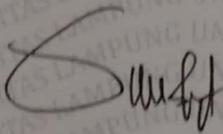
Program Studi : **Magister Pendidikan Fisika**

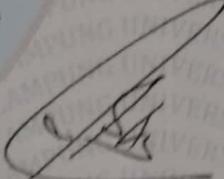
Jurusan : **Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan
Alam**

Fakultas : **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**

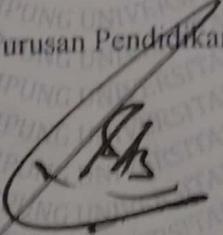


1. Komisi Pembimbing,


Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si
NIP 19600821 198503 1 004


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

2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA,


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

MENGESAHKAN

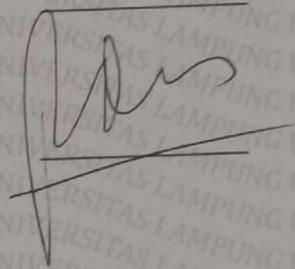
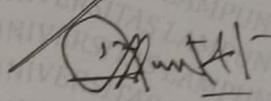
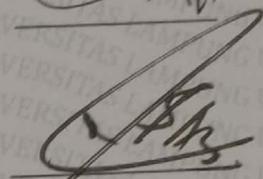
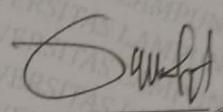
1. Tim Penguji

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

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

Penguji Anggota : Dr. Kartini Herlina, M.Si

: Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si



Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Prof. Dr. Sunyono, M.Si
NIP. 19651230 199111 1 001

3. Direktur Program Pascasarjana



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

Tanggal Lulus Ujian Tesis: 3 April 2024

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini adalah:

Nama : Sulistiani
NPM : 2223022001
Fakultas / Jurusan : KIP / Pendidikan MIPA
Program Studi : Magister Pendidikan Fisika
Alamat : Jalan RA. Basyid Gang Kapten Subli No. 84,
Labuhan Dalam Bandar Lampung.

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

Bandar Lampung, April 2024
Yang Menyatakan,



Sulistiani
NPM 2223022001

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Tanjung Karang, pada tanggal 15 Maret 1976, sebagai anak bungsu dari pasangan (alm) Bapak Sukarno dan (alm) Ibu Sutarmi. Penulis menikah dengan Syamsul Rizal dan dikaruniai 3 orang anak yaitu Syifa Alya (alm), Salwa Alya, dan Safira Azzahra.

Penulis mengawali pendidikan formal pada tahun 1982 di SDN 4 Gedong Air, Bandar Lampung. Selanjutnya di SMPN 6 Tanjungkarang dan SMAN 3 Tanjungkarang. Penulis menyelesaikan Pendidikan Strata 1 di Universitas Negeri Yogyakarta pada tahun 2000.

Awal karir sebagai guru dimulai semenjak tahun 2000 sebagai guru honorer di SMA Muhammadiyah 7 Yogyakarta. Pada tahun 2001-2003 sebagai guru honorer di SMA Perintis Bandar Lampung, tahun 2003-2005 sebagai Guru Bantu Daerah Kota Bandar Lampung yang bertugas di SMAN 3 Bandar Lampung. Pada tahun 2005 diberi amanah sebagai Guru PNS dan ditugaskan di SMAN 15 Bandar Lampung hingga saat ini.

MOTTO

“Karena itu, ingatlah kamu kepada-Ku niscaya Aku ingat (pula) kepadamu, dan bersyukurlah kepada-Ku, dan janganlah kamu mengingkari (nikmat)-Ku.”
(Q.S Al Baqoroh : 152)

“Kebahagiaan terbesar adalah mempunyai rasa syukur dan ikhlas”
(Sulistiani)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, segala puji dan syukur bagi Allah SWT yang selalu memberikan limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tesis ini. Dengan kerendahan hati dan ungkapan terimakasih yang sebesar-besarnya, karya ini Penulis persembahkan kepada:

1. Orang tua tercinta, yang telah sepenuh hati membesarkan, mendidik, mendo'akan, serta memberi dukungan dalam segala bentuk perjuangan anaknya. Semoga Allah mengumpulkan kita semua di Surga-Nya kelak.
2. Suamiku Syamsul Rizal, kamu adalah sumber semangat dan ketenangan selama perjalanan tesis ini. Terima kasih telah selalu ada untukku.
3. Mbak Wawa dan Dedek Safira terimakasih sudah selalu memberi semangat Mamah.
4. Kakak dan Mbak-mbakku tersayang, terimakasih sudah menjadi saudara yang selalu mendukung dalam kasih sayang.
5. Tim kesebelasan MPFis 2022 (Dek Umam, Dek Arlik, Dek Erik, Mas Ghani, Sopi, Ayu, Mira, Kharen, Ida, Kori). Terima kasih atas kekompakan dan kebaikan kalian semua.
6. Rekan-rekan guru serta staf SMAN 15 Bandar Lampung. Terima kasih atas doa dan dukungan yang diberikan sehingga penulis bisa menyelesaikan studi.
7. Anak-anak SMAN 15 Bandar Lampung, terutama kelas X.4 dan X.5, terima kasih atas kerjasama yang diberikan sehingga penelitian ini bisa terlaksana dengan optimal.

SANWACANA

Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT, karena atas nikmat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tesis dengan judul “Pengembangan Pembelajaran Berdiferensiasi Berbantuan LKPD Bermuatan STEM untuk Meningkatkan *Creative Problem Solving* dan Profil Keterampilan Proses Sains Peserta Didik” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister pada program Pascasarjana Pendidikan Fisika di Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si., selaku Direktur Pascasarjana Universitas Lampung.
3. Bapak Prof. Dr. Sunyono, M.Si., selaku Dekan FKIP Universitas Lampung.
4. Bapak Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA sekaligus Pembimbing II yang telah meluangkan waktu dalam membimbing, mengarahkan, memberikan saran dan kritik kepada peneliti selama penyusunan tesis ini.
5. Bapak Dr. I Wayan Distrik, M.Si., selaku Ketua Program Studi Magister Pendidikan Fisika atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, arahan dan motivasi dalam proses penyelesaian tesis ini.
6. Bapak Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si., selaku pembimbing akademik sekaligus pembimbing I yang telah meluangkan waktu dalam membimbing, mengarahkan, memberikan saran dan kritik kepada peneliti selama penyusunan tesis ini.
7. Ibu Dr. Kartini Herlina, M.Si., selaku Pembahas I yang banyak memberikan saran dan kritik kepada peneliti selama penyusunan tesis ini.

8. Bapak Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si., selaku Pembahas II yang banyak memberikan saran dan kritik kepada peneliti selama penyusunan tesis ini.
9. Seluruh dosen, staf, dan karyawan FKIP Universitas Lampung, khususnya Program Studi Magister Pendidikan Fisika yang telah memberikan ilmu pengetahuan, pemahaman, dan pelayanan selama proses perkuliahan.
10. Ibu Maria Habiba, S.Pd., M.Pd., selaku Kepala SMAN 15 Bandar Lampung yang telah mendukung dan memberi izin kepada penulis untuk melaksanakan penelitian.

Semoga segala bentuk bantuan, dukungan, saran dan bimbingan yang diberikan kepada peneliti mendapatkan balasan yang terbaik dari Allah SWT. Mudah-mudahan tesis ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan dapat menjadi bahan acuan untuk penelitian selanjutnya.

Bandar Lampung, 3 April 2024

Sulistiani

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I. PENDAHULUAN	
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	
2.1 Kajian Teori.....	8
2.1.1. Pembelajaran Berdiferensiasi	8
2.1.2. Modul Ajar pada Kurikulum Merdeka	11
2.1.3. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD).....	14
2.1.4. Teori Belajar Konektivisme.....	15
2.1.5. Pendekatan <i>STEM</i>	18
2.1.6. Keterampilan Proses Sains	22
2.1.7. <i>Creative Problem Solving</i>	27
2.1.8. Energi Alternatif.....	34
2.2 Penelitian Relevan	37
2.3 Kerangka Pemikiran	39
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Desain Penelitian Pengembangan.....	43
3.2 Prosedur Pengembangan Produk.....	43
3.3 Instrumen Penelitian	48
3.4 Teknik Pengumpulan Data	50
3.5 Teknik Analisis Data	50
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Penelitian.....	56
4.2 Pembahasan	104
4.2.1. Validitas Produk	104
4.2.2. Kepraktisan Produk	107
4.2.3. Efektivitas Produk	112

V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	117
5.2 Saran	119
DAFTAR PUSTAKA	120
LAMPIRAN.....	132

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Model Pembelajaran Berdiferensiasi Tomlinson	9
2. Perbandingan Komponen Minimum RPP dan Modul Ajar.....	12
3. Komponen Modul Ajar	13
4. Aspek STEM dalam Proses Pembelajaran.....	21
5. Indikator Keterampilan Proses Sains	25
6. Indikator <i>Creative Problem Solving</i>	29
7. Penelitian yang Relevan	37
8. <i>Nonequivalent Control Group Design</i>	45
9. Skala Likert untuk Kevalidan.....	48
10. Konversi Skor Penilaian Kevalidan	49
11. Konversi Skor Penilaian Kepraktisan.....	49
12. Teknik Pengumpulan Data	50
13. Konversi Skor Penilaian Validitas/Kepraktisan	51
14. Kriteria nilai N-Gain	52
15. Kriteria nilai <i>effect size</i>	55
16. Hasil Analisis Angket Kebutuhan Peserta Didik	58
17. Hasil Analisis Angket Kebutuhan Pendidik.....	62
18. Program Pembelajaran Berdiferensiasi	67
19. Hasil Analisis Kurikulum.....	71
20. Tahapan Aktivitas pada LKPD.....	74
21. Hasil Penilaian Modul Ajar.....	82
22. Hasil Penilaian LKPD	83
23. Hasil Perbaikan Uji Validasi untuk Modul Ajar	83
24. Hasil Perbaikan Uji Validasi untuk LKPD	84
25. Hasil Penilaian Keterlaksanaan Modul Ajar	94
26. Hasil Penilaian Keterlaksanaan LKPD.....	95

27. Hasil Penilaian Keterbacaan dan Kemenarikan	96
28. Rata-rata nilai pretest dan posttest CPS	97
29. Hasil Uji Normalitas nilai pretest dan posttest CPS.....	97
30. Hasil Analisis Uji Independent T-Test CPS.....	98
31. Rata-rata nilai pretest dan posttest CPS pada kelompok gaya belajar	98
32. Uji Normalitas nilai CPS pada kelompok gaya belajar	99
33. Hasil Uji Paires Sample T Test CPS pada kelompok gaya belajar	100
34. Hasil Uji One Way Anova CPS pada kelompok gaya belajar	100
35. Hasil uji effect size CPS	101
36. Rata-rata nilai KPS	101
37. Hasil Uji Normalitas nilai KPS	102
38. Hasil Uji Independent Sample T-test KPS	102
39. Rata-rata nilai KPS pada kelompok gaya belajar.....	103
40. Hasil Uji normalitas nilai KPS pada kelompok gaya belajar	103
41. Hasil One Way Anova KPS pada kelompok gaya belajar	104

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pemikiran	42
2. Diagram Alir Tahapan Penelitian dan Pengembangan	47
3. Bagan Program Pembelajaran Berdiferensiasi	70
4. Cover LKPD.....	73
5. a. Aktivitas <i>Reflection</i> LKPD Kinestetik	75
b. Aktivitas <i>Reflection</i> LKPD Auditori	76
c. Aktivitas <i>Reflection</i> LKPD Visual	76
6. Aktivitas LKPD fase <i>Research</i>	78
7. Aktivitas LKPD fase <i>Discovery</i>	78
8. Aktivitas fLKPD ase <i>Application</i>	79
9. Aktivitas LKPD fase <i>Communication</i>	80
10. Pendahuluan Pembelajaran	85
11. Foto Aktivitas fase <i>Reflection</i>	86
12. Hasil Diskusi fase <i>Reflection</i>	86
13. Foto Aktivitas fase <i>Research</i>	87
14. Hasil Diskusi fase <i>Research</i>	87
15. Foto Aktivitas fase <i>Discovery</i>	88
16. Hasil Diskusi fase <i>Discovery</i>	89
17. Foto Aktivitas fase <i>Application</i>	90
18. Hasil Diskusi fase <i>Application</i>	91
19. Kegiatan Presentasi pada fase <i>Communication</i>	92
20. Hasil Diskusi fase <i>Communication</i>	92
21. Foto Produk yang Dihasilkan.....	93
22. Pendampingan Intensif.....	110

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data Hasil Kesiapan Belajar.....	132
2. Instrumen Kuesioner Gaya Belajar	133
3. Daftar Kelompok Tiap Gaya Belajar.....	135
4. Lembar Angket Analisis Kebutuhan Peserta Didik	136
5. Lembar Angket Analisis Kebutuhan Pendidik.....	141
6. Modul Ajar	147
7. LKPD Berdiferensiasi Kinestetik.....	192
8. LKPD Berdiferensiasi Auditori.....	205
9. LKPD Berdiferensiasi Visual.....	219
10. Kisi-Kisi Instrumen Tes	232
11. Instrumen Tes CPS.....	242
12. Kisi-kisi Instrumen KPS.....	246
13. Lembar Validasi Modul Ajar	255
14. Lembar Validasi LKPD.....	269
15. Lembar Instrumen Uji Kemenarikan.....	280
16. Lembar Instrumen Uji Keterbacaan	282
17. Lembar Observasi Keterlaksanaan Modul Ajar	284
18. Lembar Observasi Keterlaksanaan LKPD	288
19. Data Pretest dan Posttest CPS Kelas Eksperimen.....	293
20. Data Pretest dan Posttest CPS Kelas Kontrol.....	295
21. Data <i>N-Gain</i> CPS Kelas Eksperimen dan Kontrol.....	297
22. Uji <i>Independent Sample t test</i> CPS	299
23. Uji <i>Paired Sample t test</i> CPS Kelas Eksperimen	301
24. Uji <i>One Way Anova</i> Kelas Eksperimen.....	304
25. Hasil Uji <i>Effect Size</i> CPS.....	305
26. Data KPS Kelas Eksperimen.....	307
27. Data KPS Kelas Kontrol	308

28. Hasil <i>Uji Independent Sample T Test</i> KPS.....	309
29. Uji <i>One Way Anova</i> Kelas Eksperimen.....	311
30. Surat Izin Penelitian	312
31. Surat Bukti Pelaksanaan Penelitian.....	313
32. Dokumentasi Penelitian.....	314

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kurikulum Merdeka adalah konsep kurikulum yang baru di Indonesia yang diperkenalkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan pada tahun 2021. Kurikulum ini bertujuan untuk memberikan kebebasan lebih besar pada sekolah dalam mengembangkan kurikulum yang sesuai dengan konteks lokal dan kebutuhan peserta didik (Indarta *et al.*, 2022). Kebutuhan peserta didik dijelaskan pada teori pembelajaran berdiferensiasi yang merujuk pada pendekatan pembelajaran yang menekankan pada kebutuhan belajar individu dalam kelas yang berbeda-beda (Iskandar, 2021). Teori ini mengakui bahwa setiap peserta didik memiliki kebutuhan dan karakteristik belajar yang unik, sehingga pendekatan yang berbeda perlu diterapkan untuk memenuhi kebutuhan belajar mereka (Tomlinson, 1999). Pembelajaran berdiferensiasi menurut Herwina (2021), menyatakan bahwa pembelajaran berdiferensiasi mampu membantu peserta didik mencapai hasil belajar optimal karena produk yang akan mereka hasilkan sesuai minat. Pembelajaran berdiferensiasi adalah pembelajaran yang mengakomodir kebutuhan dan minat peserta didik dalam proses pembelajaran. Selain itu Kurikulum Merdeka juga didasarkan pada prinsip-prinsip pendidikan inklusif, holistik, berbasis kompetensi, dan keterampilan abad ke-21 (Sartini & Mulyono, 2022) (Cholilah *et al.*, 2023).

Keterampilan abad 21 merujuk pada seperangkat keterampilan yang dianggap penting untuk dimiliki oleh individu di era digital dan global saat ini (Agusti *et al.*, (2019). Pembelajaran pada abad ke-21 menuntut berbagai keterampilan yang harus dikuasai oleh peserta didik, sehingga diharapkan dapat mempersiapkan

peserta didik untuk menguasai berbagai keterampilan tersebut agar menjadi pribadi yang sukses dalam hidup. Menurut Scott (2015) dalam penelitiannya, menyatakan bahwa keterampilan-keterampilan yang penting di abad ke-21 mencakup *learning to know*, *learning to do*, *learning to be*, dan *learning to live together*. Empat prinsip tersebut masing-masing mengandung keterampilan khusus yang perlu diberdayakan dalam kegiatan belajar, seperti keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, berkomunikasi, berkolaborasi, inovasi, kreasi, literasi digital, dan berbagai keterampilan lainnya.

Salah satu keterampilan abad 21 adalah keterampilan pemecahan masalah (Jayadi *et al.*, 2020). Keterampilan pemecahan masalah mencakup kemampuan mengidentifikasi masalah, memahami dan mengorganisir informasi, membuat dan menguji hipotesis, dan mengembangkan solusi yang efektif (Gunawan *et al.*, 2018). Keterampilan ini menjadi semakin penting di era digital di mana masalah yang kompleks terus muncul. *Creative problem solving (CPS)* adalah pendekatan untuk memecahkan masalah yang menggabungkan kreativitas dan logika untuk menghasilkan solusi yang inovatif dan efektif. *CPS* membutuhkan kemampuan untuk berpikir secara kritis dan kreatif, serta mengembangkan ide-ide baru untuk menyelesaikan masalah (Treffinger & Isaksen, 2005). Dalam proses *CPS*, kreativitas berperan penting dalam menghasilkan ide-ide baru yang berbeda dan inovatif. Namun, ide-ide tersebut harus dievaluasi secara kritis untuk memastikan keefektifannya dalam menyelesaikan masalah yang dihadapi (Basadur & Gelade, 2016).

Keterampilan pemecahan masalah dan *CPS* memiliki hubungan yang erat. Individu yang memiliki keterampilan pemecahan masalah yang baik cenderung memiliki kemampuan untuk melakukan *CPS*. Keterampilan pemecahan masalah memungkinkan individu untuk mengidentifikasi masalah dan mengembangkan solusi yang tepat, sementara *CPS* memungkinkan individu untuk menghasilkan solusi yang kreatif dan inovatif (Adeoye & Jimoh, 2023). Penyelesaian suatu masalah secara terstruktur mampu melatih peserta didik untuk meningkatkan kemampuan *CPS* peserta didik (Kardoyo *et al.*, 2020; Szabo *et al.*, 2020). *CPS* memiliki potensi besar dalam pembelajaran karena dapat membantu peserta didik

mengembangkan kemampuan berpikir kreatif. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian oleh Huang *et al.*, (2020), bahwa pendekatan pembelajaran yang berpusat pada peserta didik, berorientasi pada pemecahan masalah, serta didesain secara tepat dapat memperkuat motivasi belajar dan kemampuan pemecahan masalah peserta didik dalam konteks pembelajaran di kelas sains dengan menggalakkan keterlibatan serta pemikiran aktif peserta didik.

Keterampilan proses sains (KPS) dan kemampuan pemecahan masalah memiliki hubungan satu dengan yang lainnya (Muhali, 2021). KPS membantu individu untuk memperoleh keterampilan observasi, analisis, dan interpretasi data, yang diperlukan dalam CPS (Yildiz & Guler Yildiz, 2021). Dalam CPS, individu perlu menganalisis masalah secara kritis, mengumpulkan data, dan mengevaluasi berbagai opsi solusi sebelum memilih solusi yang paling tepat. KPS dapat membantu individu dalam melaksanakan tugas-tugas tersebut (Papilaya, 2023). KPS pada pembelajaran simulasi berkontribusi pada tahap penentuan hipotesis, pengujian dan percobaan yang merupakan salah satu tahapan terpenting dalam proses penyelidikan ilmiah (Sari *et al.*, 2020)

Keterampilan proses terdiri atas sejumlah keterampilan yang satu sama lain sebenarnya tak dapat dipisahkan, namun ada penekanan khusus dalam masing-masing keterampilan proses tersebut. Keterampilan proses tersebut diantaranya mengamati, mempertanyakan dan memprediksi, merencanakan dan melakukan penyelidikan, memproses menganalisis data dan informasi, mencipta, mengevaluasi dan refleksi, serta mengkomunikasikan (Kemendikbud., 2022). Keterampilan juga merupakan komponen penting dalam pembelajaran STEM, karena peserta didik harus memiliki keterampilan dalam melakukan observasi, analisis data, penalaran, dan memecahkan masalah untuk dapat berhasil dalam pembelajaran (Chen *et al.*, 2019).

STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) adalah pendekatan pembelajaran yang berfokus pada pengembangan keterampilan dan kemampuan peserta didik dalam bidang sains, teknologi, rekayasa, dan matematika (Muttaqiin, 2023). Oleh karena itu, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dapat

menjadi bahan ajar yang efektif untuk mengembangkan keterampilan peserta didik dalam STEM (Mulyani, 2021). Berdasarkan beberapa penelitian penggunaan LKPD dalam pembelajaran STEM dapat meningkatkan keterampilan peserta didik dalam pengamatan, analisis data, dan penalaran serta dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik dalam memecahkan masalah (Lestari *et al.*, 2018); (Safitri & Tanjung, 2023); (Mahjatia *et al.*, 2021); (Sukmagati *et al.*, 2020). Secara keseluruhan, penggunaan LKPD dalam pembelajaran STEM dapat menjadi salah satu cara efektif untuk mengembangkan keterampilan peserta didik dalam STEM (Fatmawati *et al.*, 2021). Pengembangan LKPD harus dilakukan dengan mengintegrasikan pembelajaran STEM dengan pendekatan inkuiri atau berbasis masalah, sehingga peserta didik dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kreativitas dalam memecahkan masalah (Wazni & Fatmawati, 2022).

Berdasarkan data yang diperoleh pada penelitian pendahuluan, pada guru-guru fisika jenjang SMA di Propinsi Lampung sebagian besar sudah menggunakan LKPD dalam pembelajaran di kelas, hal ini ditunjukkan dengan persentase penggunaan LKPD yaitu sebesar 90% dan sisanya menggunakan bahan ajar hanya dari referensi buku pelajaran dan internet. Dari sebagian guru yang sudah menggunakan LKPD, hanya 12,7% saja yang membuat LKPD secara mandiri sedangkan sisanya 87,3% menggunakan LKPD dari berbagai sumber (Penerbit Buku, Internet, LKPD sekolah lain). Penggunaan LKPD yang sesuai dalam pembelajaran dapat mendorong peserta didik dalam meningkatkan aktivitas dalam proses pembelajaran dan keterampilan yang diharapkan (Firdaus & Wilujeng, 2018). Selain itu masih banyak guru yang menggunakan strategi pembelajarannya menyamakan atau menyeragamkan kebutuhan dan minat belajar peserta didik, sehingga hal ini mengakibatkan kemampuan peserta didik tidak muncul secara optimal (Zagoto *et al.*, 2019) seperti KPS dan kemampuan CPS yang masih rendah pada pelajaran fisika.

Berdasarkan pemaparan latar belakang dan penelitian-penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya sudah banyak penelitian tentang LKPD, STEM, keterampilan proses sains dan *creative problem solving*, namun belum ada peneliti

yang melakukan penelitian pengembangan program pembelajaran berdiferensiasi berbantuan LKPD oleh karena itu dalam penelitian ini dirumuskan permasalahan yaitu bagaimana pengembangan program pembelajaran berdiferensiasi berbantuan LKPD bermuatan STEM pada materi energi alternatif dapat meningkatkan *creative problem solving* pada peserta didik dan profil keterampilan proses sains peserta didik.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana program pembelajaran berdiferensiasi berbantuan LKPD bermuatan STEM yang valid untuk meningkatkan *creative problem solving* dan profil keterampilan proses sains peserta didik?
2. Bagaimana kepraktisan program pembelajaran berdiferensiasi berbantuan LKPD bermuatan STEM yang valid untuk meningkatkan *creative problem solving* dan profil keterampilan proses sains peserta didik?
3. Bagaimana keefektifan program pembelajaran berdiferensiasi berbantuan LKPD bermuatan STEM yang valid untuk meningkatkan *creative problem solving* dan profil keterampilan proses sains peserta didik?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, maka disusun tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mengembangkan program pembelajaran berdiferensiasi berbantuan LKPD bermuatan STEM yang valid untuk meningkatkan *creative problem solving* dan profil keterampilan proses sains peserta didik.
2. Mendeskripsikan kepraktisan program pembelajaran berdiferensiasi berbantuan LKPD bermuatan STEM yang valid untuk *creative problem solving* dan profil keterampilan proses sains peserta didik.

3. Mendeskripsikan keefektifan program pembelajaran berdiferensiasi berbantuan LKPD bermuatan STEM yang valid untuk meningkatkan *creative problem solving* dan profil keterampilan proses sains peserta didik.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian pengembangan ini yaitu:

1. Manfaat Teoritis

- a. Membangun keilmuan dalam pembelajaran fisika yang memfasilitasi aktivitas pembelajaran berdiferensiasi
- b. Memberikan referensi bahan ajar yang bermuatan STEM dan pembelajaran berdiferensiasi
- c. Memberikan masukan dan sumbangan pemikiran dalam upaya peningkatan kualitas proses pembelajaran fisika di sekolah disesuaikan dengan kebaruan kurikulum terkini.
- d. Memberikan rujukan dan referensi pada penelitian-penelitian selanjutnya

2. Manfaat Praktis

- a. Memberikan pembelajaran yang dapat mengakomodasi pembelajaran berdiferensiasi untuk meningkatkan *creative problem solving* dan profil keterampilan proses sains peserta didik.
- b. Memberikan solusi pembelajaran bagi guru dalam menciptakan suasana pembelajaran yang lebih bermakna dan dapat mengakomodasi pembelajaran berdiferensiasi untuk meningkatkan *creative problem solving* dan profil keterampilan proses sains peserta didik.
- c. Memberikan pengarahan agar pengajaran guru menggunakan pendekatan yang membuat peserta didik dapat meningkatkan prestasinya pada pembelajaran abad 21 dengan pembelajaran berdiferensiasi yang berbeda bagi setiap peserta didik.
- d. Memberikan informasi terkait pengajaran yang menggunakan LKPD dapat meneruskan penelitian dengan menggunakan variabel bebas yang lain, memberikan ide kepada peneliti lain agar melakukan penelitian yang berbasis proyek.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup penelitian ini sebagai berikut.

1. Produk yang dikembangkan adalah program pembelajaran berdiferensiasi dalam bentuk modul ajar dan 3 (tiga) jenis Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berdasarkan gaya belajar pada materi energi alternatif dalam bentuk cetak.
2. Pembelajaran berdiferensiasi yang dimaksud adalah yang diperkenalkan oleh Tomlinson (1999), mencakup diferensiasi konten, isi, dan produk berdasarkan kesiapan peserta didik, dan gaya belajar (kinestetik, auditori, dan visual).
3. Keterampilan proses sains yang dimaksud dalam penelitian merujuk indikator keterampilan proses sains yang terdapat pada capaian pembelajaran kurikulum merdeka, yang mencakup mengamati, mempertanyakan dan memprediksi, merencanakan dan melakukan penyelidikan, memproses menganalisis data dan informasi, mencipta, mengevaluasi dan refleksi, dan mengkomunikasikan.
4. *Creative Problem Solving* yang dimaksud mengadopsi indikator *Creative Problem Solving (CPS)* Treffinger & Isaksen (2005), yang mencakup *fact finding, fact interpreting, idea finding, idea developing, solution generating, dan solution evaluation*.
5. Modul Ajar dan LKPD yang dikembangkan berisikan aktivitas yang mendukung model pembelajaran *project based learning (PjBL)*-STEM yang diperkenalkan oleh Laboy Rush (2010).
6. Modul Ajar dan LKPD yang dikembangkan berisi materi energi alternatif dan pemanfaatannya yang terdapat pada kurikulum merdeka fase E pada capaian pembelajaran (CP) elemen pemahaman fisika dan keterampilan proses.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Teori

2.1.1. Pembelajaran Berdiferensiasi

Pembelajaran berdiferensiasi menurut Peduk (2022), adalah suatu pembelajaran yang menerima, mengurus, dan mengakui keanekaragaman peserta didik dalam proses pembelajaran dengan standar minat, kesiapan, dan kegemaran yang berbeda-beda pada setiap peserta didik. Pembelajaran berdiferensiasi berfokus kepada kebutuhan dan kemampuan peserta didik. Pembelajaran berdiferensiasi mewajibkan seorang pendidik atau tenaga pendidik untuk memberikan perhatian-perhatian khusus dan tindakan untuk mencukupi kebutuhan peserta didik. Pembelajaran berdiferensiasi adalah suatu proses untuk mencari tahu informasi mengenai peserta didik guna mengetahui kebutuhan gaya belajarnya berdasarkan perbedaan-perbedaan yang ada. Ketika pendidik telah mengetahui apa saja perbedaan dan kebutuhan peserta didiknya maka pembelajaran yang efektif dan efisien dapat diwujudkan.

Pembelajaran berdiferensiasi menurut Herwina (2021), menyatakan bahwa pembelajaran berdiferensiasi mampu membantu peserta didik mencapai hasil belajar optimal karena produk yang akan mereka hasilkan sesuai minat. Proses pembelajaran berdiferensiasi memberikan ruang yang luas kepada peserta didik untuk mendemonstrasikan materi yang telah dipelajari. Produk yang dihasilkan oleh peserta didik dapat disajikan dalam sebuah artikel, lagu, puisi, infografis, poster, video *performance*, video animasi atau bentuk lain sesuai keterampilan dan minat kelompok masing-masing.

Menurut Marlina *et al.*, (2022), komponen pembelajaran berdiferensiasi meliputi diferensiasi konten, proses, dan produk serta lingkungan belajar. Diferensiasi konten terkait dengan materi atau isi yang akan dipelajari oleh peserta didik yang berkaitan dengan materi pembelajaran. Diferensiasi proses mengacu pada upaya peserta didik untuk dapat mengolah ide dan informasi yang didapat mencakup bagaimana peserta didik memilih gaya belajarnya, bagaimana peserta didik berkomunikasi dan berinteraksi dengan materi serta bagaimana interaksi tersebut menjadi bagian yang menentukan pilihan belajar peserta didik. Diferensiasi produk adalah cara lain peserta didik untuk menunjukkan hasil pengetahuan dan pemahaman mereka.

Pembelajaran dikatakan mampu memfasilitasi peserta didik jika keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran lebih responsif dibandingkan sebelumnya. Peserta didik secara natural memanfaatkan seluruh sumber belajar yang tersedia untuk menyelesaikan tugas dalam LKPD tanpa instruksi intens dari pendidik model (Noh *et al.*, 2022).

Menurut Tomlinson (1999) diferensiasi bekerja paling baik di ruang kelas di mana keyakinan tertentu memotivasi mengapa, apa, dan bagaimana pendidik mendekati perencanaan dan menanggapi perbedaan peserta didik. Model Pembelajaran berdiferensiasi yang dikembangkan oleh (Tomlinson, 1999) dapat dijelaskan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Model Pembelajaran Berdiferensiasi Tomlinson

Ketika pendidik membedakan, mereka membuat penyesuaian proaktif		
Isi	Proses	Produk
Informasi, ide, dan keterampilan yang akan diambil atau dikuasai peserta didik untuk mencapai tujuan pembelajaran	Kegiatan dimana peserta didik mengambil dan memahami ide-ide kunci dalam konten menggunakan pengetahuan dan keterampilan penting	Bagaimana peserta didik mendemonstrasikan dan memperluas apa yang mereka ketahui, memahami, dan dapat melakukan sebagai hasil dari suatu unit atau

Ketika pendidik membedakan, mereka membuat penyesuaian proaktif		
rangkaian pelajaran		
Sesuai dengan pola pada peserta didik		
Kesiapan	Minat	Profil Pembelajaran
Kedekatan peserta didik dengan tujuan belajar yang ditentukan	Gairah pribadi dan situasional peserta didik, afinitas, dan kekerabatan yang memotivasi belajar	Pendekatan yang disukai peserta didik untuk belajar, seperti yang dipengaruhi oleh gaya berpikir, preferensi kecerdasan, latar belakang budaya, atau jenis kelamin
Menggunakan strategi instruksional seperti		
Penyelenggara Grafis	Jigsaw	Titik Masuk
Tugas Berjenjang	RAFTs	Tri-Mind
ThinkDots	Kotak Pilihan	Thinking Caps
Stasiun Pembelajaran	Menu Pembelajaran	Tugas VAK (Opsi Ekspresi)
Kontrak dan Agenda	Pusat Minat	MI (Multiple Intelligences)
Kartu Peran		
Instruksi kelompok kecil		
Diinformasikan oleh		
Tujuan pembelajaran yang selaras dengan standar Pra-penilaian dan penilaian formatif survei minat Dan preferensi serta inventarisasi		
Dan dilaksanakan melalui		
Pengelompokan instruksional yang Bervariasi Rutinitas kelas yang fleksibel Teknik dan alat manajemen yang efisien		
Dalam Konteks		
Lingkungan kelas yang mendukung, berorientasi pada pertumbuhan, dan berpusat pada komunitas		

Berdasarkan beberapa literatur, pembelajaran berdiferensiasi mampu membantu peserta didik mencapai hasil belajar optimal karena produk yang akan mereka hasilkan sesuai minat. Sementara pendidik mempunyai peran dan tanggung jawab melakukan perencanaan dan menanggapi perbedaan peserta didik untuk mendapatkan hasil yang optimal bagi peserta didik. Berdasarkan hal tersebut maka peneliti mengembangkan program pembelajaran berdiferensiasi yang dapat

mengakomodasi kebutuhan belajar peserta didik berupa modul ajar dan LKPD berdiferensiasi berdasarkan teori pembelajaran Tomlinson (1999) yang mencakup dimensi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. dengan desain LKPD yang memperhatikan dan mengakomodasi kebutuhan belajar peserta didik pada dimensi gaya belajar dengan pembelajaran berdiferensiasi yang mencakup diferensiasi pada isi, proses dan produk, diharapkan dapat meningkatkan CPS dan profil KPS peserta didik.

2.1.2 Modul Ajar pada Kurikulum Merdeka

Modul ajar dalam kurikulum merdeka merupakan pedoman bagi pendidik untuk menyelenggarakan kegiatan pembelajaran yang efektif dan efisien. Menurut (Aransyah *et al.*, 2023), modul ajar merupakan implementasi dari Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) yang dikembangkan dari Capaian Pembelajaran (CP) dengan profil pelajar pancasila sebagai sasaran. Modul ajar disusun sesuai dengan fase atau tahap perkembangan peserta didik, mempertimbangkan apa yang akan dipelajari dengan tujuan pembelajaran, dan berbasis perkembangan jangka panjang. Modul ajar ini dirancang dengan memperhatikan prinsip-prinsip pembelajaran berdiferensiasi, pembelajaran berbasis proyek, dan pembelajaran berbasis kontekstual.

Modul ajar memiliki peran yang penting dalam mengembangkan kecakapan abad 21 selain sebagai sumber belajar mandiri, modul ajar juga memiliki peran kunci dalam membantu pendidik mendesain pembelajaran, ketika desain aktivitas-aktivitas pembelajaran dalam suatu modul didasarkan pada pengembangan kecakapan abad 21, aktivitas-aktivitas tersebut akan potensial diterapkan dalam suatu pembelajaran (Nesri & Kristanto, 2020). Rencana pembelajaran yang termuat dalam modul ajar dirancang untuk memandu pendidik melaksanakan pembelajaran sehari-hari untuk mencapai suatu tujuan pembelajaran. Dengan demikian, modul ajar disusun berdasarkan alur tujuan pembelajaran yang digunakan pendidik sehingga bentuknya lebih rinci dibandingkan alur tujuan pembelajaran.

Alur tujuan pembelajaran tidak ditetapkan oleh pemerintah sehingga pendidik dapat menggunakan alur tujuan pembelajaran yang berbeda dengan pendidik lainnya meskipun mengajar peserta didik dalam fase yang sama. Oleh karena itu, rencana pembelajaran yang dibuat masing-masing pendidik pun dapat berbeda-beda, terlebih lagi karena rencana pembelajaran ini dirancang dengan memperhatikan berbagai faktor lainnya, termasuk faktor peserta didik yang berbeda, lingkungan sekolah, ketersediaan sarana dan prasarana pembelajaran, dan lain-lain.

Setiap pendidik perlu memiliki rencana pembelajaran untuk membantu mengarahkan proses pembelajaran mencapai capaian pembelajaran (CP). Rencana pembelajaran ini dapat berupa rencana pelaksanaan pembelajaran atau yang dikenal sebagai bentuk modul ajar. Komponen modul ajar sesuai dengan Permendikbudristek nomer 56/M/2022 yang dimaksud tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Komponen Minimum Modul Ajar

Komponen minimum dalam modul ajar
<ol style="list-style-type: none"> 1. Tujuan pembelajaran (salah satu dari tujuan dalam alur tujuan pembelajaran). 2. Langkah-langkah atau kegiatan pembelajaran. Biasanya untuk satu tujuan pembelajaran yang dicapai dalam satu atau lebih pertemuan. Rencana asesmen untuk di awal pembelajaran beserta instrumen dan cara penilaiannya. 3. Rencana asesmen di akhir pembelajaran untuk mengecek ketercapaian tujuan pembelajaran beserta instrumen dan cara penilaiannya. 4. Media pembelajaran yang digunakan, termasuk, misalnya bahan bacaan yang digunakan, lembar kegiatan, video, atau tautan situs web yang perlu dipelajari peserta didik.

Tabel 2 menunjukkan komponen yang harus ada (komponen minimum) dalam modul ajar. Pemerintah menyediakan contoh-contoh modul ajar pada aplikasi platform merdeka mengajar (PMM) yang dapat diakses oleh pendidik. Pendidik dapat menggunakan dan/ atau menyesuaikan contoh-contoh tersebut dengan kebutuhan peserta didik. Untuk pendidik yang merancang modul ajar sendiri, maka komponen-komponen dalam Tabel 2. harus termuat, dan dapat ditambahkan

dengan komponen lainnya sesuai dengan kebutuhan pendidik, peserta didik, dan kebijakan satuan pendidikan.

Dalam merancang modul ajar sekurang-kurangnya yang berisi tujuan, langkah, media pembelajaran, asesmen, serta informasi dan referensi belajar lainnya yang dapat membantu pendidik dalam melaksanakan pembelajaran (Amelia, 2024). Satu modul ajar biasanya berisi rancangan pembelajaran untuk satu tujuan pembelajaran berdasarkan alur tujuan pembelajaran yang telah disusun. Modul ajar dalam kurikulum merdeka ditujukan untuk membantu pendidik mengajar secara lebih fleksibel dan kontekstual, tidak selalu menggunakan buku teks pelajaran. Modul ajar dapat menjadi pilihan lain atau alternatif strategi pembelajaran. Komponen minimum modul ajar yang disediakan sudah memenuhi kriteria seperti pada Tabel 2., namun bila diperlukan pendidik juga dapat menambah komponen, misalnya dengan menyusun modul ajar dengan struktur sebagaimana tercantum pada Tabel 3.

Tabel 3. Komponen Modul Ajar

Informasi Umum	Komponen Inti	Lampiran
1. Identitas penulis modul	1. Tujuan pembelajaran	1. LKPD
2. Kompetensi awal	2. Asesmen	2. Pengayaan dan remedial
3. Profil pelajar Pancasila	3. Pemahaman bermakna	3. Bahan bacaan pendidik dan peserta didik
4. Sarana dan prasarana	4. Pertanyaan pemantik	4. Glosarium
5. Target peserta didik	5. Kegiatan pembelajaran	5. Daftar pustaka
6. Model pembelajaran yang digunakan	6. Refleksi peserta didik dan pendidik	

Berdasarkan beberapa kajian pustaka tentang modul ajar tersebut maka peneliti mengembangkan program pembelajaran yaitu modul ajar yang sesuai dengan keputusan Mendikbud Ristek nomor 56/M/2022 tentang penerapan kurikulum yang sesuai dengan persyaratan kualitas, komponen-komponen modul ajar, dan fungsi modul ajar dengan desain pengembangan sesuai tahapan aktivitas pada model pembelajaran PjBL-STEM (Laboy-Rush, 2010) yang mengakomodasi kebutuhan belajar peserta didik dengan pembelajaran berdiferensiasi untuk meningkatkan CPS dan profil KPS peserta didik.

2.1.3 Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Kegiatan pembelajaran fisika seharusnya tidak hanya berpusat kepada pendidik namun lebih berpusat bagaimana agar peserta didik lebih aktif dalam pembelajaran. Peserta didik akan lebih aktif dalam pembelajaran apabila pendidik dapat menggunakan model pembelajaran serta bahan ajar yang sesuai. Salah satu bahan ajar yang sering digunakan adalah LKPD.

Penggunaan LKPD yang mengadopsi model pembelajaran berbasis proyek (PjBL) digunakan untuk memfokuskan pada peran produk sebagai bagian integral dalam proses pemahaman konsep. Melalui kegiatan eksplorasi, peserta didik diarahkan untuk menemukan konsep yang relevan. Sesuatu yang dipelajari tersebut sangat beragam, seperti melakukan percobaan, melakukan pengamatan, menuliskan hasil pengamatan, menganalisis data hasil pengukuran, dan menarik kesimpulan (Depitasari *et al.*, 2021). Penggunaan LKPD diharapkan dapat membuat peserta didik lebih aktif dalam pembelajaran serta mampu meningkatkan efektifitas dan kelancaran proses pembelajaran agar tujuan pembelajaran dapat tercapai. Salah satu cara mencapai kompetensi dalam pembelajaran adalah dengan menggunakan LKPD yang telah disesuaikan dengan karakteristik peserta didik dalam mata pelajaran, yakni dengan menerapkan pembelajaran yang meliputi proses-proses eksplorasi, elaborasi, dan konfirmasi. LKPD disusun dengan memperhatikan tiga persyaratan kualitas yaitu aspek didaktik, aspek konstruksi, dan aspek teknik serta minat peserta didik terhadap produk LKPD yang dikembangkan (Nizaar, 2022).

Tiga persyaratan kualitas penyusunan adalah syarat didaktik, syarat konstruksi, dan syarat teknik. Syarat didaktik mengatur tentang penggunaan LKPD yang bersifat universal dapat digunakan dengan baik untuk peserta didik yang lamban ataupun yang pandai, dan lebih menekankan pada proses untuk menemukan konsep, sehingga diharapkan mengutamakan pada pengembangan kemampuan komunikasi sosial, emosional, moral, dan estetika. Sedangkan syarat konstruksi berhubungan dengan penggunaan bahasa, susunan kalimat, kosa kata, tingkat kesukaran, dan kejelasan dalam LKPD. Selanjutnya, syarat teknis menekankan pada penyajian LKPD, yaitu berupa tulisan, gambar dan penampilannya dalam

LKPD.

Komponen LKPD menurut (Firdaus & Wilujeng, 2018) dimulai dengan lembar *cover*, berisi halaman judul, kata pengantar, petunjuk pembelajaran, daftar isi, pendahuluan, isi, penutup, daftar pustaka atau bibliografi, dan lampiran; mempunyai kegiatan atau aktivitas yang harus dikerjakan peserta didik; serta digunakan pendidik sebagai media dalam proses pembelajaran. Fungsi pembuatan LKPD menurut Hidayati & Zulandri (2021) yaitu: 1) sebagai bahan ajar yang bisa meminimalkan peran pendidik namun lebih mengaktifkan peserta didik; 2) sebagai bahan ajar yang mempermudah peserta didik untuk memahami materi yang diberikan; 3) sebagai bahan ajar yang ringkas dan kaya tugas untuk berlatih; 4) memudahkan pelaksanaan pengajaran kepada peserta didik.

Berdasarkan beberapa kajian pustaka tentang LKPD tersebut maka peneliti mengembangkan desain LKPD sesuai dengan persyaratan kualitas, komponen-komponen LKPD, dan fungsi LKPD dengan desain pengembangan sesuai tahapan aktivitas pada model pembelajaran PjBL-STEM (Laboy-Rush, 2010) yang mengakomodasi kebutuhan belajar peserta didik dengan pembelajaran berdiferensiasi.

2.1.4 Teori Belajar yang Mendukung Pengembangan Program Pembelajaran

Munculnya pengembangan program pembelajaran dalam bentuk modul ajar dan LKPD tidak bisa lepas dari teori belajar yang melandasinya. Teori-teori belajar memberikan dasar berpijak dalam membangun suatu pola pikir sistematis dalam pembelajaran, sehingga produk pengembangan yang dihasilkan dapat diaplikasikan dalam pembelajaran secara optimal (Stracke, 2019). Ada kategori mengenai teori-teori belajar, yaitu teori belajar kognitivisme, teori kognitivisme multimedia, teori belajar konstruktivisme, dan *dual coding theory*, *technology enhancing theory*, *online collaborative learning* (Bower, 2019). Teori belajar kognitif melihat melampaui perilaku untuk menjelaskan pembelajaran berbasis otak. Dan pandangan konstruktivisme belajar sebagai sebuah proses di mana peserta didik aktif menggunakan atau membangun ide-ide baru atau konsep.

a. Teori Belajar Kognitivisme

Teori belajar kognitivisme lebih mementingkan proses belajar daripada hasil belajarnya (Nurhadi, 2020). Teori kognitivisme memandang kegiatan belajar bukanlah sekedar stimulus dan respon yang bersifat mekanistik, tetapi lebih dari itu, kegiatan belajar juga melibatkan kegiatan mental yang ada di dalam diri individu yang sedang belajar. Oleh karena itu, menurut aliran kognitif belajar adalah sebuah proses mental yang aktif untuk mencapai, mengingat, dan menggunakan pengetahuan. Diantara para pakar teori kognitif terdapat tiga pakar yang paling terkenal yang memiliki peran besar dalam teori ini yaitu Piaget, Bruner, dan Ausubel. Menurut Piaget, kegiatan belajar terjadi sesuai dengan pola tahap-tahap perkembangan tertentu dan umur seseorang, serta melalui proses asimilasi, akomodasi dan equilibrasi (Whildan, 2021). Sedangkan Bruner mengatakan bahwa belajar terjadi lebih ditentukan oleh cara seseorang mengatur pesan atau informasi, dan bukan ditentukan oleh umur (Bruner, 2004). Proses belajar akan terjadi melalui tahap-tahap enaktif, ikonik, dan simbolik. Sementara Ausubel mengatakan bahwa proses belajar terjadi jika seseorang mampu mengasimilasikan pengetahuan yang telah dimilikinya dengan pengetahuan baru. Proses belajar akan terjadi melalui tahap-tahap memperhatikan stimulus, memahami makna stimulus, menyimpan dan menggunakan informasi yang sudah dipahami (Hendi *et al.*, 2020).

b. Teori Belajar Kognitivisme Multimedia

Pembelajaran multimedia terjadi ketika peserta didik menerima informasi yang disajikan dalam lebih dari satu mode, seperti dalam gambar dan kata-kata. Definisi teori belajar multimedia sebagai belajar dari kata-kata dan gambar, dan mendefinisikan instruksi multimedia seperti menghadirkan kata dan gambar itu dengan tujuan mempermudah proses pemahaman (Mayer & Moreno, 2016). Selanjutnya dikatakan, pembelajaran bermakna menggambarkan kemampuan peserta didik untuk menerapkan pengetahuan yang sudah diketahui pada situasi dan kondisi yang nyata, baru dan berbeda.

Pembelajaran bermakna memerlukan peran serta peserta didik dalam proses kognitif selama pembelajaran berlangsung, tetapi kapasitas peserta didik dalam menggunakan proses kognitifnya memiliki keterbatasan. Tantangan utama yang dihadapi perancang pembelajaran multimedia adalah potensi kognitif yang berlebih, di mana pemrosesan kognitif yang dimaksudkan pembelajar melebihi kapasitas kognitif yang tersedia bagi peserta didik. Ada tiga asumsi yang menjadi teori kognitif multimedia pembelajaran, asumsi ini merupakan dasar pengembangan dan penggunaan multimedia dalam proses pembelajaran. Penjelasan (Mayer & Moreno, 2016) asumsi ini menjadi acuan untuk mengembangkan dan menghasilkan multimedia pembelajaran yang baik berdasarkan pemahaman bagaimana pikiran memproses informasi. Penjelasan tiga asumsi tersebut adalah sebagai berikut:

1. Manusia memiliki sistem pemrosesan informasi yang terdiri dari dua saluran yang memiliki tugas yang berbeda yaitu saluran verbal dan saluran visual. Saluran audio/verbal merupakan saluran yang digunakan untuk memproses informasi dalam bentuk audio dan representasi verbal seperti kata-kata atau teks yang terdapat pada multimedia. Sementara itu, saluran visual/piktorial merupakan saluran yang digunakan untuk memproses informasi dalam bentuk gambar dan representasi visual lainnya seperti gambar, grafik, charta dan ilustrasi. Asumsi dua saluran pemrosesan informasi ini didasarkan pada teori dual-coding dari Paivio dan teori kerja memori dari Baddeley (Mayer & Moreno, 2016).
2. Dua saluran sistem pemrosesan informasi pada manusia memiliki keterbatasan, proses kerja kognitif hanya menghasilkan informasi dalam jumlah terbatas pada satu waktu tertentu yang diperoleh dari saluran verbal dan saluran visual.
3. Isi keterbatasan pada dua saluran tersebut menunjukkan perlunya kombinasi aspek verbal dan visual yang saling melengkapi pada multimedia pembelajaran yang bertujuan untuk memfasilitasi proses kognitif yang terjadi pada peserta didik. Pembelajaran bermakna memerlukan sejumlah besar proses kognitif yang berlangsung secara visual dan verbal. Asumsi ini didasarkan pada teori pembelajaran aktif (Mayer & Moreno, 2016) yang

menyatakan bahwa dalam proses pembelajaran aktif terjadi beberapa tahapan yaitu pemilihan informasi, pengolahan informasi dan pengintegrasian informasi

Dari 2 teori belajar kognitivisme dan kognitivisme multimedia tersebut, sangat mendukung pembelajaran yang memfokuskan pada aktivitas peserta didik. Modul ajar dan LKPD merupakan salah satu bahan ajar yang dapat mengarahkan dalam aktivitas pembelajaran peserta didik. Dengan desain pengembangan program pembelajaran dalam bentuk modul ajar dan LKPD yang bermuatan STEM dan pendekatan pembelajaran berdiferensiasi ini diharapkan dapat meningkatkan *CPS* dan profil *KPS* peserta didik. Hal ini dimungkinkan karena dengan modul ajar dan LKPD yang bermuatan STEM serta mengakomodasi diferensiasi peserta didik, aktivitas peserta didik diharapkan dapat meningkat sehingga berpengaruh pada *KPS* dan *CPS*.

2.2.5 Pendekatan STEM

Pendekatan Pembelajaran *STEM* (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) menurut Widana *et al.*, (2021), merupakan pendekatan yang diterapkan melalui kegiatan yang melibatkan empat komponen ilmu pengetahuan, yang terdiri dari: sains, teknologi, teknik, dan matematika. Pendekatan STEM mampu meningkatkan kemampuan peserta didik baik kognitif, afektif maupun psikomotor. Pendekatan STEM juga mampu meningkatkan penguasaan pengetahuan, mengaplikasikan pengetahuan untuk memecahkan masalah, serta meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik, sehingga peserta didik mampu bernalar, berpikir kritis dan logis dalam menyelesaikan masalah dalam dunia nyata (Surya *et al.*, 2018). Berdasarkan hal tersebut dapat dikatakan bahwa pendekatan pembelajaran STEM merupakan pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan empat disiplin ilmu yaitu matematika, keterampilan, teknik, dan sains yang dapat mendorong peserta didik untuk mengembangkan dan memanfaatkan teknologi, mengasah kognitif, manipulatif dan afektif, serta mengaplikasikan pengetahuan yang dimiliki.

STEM dirancang untuk meningkatkan kemampuan peserta didik dalam ilmu pengetahuan dan berinovasi pada produk teknologi agar dapat bersaing secara global. Pendidikan dengan pembelajaran STEM yang berkualitas tinggi menurut (Kennedy & Odell, 2014) harus mencakup: (a) integrasi teknologi dan teknik menjadi ilmu pengetahuan dan matematika; (b) mengedepankan penyelidikan ilmiah dan desain teknik, termasuk matematika dan instruksi sains; (c) pendekatan kolaboratif terhadap belajar, menghubungkan peserta didik dan pendidik dengan STEM; (d) Menyediakan sudut pandang global dan multi perspektif; (e) Menggabungkan strategi seperti pembelajaran berbasis proyek, menyediakan pengalaman belajar formal dan informal; dan (f) Memasukkan teknologi yang sesuai untuk meningkatkan pembelajaran.

Erdogan *et al.*, (2017) yang menyatakan bahwa pendekatan STEM sangat berkontribusi untuk melatih peserta didik dalam membentuk keterampilan-keterampilan (*soft skill*) yang diwujudkan dengan memberikan argumentasi ilmiah, pendidikan. STEM dapat melatih peserta didik mengembangkan pernyataan, bukti, penalaran, dan sanggahan. Hal ini senada dengan pendapat (Bao & Koenig, 2019) yang menyatakan bahwa pendekatan STEM adalah pendekatan berbasis penyelidikan, belajar dengan penyelidikan harus melibatkan penggunaan argumentasi ilmiah yang berperan sebagai *soft skill* dengan menekankan penggunaan bukti yang mendukung pernyataan.

Pengembangan ilmu pengetahuan dalam beberapa tahun terakhir meningkatkan kebutuhan peserta didik yang dilengkapi dengan baik di bidang mereka dan yang dapat menambah inovasi untuk keahlian mereka. Faktanya, pada abad 21 dibutuhkan peserta didik dengan kompetensi dalam bidang mereka sendiri agar dapat menambah inovasi untuk keahlian mereka dalam bidang mereka sendiri dengan pemahaman yang baik tentang lainnya sains, teknologi, teknik, dan matematika (STEM), meskipun kebutuhan peserta didik dengan pengetahuan yang cukup di bidang STEM meningkat, sistem pendidikan saat ini masih mempelajari pembelajaran berbasis STEM untuk meningkatkan pengetahuan peserta didik (Yildirim, 2015). Selain itu, kualitas sains, teknologi, teknik, dan pendidikan (STEM) matematika sangat penting untuk keberhasilan masa depan

peserta didik (Stohlmann, 2021). Untuk semua alasan ini, banyak negara mencoba dan masih berusaha untuk meningkatkan kualitas pendidikan yang diberikan dalam mata pelajaran seperti ilmu pengetahuan, teknik teknologi dan matematika (Yildirim, 2015).

Singkatan STEM ini diciptakan sebagai huruf pertama dari sains, teknologi, teknik, dan matematika (Jayarajah *et al.*, 2014), beberapa peneliti percaya bahwa STEM mencakup pemahaman yang lebih besar dan lebih komprehensif daripada disiplin ilmu masing-masing. Sebagai contoh, beberapa peneliti menyatakan bahwa pendekatan STEM termasuk pengetahuan, keterampilan dan keyakinan yang kolaboratif dibangun di persimpangan lebih dari satu mata pelajaran STEM (Nazifah & Asrizal, 2022). Menurut (Meng *et al.*, 2014) pendekatan STEM harus dipahami sebagai suatu pendekatan interdisipliner dengan penekanan kuat pada masyarakat yang dibuat oleh orang-orang yang melakukan itu; baik di tempat kerja oleh para ilmuwan atau di tingkat sekolah; baik oleh pendidik bekerja sama atau dengan peserta didik bekerja pada proyek-proyek interdisipliner (Corlu *et al.*, 2014).

Pembelajaran yang menerapkan STEM terpadu mengharuskan pendidik memiliki pengetahuan yang mendalam tentang ilmu pengetahuan, teknologi, teknik dan matematika konten yang mereka ajarkan. Selain itu, pendidik juga harus memiliki pengetahuan khusus tentang bagaimana mengajar dengan menerapkan pendekatan STEM untuk peserta didik, meskipun demikian banyak pendidik melaporkan bahwa mereka merasa *underprepared* menggunakan aplikasi STEM dengan peserta didik mereka di kelas (El-Deghaidy & Mansour, 2015). Selain itu, sebuah studi oleh El- Deghaidy & Mansour (2015) menunjukkan bahwa pendidik tidak memiliki pemahaman yang cukup tentang pendekatan STEM. Tanpa pengetahuan yang memadai, ada risiko bahwa peserta didik akan memberhentikan pembelajaran berbasis STEM sebagai pilihan cadangan untuk masa depan mereka. Akibatnya, minat peserta didik dalam pembelajaran STEM tertentu akan berkurang, yang negatif akan mempengaruhi keinginan mereka untuk berpartisipasi dalam kegiatan yang berfungsi untuk meningkatkan pengetahuan pembelajaran STEM dan kesadaran. Intervensi telah menunjukkan bahwa

melengkapi peserta didik dengan pengetahuan pembelajaran STEM meningkatkan awal motivasi mereka untuk mengambil lebih banyak ilmu pengetahuan dan matematika di sekolah tinggi (Blotnicky *et al.*, 2018). Pembelajaran STEM dapat berhasil dengan menekankan beberapa aspek dalam proses pembelajaran ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Aspek STEM dalam proses pembelajaran

<i>Science</i>	<i>Technology</i>	<i>Engineering</i>	<i>Mathematics</i>
Mengajukan pertanyaan	Mendefinisikan masalah	Menjadi sadar akan jaringan sistem teknologi di mana masyarakat bergantung	Memahami masalah-masalah dan gigih dalam memecahkan masalah
Mengembangkan dan menggunakan model	Mengembangkan dan menggunakan model		Menggunakan model dengan matematika
Merencanakan dan melakukan investigasi	Merencanakan dan melakukan investigasi	Belajar bagaimana menggunakan teknologi baru	Menggunakan alat-alat yang tepat secara strategis
Menganalisis dan menginterpretasikan data	Menganalisis dan menginterpretasikan data	Sebagaimana yang tersedia	Menghadirkan ketelitian dan ketepatan
Menggunakan matematika dan berpikir komputasional	Menggunakan matematika dan berpikir komputasional	Mengenali bahwa teknologi memainkan peran dalam kemajuan sains dan teknologi	Memberi alasan secara abstrak dan kuantitatif
Membangun penjelasan	Mendesain solusi		Mencari dan memanfaatkan struktur
Memadukan argumen yang ada dari bukti-bukti	Memadukan argumen yang ada dari bukti-bukti	Membuat keputusan yang tepat terkait teknologi	Membangun argumen yang layak dan mengkritisi alasan pihak lain
Mencari, mengevaluasi dan mengkomunikasikan informasi	Mencari, mengevaluasi dan mengkomunikasikan informasi	Merelaksikannya dengan masyarakat dan lingkungan	Mencari dan mengekspresikan secara tepat dan beraturan dari alasan yang berulang-ulang

(Afriana *et al.*, 2016)

Pembelajaran berbasis proyek merupakan salah satu karakteristik dari pembelajaran berbasis STEM. Laboy-Rush (2010) mengemukakan 5 tahap dalam pembelajaran berbasis proyek STEM yaitu:

- a. *Reflection*, tahap membawa peserta didik ke dalam konteks masalah dan memberikan inspirasi kepada peserta didik untuk mulai menyelidiki/investigasi.
- b. *Research*, tahap memfasilitasi peserta didik mengambil bentuk penelitian, meneliti konsep sains, memilih bacaan atau mengumpulkan informasi dari sumber yang relevan.
- c. *Discovery*, peserta didik mulai menemukan proses-proses pembelajaran, menentukan apa yang masih belum diketahui serta menemukan langkah langkah proyek sebagai pemecahan masalah
- d. *Application*, peserta didik memodelkan suatu pemecahan masalah, menguji model yang dirancang, berdasarkan hasil pengujian peserta didik dapat mengulang ke langkah sebelumnya
- e. *Communication*, peserta didik mempresentasikan model dan solusi langkah ini untuk mengembangkan keterampilan komunikasi dan kolaborasi serta kemampuan untuk menerima dan menerapkan umpan balik yang membangun.

Berdasarkan pemaparan diatas, peneliti menggunakan model pembelajaran PjBL-STEM Laboy-Rush (2010) yang berisi tahapan-tahapan aktivitas peserta didik yang mendukung pembelajaran berdiferensiasi pada modul ajar dan LKPD yang dikembangkan. Sehingga dengan program pembelajaran berdiferensiasi yang dikembangkan dapat mengakomodasi pembelajaran berdiferensiasi untuk meningkatkan CPS dan profil peserta didik.

2.2.6 Keterampilan Proses Sains

Keterampilan proses sains (KPS) adalah keterampilan yang perlu ditanamkan, dipraktikkan dan dimiliki oleh peserta didik. Ini adalah fondasi untuk penyelidikan ilmiah dan pengembangan intelektual yang diperlukan untuk

mempelajari konsep sains (Jehadan *et al.*, 2020). Menurut Ozkan & Umdu Topsakal (2021), mengembangkan keterampilan proses sains memungkinkan peserta didik untuk memecahkan masalah, berpikir kritis, membuat keputusan, mencari jawaban, membantu peserta didik untuk berpikir logis, mengajukan pertanyaan dalam penyelesaian masalah yang wajar dan mereka hadapi setiap hari.

Pembelajaran sains terintegrasi dengan pengembangan keterampilan proses sains menuntut kegiatan laboratorium. Dengan demikian, para pendidik diharapkan dapat meningkatkan KPS melalui kegiatan laboratorium. KPS adalah keterampilan berpikir yang digunakan oleh para ilmuwan untuk membangun pengetahuan untuk pemecahan masalah. Metode ilmiah, pola pikir ilmiah, dan pemikiran kritis adalah istilah keterampilan ini, sehingga setidaknya selama dua dekade, KPS semakin sering didengar (Özgelen, 2012).

Pentingnya KPS telah diakui secara luas. KPS menjadi tujuan utama pembelajaran sains. Ini tidak hanya digunakan oleh para ilmuwan, tetapi juga oleh semua orang yang ingin menjadi ilmuwan yang terdidik. Kurangnya aktivitas peserta didik dengan pengalaman langsung membuat keterampilan proses sains peserta didik kurang berkembang yang berdampak pada kemampuan berpikir kritisnya, peserta didik masih kesulitan mengerjakan soal-soal ujian dan hal ini ditunjukkan dengan nilai ujian yang masih dibawah rata-rata (Saenab *et al.*, 2023). Keterampilan proses sains adalah keterampilan berpikir yang digunakan para ilmuwan untuk membangun pengetahuan untuk memecahkan masalah dan memformulasikan hasil. Salah satu tujuan dari pendidikan sains adalah mengajarkan pemikiran efektif yang didefinisikan oleh KPS. Pendidikan sains harus mencakup penekanan pada hipotesa, memanipulasi alam, dan penalaran berbasis data. Reformasi terbaru memiliki janji besar untuk mengajarkan KPS kepada semua peserta didik. Pendidik mengakui nilai keterampilan ini sehubungan dengan pengembangan pribadi, intelektual, dan sosial. Beberapa pendidik menekankan pentingnya mengajar KPS dalam pendidikan sains, tetapi, lebih abstrak (Mushani, 2021).

Bagaimana mereka berpikir dan bekerja adalah bagian penting yang perlu diterapkan pada peserta didik selama proses pembelajaran. Domain proses sains

adalah: mengamati dan mencitrakan, mengklarifikasi dan mengatur, mengukur dan menggambar grafik, *communication*, memprediksi dan menyimpulkan, mengajukan hipotesis, mempelajari hipotesis, menguji hipotesis, mengidentifikasi dan mengendalikan variabel, menginterpretasi data, membuat instrumen, atau menggunakan alat sederhana dan model. KPS adalah keterampilan yang dapat dilatih dan itu mewakili perilaku ilmuwan. KPS memfasilitasi pembelajaran sains, memastikan partisipasi aktif peserta didik, dan melatih mereka dalam pembelajaran, dan juga melatih mereka cara berpikir dan bekerja seperti para ilmuwan.

Menurut Raj *et al.*, (2014) KPS dibagi menjadi dua, yaitu keterampilan proses dasar dan keterampilan proses terpadu. Keterampilan proses dasar termasuk mengamati, mengambil kesimpulan, mendesain, menggunakan waktu dan hubungan ruang, dan menggunakan nomor. Keterampilan proses terpadu termasuk variabel kontrol, mendefinisikan operasional, merumuskan hipotesa, merumuskan model, menafsirkan data dan bereksperimen (Raj *et al.*, 2014).

(Subekti & Ariswan, 2016) melakukan penelitian yang berkaitan dengan KPS. Meskipun aspek pada KPS termasuk banyak, namun mereka hanya mengambil beberapa aspek untuk mewakili penilaian KPS peserta didik. Adapun aspek tersebut sebagai berikut.

- a. Mengamati, yaitu menggunakan semua indera yang sesuai untuk memperoleh informasi dari eksperimen yang dilakukan.
- b. Membuat prediksi, yaitu dapat membuat hipotesis dari masalah yang berkaitan dengan pokok bahasan.
- c. Melakukan penelitian/eksperimen seperti melaksanakan eksperimen yang berkaitan dengan pokok bahasan sesuai dengan variabel bebas, variabel terkontrol dan variabel terikat yang telah ditentukan serta dapat menguji hipotesis yang telah dibuat.
- d. Kemampuan mengukur, yaitu dapat membandingkan hasil pengukuran dengan unit standar pengukuran yang telah ada.
- e. Kemampuan menyimpulkan, yaitu dapat menyimpulkan/memutuskan hasil yang diperoleh dari eksperimen sesuai dengan pokok bahasan yang dipelajari.

Pengajaran dan pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam melibatkan pengembangan berbagai keterampilan proses yang dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari, di masyarakat dan di tempat kerja. Peserta didik juga mengembangkan kemampuan untuk berpikir secara objektif dan menggunakan berbagai bentuk penalaran saat mereka menggunakan keterampilan ini. Peserta didik dapat memperoleh keterampilan ini dalam lingkungan yang menyentuh rasa ingin tahu mereka tentang dunia, dan yang mendukung kreativitas, tanggung jawab, dan kepercayaan diri yang tumbuh.

KPS sangat penting bagi pengalaman belajar peserta didik, sehingga Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi menganggap perlu mengakomodasinya dalam Kurikulum Merdeka. Aspek-aspek KPS tersebut termuat dalam salinan keputusan badan standar, kurikulum, dan asesmen pendidikan (BSKAP), Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi No. 033/H/KR/2022 tentang capaian pembelajaran mata pelajaran fisika fase E kelas X, yang terdiri dari: mengamati, mempertanyakan dan memprediksi, merencanakan dan melakukan penyelidikan, memproses menganalisis data dan informasi, mencipta, mengevaluasi dan refleksi, serta mengkomunikasikan. Dikutip dari Capaian Pembelajaran Fisika SMA dari BSKAP Kemdikbudristek tahun 2022 definisi dari indikator-indikator tersebut dirangkum pada Tabel 5.

Tabel 5. Indikator Keterampilan Proses Sains

Indikator	Definisi
Mengamati	Peserta didik mampu mengoptimalkan potensi menggunakan ragam alat bantu untuk melakukan pengukuran dan pengamatan.
Mempertanyakan dan memprediksi	Peserta didik mampu mempertanyakan dan memprediksi berdasarkan hasil observasi, mampu merumuskan permasalahan yang ada dan mampu mengajukan pertanyaan kunci untuk menyelesaikan masalah.
Merencanakan dan melakukan penyelidikan	Peserta didik mengidentifikasi latar belakang masalah, merumuskan tujuan, dan menggunakan referensi dalam perencanaan penyelidikan/penelitian.

Indikator	Definisi
	<p>Peserta didik membedakan variabel, termasuk yang dikendalikan dan variabel bebas, menggunakan instrumen yang sesuai dengan tujuan penyelidikan.</p> <p>Peserta didik menentukan langkah langkah kerja dan cara pengumpulan data.</p>
Memproses menganalisis data dan informasi	<p>Peserta didik menyiapkan peralatan/ instrumen yang sesuai untuk penelitian ilmiah, menggunakan alat ukur secara teliti dan benar, mengenal keterbatasan dan kelebihan alat ukur yang dipakai.</p> <p>Peserta didik menerapkan teknis/ proses pengumpulan data, mengolah data sesuai jenisnya/sesuai keperluan, menganalisis data dan menyimpulkan hasil penelitian serta memberikan rekomendasi tindak lanjut/saran dari hasil penelitian.</p>
Mencipta	<p>Peserta didik mampu menggunakan hasil analisis data dan informasi untuk menciptakan ide solusi ataupun rancang bangun untuk menyelesaikan suatu permasalahan.</p>
Mengevaluasi dan refleksi	<p>Peserta didik berani dan santun dalam mengajukan pertanyaan dan berargumentasi, mengembangkan keingintahuan, dan memiliki kepedulian terhadap lingkungan.</p> <p>Peserta didik mengajukan argumentasi ilmiah dan kritis berani mengusulkan perbaikan atas suatu kondisi dan bertanggungjawab terhadap usulannya.</p> <p>Peserta didik bersikap jujur terhadap temuan data/fakta.</p>
Mengkomunikasikan	<p>Peserta didik menyusun laporan tertulis hasil penelitian serta mengomunikasikan hasil penelitian, prosedur perolehan data, caramengolah dan cara menganalisis data serta mengomunikasikan kesimpulan yang sesuai untuk menjawab masalah penelitian/penyelidikan.</p> <p>Peserta didik menyajikan hasil pengolahan data dalam bentuk tabel, grafik, diagram alur/<i>flowchart</i> dan/atau peta konsep, menyajikan data dengan simbol dan standar internasional dengan benar, dan menggunakan media yang sesuai dalam</p>

Indikator	Definisi
	penyajian hasil pengolahan data. Peserta didik mendeskripsikan kecenderungan hubungan, pola, dan keterkaitan variabel dan menggunakan bahasa, simbol dan peristilahan yang sesuai.

Berdasarkan pemaparan literatur tentang KPS sangat mendukung kemampuan peserta didik dalam pemahaman konsep fisika dengan berbagai aktivitas yang dilakukan peserta didik. KPS adalah keterampilan yang perlu ditanamkan, dipraktikkan dan dimiliki oleh peserta didik. Ini adalah fondasi untuk penyelidikan ilmiah dan pengembangan intelektual yang diperlukan untuk mempelajari konsep sains. Karena hal tersebut maka peneliti mengembangkan modul ajar dan LKPD bermuatan STEM dengan pembelajaran berdiferensiasi yang bertujuan untuk meningkatkan CPS dan profil KPS peserta didik.

KPS yang digunakan pada penelitian ini adalah KPS yang merujuk pada Salinan Keputusan BSKAP Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi No. 033/H/KR/2022 tentang capaian pembelajaran pada kurikulum merdeka yang dapat mengukur keterampilan proses sains peserta didik pada mata pelajaran fisika.

2.1.7 *Creative Problem Solving (CPS)*

Dalam pendidikan era merdeka belajar mendorong peserta didik untuk mengelola materi belajar secara mandiri, oleh karena itu peran pendidik sangat dibutuhkan untuk membentuk kemandirian belajar (Setiadi *et al.*, 2020).

Kreativitas sering digambarkan sebagai kemampuan berpikir berbeda, peka terhadap suatu masalah, kemampuan untuk memecahkan masalah, dan mencari solusi yang tidak biasa untuk permasalahan tersebut (Bacanli *et al.*, 2011).

Mendefinisikan, menganalisis dan memecahkan masalah adalah langkah-langkah penting dari suatu proses berpikir kreatif, sehingga jika tidak ada pemecahan masalah, maka tidak ada pemikiran kreatif (Rafzan *et al.*, 2020). Kim (2022)

menjabarkan bahwa berpikir kreatif memiliki ciri-ciri seperti: menghasilkan ide-ide unik; menghasilkan ide-ide yang tidak biasa dipikirkan; imajinatif; mampu menghasilkan ide dalam waktu yang tetap; kecenderungan untuk melihat masalah langsung dari berbagai perspektif.

Berpikir kreatif merupakan kompetensi dan keterampilan utama yang harus digali untuk menyambut revolusi industri 4.0 dan konsepsi pendidikan abad ke-21.

Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa pekerjaan kreatif akan mengambil alih di masa depan. Hal tersebut disebabkan oleh pekerjaan rutin yang mengulang akan diambil alih oleh robot dan proses otomatisasi. Untuk mencapai tujuan tersebut, Kemendikbudristek telah mengadaptasi tiga konsep pendidikan abad 21 yang meliputi *scientific approach* dan *authentic learning and authentic assessment* guna mengembangkan pendidikan menuju Indonesia Kreatif tahun 2045. Hal tersebut juga dilakukan untuk mencapai kesesuaian konsep dengan kapasitas peserta didik serta kompetensi pendidik dan tenaga pendidikannya.

Oleh karena itu, berpikir kreatif merupakan keterampilan dan kompetensi yang penting diasah baik untuk peserta didik, pendidik, maupun masyarakat pada umumnya agar memiliki daya kompetisi yang kuat di zaman yang tidak lama lagi akan serba diotomatisasi oleh kecerdasan buatan. Itulah sebabnya pada dunia pendidikan zaman modern saat ini menuntut para peserta didiknya agar tidak hanya memiliki kemampuan berpikir kritis namun juga harus diselingi untuk memiliki kemampuan berpikir kreatif dalam semua mata pelajaran agar dapat menciptakan jalan keluar baru dalam menyelesaikan persoalan yang dihadapi pada materi yang dipelajari seperti yang diungkapkan oleh (Krismanita & Qosyim, 2021) yang menyatakan bahwa berpikir kreatif adalah suatu pemikiran yang berusaha menciptakan gagasan yang baru. Namun demikian, berpikir kreatif juga melibatkan suatu proses sistematis untuk mencapai kebaruannya.

Menurut (Juhji & Nuangchalerm, 2020) berpikir kreatif dapat didefinisikan sebagai seluruh rangkaian kegiatan kognitif yang digunakan individu dalam menghadapi masalah dari suatu kondisi sehingga mereka mencoba menggunakan

imajinasi, kecerdasan, wawasan dan ide-ide ketika mereka menghadapi suatu situasi atau masalah tersebut. Berpikir kreatif adalah serangkaian proses untuk memahami masalah, membuat tebakan, hipotesis tentang masalah, mencari jawaban, mengusulkan bukti, dan akhirnya melaporkan hasil untuk diaplikasikan dalam proses penciptaan. Namun demikian menciptakan hal yang sangat baru sangatlah tidak mudah. Bahkan jika kita runut asal-muasal suatu hal, maka kita tidak akan ada habisnya menemukan bahwa berbagai hal yang kita anggap baru sebetulnya sudah pernah ada sebelumnya. Akan tetapi hal tersebut bukanlah penghambat kreativitas. Dapat disimpulkan bahwa berpikir kreatif adalah seluruh rangkaian pemikiran atau proses kognitif yang dilakukan secara sistematis agar dapat menciptakan sesuatu yang baru atau relatif berbeda dengan yang sudah ada sebelumnya, baik dari hal yang benar-benar belum ada maupun kombinasi dengan hal-hal yang sudah ada.

Menurut Treffinger & Isaksen (2005), ada beberapa 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*.

Tabel 6. Indikator *creative problem solving* (CPS)

Indikator	Definisi
1. <i>Fact Finding</i>	Kemampuan untuk mencari informasi yang relevan dan akurat terkait masalah yang dihadapi.
2. <i>Fact Interpreting</i>	Kemampuan untuk memahami, menganalisis, dan mengevaluasi informasi yang telah dikumpulkan.
3. <i>Idea Finding</i>	Kemampuan untuk menghasilkan berbagai alternatif solusi dan ide-ide kreatif untuk menyelesaikan masalah.
4. <i>Idea Developing</i>	Kemampuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi ide-ide yang telah dihasilkan, serta mengubahnya menjadi solusi yang lebih spesifik dan terukur
5. <i>Solution Generating</i>	Kemampuan untuk merencanakan tindakan yang tepat dalam mengimplementasikan solusi yang telah dipilih.

Indikator	Definisi
6. <i>Solution Evaluating</i>	Kemampuan untuk mengevaluasi efektivitas solusi yang telah dipilih dan mengembangkan strategi untuk memperbaiki solusi jika diperlukan.

Pada tahap *fact finding*, peserta didik perlu melakukan beberapa hal untuk memperoleh informasi yang relevan dan akurat terkait masalah yang dihadapi (Treffinger & Isaksen, 2005). Pertama, peserta didik perlu mengidentifikasi dan memahami secara jelas masalah yang dihadapi. Kemudian, mereka perlu mencari informasi yang relevan dan akurat terkait masalah tersebut baik dari sumber primer maupun sumber sekunder. Selanjutnya, peserta didik perlu mengevaluasi kredibilitas informasi yang telah dikumpulkan sehingga dapat memastikan bahwa informasi tersebut dapat dipercaya. Setelah itu, mereka perlu menyusun informasi yang telah dikumpulkan sehingga dapat dipahami dan digunakan dengan efektif dalam tahap selanjutnya. Terakhir, peserta didik perlu mengembangkan pertanyaan yang relevan untuk memperdalam pemahaman terhadap masalah yang dihadapi serta menentukan informasi yang masih dibutuhkan.

Pada tahap *fact interpreting*, peserta didik perlu melakukan beberapa hal untuk memahami informasi yang telah dikumpulkan pada tahap *fact finding* sebelumnya (Treffinger & Isaksen, 2005). Pertama, peserta didik perlu mengorganisir informasi yang telah ditemukan sehingga dapat dimengerti dan digunakan dengan lebih baik. Selanjutnya, peserta didik perlu menganalisis informasi dan mencari hubungan antara informasi yang telah ditemukan. Hal ini akan membantu peserta didik memahami lebih baik hubungan antara berbagai faktor yang terkait dengan masalah yang dihadapi dan membuka kemungkinan untuk menemukan solusi yang lebih kreatif. Selain itu, pada tahap *fact interpreting*, peserta didik juga perlu mengasumsikan suatu kerangka pemikiran yang akan membantu mereka dalam menganalisis dan menginterpretasikan informasi yang telah ditemukan. Dalam hal ini, peserta didik dapat menggunakan konsep atau teori yang telah dipelajari sebelumnya untuk membantu mereka dalam memahami informasi yang telah dikumpulkan.

Pada tahap *idea finding*, peserta didik perlu melakukan beberapa hal untuk menghasilkan ide-ide baru terkait dengan masalah yang dihadapi (Treffinger & Isaksen, 2005). Pertama, peserta didik perlu menghasilkan sebanyak mungkin ide terkait dengan masalah yang dihadapi. Dalam hal ini, peserta didik perlu mengeksplorasi berbagai alternatif solusi yang mungkin terkait dengan masalah tersebut. Selanjutnya, peserta didik perlu mengajukan pertanyaan-pertanyaan baru terkait dengan masalah yang dihadapi untuk membantu mereka memperoleh ide-ide baru. Pada tahap ini, peserta didik juga perlu melibatkan kreativitas mereka dalam menghasilkan ide-ide baru. Peserta didik dapat menggunakan teknik brainstorming atau mind mapping untuk membantu mereka dalam menghasilkan ide-ide baru yang kreatif dan inovatif. Selain itu, pada tahap *idea finding*, peserta didik juga perlu mengevaluasi ide-ide yang telah dihasilkan dan menentukan ide-ide mana yang paling berpotensi untuk diimplementasikan. Dalam hal ini, peserta didik dapat menggunakan kriteria evaluasi untuk membantu mereka dalam mengevaluasi dan memilih ide-ide terbaik.

Pada tahap *idea developing*, peserta didik perlu melakukan beberapa hal untuk mengembangkan ide-ide yang telah dihasilkan pada tahap *idea finding* menjadi solusi yang lebih konkret dan terimplementasi dengan baik (Treffinger & Isaksen, 2005). Pertama, peserta didik perlu mengembangkan ide-ide yang telah dihasilkan pada tahap sebelumnya menjadi solusi yang lebih spesifik dan terukur. Dalam hal ini, peserta didik perlu mengidentifikasi rincian dan detil yang diperlukan untuk mengimplementasikan ide-ide tersebut. Pada tahap ini, peserta didik juga perlu mengidentifikasi berbagai kendala dan hambatan yang mungkin terkait dengan implementasi ide-ide yang telah dikembangkan. Dalam hal ini, peserta didik perlu berpikir secara kritis untuk mencari solusi terbaik untuk mengatasi kendala dan hambatan yang mungkin muncul.

Pada tahap *solution generating*, peserta didik perlu mempertimbangkan ide-ide yang telah dihasilkan pada tahap sebelumnya untuk menghasilkan solusi yang paling efektif dalam menyelesaikan masalah yang dihadapi. Dalam hal ini, peserta didik perlu melakukan beberapa hal untuk menghasilkan solusi yang lebih inovatif dan kreatif (Treffinger & Isaksen, 2005). Pertama, peserta didik perlu

menghasilkan solusi yang berbeda dan beragam untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi. Peserta didik perlu menghasilkan berbagai macam solusi tanpa membatasi diri pada satu ide saja. Dalam hal ini, teknik *brainstorming* dapat membantu peserta didik untuk menghasilkan ide-ide baru.

Pada tahap *idea developing*, peserta didik mencoba untuk memperkaya dan memperdalam ide-ide yang telah dihasilkan pada tahap sebelumnya (Treffinger & Isaksen, 2005). Pada tahap ini, peserta didik berusaha untuk mengembangkan ide-ide tersebut menjadi lebih konkrit dan terimplementasi dengan baik. Peserta didik melakukan analisis mendalam terhadap setiap ide yang telah dihasilkan dan mempertimbangkan berbagai aspek yang mungkin mempengaruhi ide tersebut, seperti biaya, waktu, dan sumber daya yang tersedia. Selain itu, peserta didik juga mencoba untuk menemukan cara-cara baru untuk memanfaatkan ide-ide tersebut agar lebih efektif dalam menyelesaikan masalah yang dihadapi.

Selanjutnya pada tahap *solution generating*, peserta didik fokus pada menghasilkan ide-ide baru yang dapat membantu menyelesaikan masalah yang dihadapi (Treffinger & Isaksen, 2005). Pada tahap ini, peserta didik mempertimbangkan berbagai macam solusi tanpa membatasi diri pada satu ide saja. Peserta didik menggunakan teknik *brainstorming* untuk menghasilkan ide-ide baru dan mengevaluasi setiap solusi yang dihasilkan untuk menentukan solusi terbaik. Dengan kata lain, perbedaan utama antara tahap *idea developing* dan *solution generating* adalah pada fokus dan pendekatan yang digunakan oleh peserta didik dalam menghasilkan ide-ide baru dan mengembangkan ide-ide yang telah dihasilkan. Pada tahap *solution generating*, peserta didik fokus pada menghasilkan ide-ide baru, sedangkan pada tahap *idea developing*, peserta didik fokus pada mengembangkan ide-ide yang telah dihasilkan. Namun, keduanya memiliki peran yang penting dalam proses *CPS* dan saling terkait satu sama lain.

Tahap *solution evaluating* adalah tahap di mana peserta didik mengevaluasi ide-ide dan solusi yang telah dihasilkan pada tahap sebelumnya dan memilih solusi terbaik yang dapat membantu menyelesaikan masalah yang dihadapi (Treffinger & Isaksen, 2005). Pada tahap ini, peserta didik mencoba untuk menilai setiap solusi yang dihasilkan berdasarkan berbagai kriteria, seperti efektivitas, efisiensi,

kelayakan, dan dampaknya terhadap lingkungan dan masyarakat sekitar. Hal yang penting diperhatikan pada tahap *solution evaluating* adalah peserta didik harus mempertimbangkan secara kritis setiap solusi yang dihasilkan (Treffinger & Isaksen, 2005). Mereka harus memastikan bahwa solusi yang dipilih adalah solusi yang dapat diterapkan dan sesuai dengan kebutuhan dan kondisi yang ada.

Proses pembelajaran di sekolah saat ini pendidik belum memberi kesempatan yang optimal kepada peserta didik untuk dapat mengembangkan kreativitasnya. Menurut Wenno *et al.*, (2018) hal tersebut terjadi karena beberapa hal, antara lain: (1) gaya mengajar pendidik sains yang selalu menyuruh peserta didik untuk menghafal berbagai konsep tanpa disertai pemahaman terhadap konsep tersebut; (2) pengajaran sains umumnya banyak dilakukan dengan cara menghafal dan sangat minim dengan kerja laboratorium; (3) masih banyak pendidik sains yang berpendapat bahwa mengajar itu suatu kegiatan menjelaskan dan menyampaikan informasi tentang konsep-konsep; (4) soal-soal ujian semester dan akhir kurang memotivasi peserta didik berpikir kreatif, karena soal-soal yang diajukan hanya dititik beratkan pada aspek kognitif yang umumnya berbentuk pilihan ganda, dan (5) fasilitas sekolah untuk menopang peserta didik mengembangkan kreativitasnya, terutama yang berkaitan dengan perkembangan sains teknologi umumnya kurang memadai.

Berdasarkan beberapa tinjauan pustaka tentang *cretaive problem solving* (CPS) tersebut, maka peneliti mengembangkan program pembelajaran berdiferensiasi dalam bentuk modul ajar berbantuan LKPD bermuatan STEM sehingga dapat meningkatkan CPS peserta didik selain juga meningkatkan KPS. Dengan adanya program pembelajaran berdiferensiasi berbantuan LKPD bermuatan STEM diharapkan dapat meningkatkan *CPS* peserta didik, karena LKPD ini mencakup aktivitas-aktivitas PjBL-STEM yang melatih kemampuan CPS peserta didik dengan penekanan pada kebutuhan peserta didik dengan pembelajaran berdiferensiasi, sehingga kemampuan CPS akan semakin berkembang. Indikator CPS yang digunakan pada penelitian ini adalah indikator CPS yang dikembangkan oleh (Treffinger & Isaksen, 2005).

2.1.8 Energi Alternatif

Arah kebijakan pengelolaan energi kedepan berpedoman pada paradigma baru untuk menciptakan lingkungan yang sehat melalui program energi bersih, hal ini dinyatakan oleh (Setyono & Kiono, 2021). Energi alternatif (terbarukan) merupakan energi yang dapat digantikan oleh proses alami dalam kurun waktu yang sebanding dengan penggunaannya, sehingga tidak akan pernah dapat habis (Kemendikbudristek, 2021). Pada dasarnya energi alternatif ini sangat berperan dalam keberlangsungan manusia dan bumi. Dengan penggunaan energi alternatif dengan maksimal, maka kondisi bumi kita saat ini bisa dirasakan oleh generasi berikutnya. Namun, sangat disayangkan bahwa masih sedikit manusia yang menggunakan energi alternatif dan lebih sering menggunakan energi fosil, seperti minyak bumi dan batu bara dalam memenuhi kebutuhan hidup. Energi alternatif adalah energi sebagai pengganti dari energi bahan bakar fosil. Hal ini senada dengan pengertian energi dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) (2018) energi alternatif adalah energi yang berasal bukan dari minyak bumi, misalnya tenaga air, panas bumi, nuklir, surya, angin, gelombang, biomassa, gas alam, gambut, batu bara, dan gas alam.

Sebagian masyarakat yang sudah sadar akan bahaya dari energi yang tak terbarukan yang dapat merusak atau mengganggu keberlangsungan bumi dan manusia, mereka mulai meninggalkan energi yang tak terbarukan. Dikutip dari buku IPA kelas X Kemendikbudristek (2021) bahwa sumber energi alternatif adalah energi yang didapatkan melalui sumber energi yang dapat diperbaharui (terbarukan), bisa dipulihkan, atau kekal. Misalnya sungai, pasang surut air laut, biomassa, biogas, matahari, dan aliran sungai.

Pada dasarnya, tujuan utama dari dibuat energi alternatif adalah untuk mengganti energi yang berasal dari bahan bakar fosil. Oleh sebab itu, energi alternatif mulai dikembangkan oleh manusia, baik itu secara berkelompok masyarakat atau kelompok dalam bentuk perusahaan. Banyaknya manusia yang mulai mengembangkan energi alternatif berarti manusia yang sadar akan bahaya dari

energi tak terbarukan juga semakin banyak. Bagi sebagian perusahaan tujuan dari dibuatnya energi alternatif untuk mendapatkan keuntungan karena energi alternatif tersebut akan diperjualbelikan. Selain mendapatkan keuntungan, perusahaan-perusahaan tersebut sudah ikut serta dalam menjaga kelestarian lingkungan.

Bagi masyarakat biasa membuat energi alternatif bertujuan untuk menjaga lingkungan yang ditempatinya agar tetap dalam keadaan sehat. Apabila lingkungan sudah sehat, maka masyarakat di lingkungan itu juga ikut sehat juga dan energi itu bisa digunakan secara terus menerus karena dapat diperbaharui. Sumber-sumber energi alternatif yang tersedia di alam dan lingkungan sekitar tempat tinggal peserta didik dan dapat dimanfaatkan sebagai energi diantaranya adalah panas matahari, angin, aliran air sungai, dan biomassa.

Seperti yang sudah diketahui oleh banyak orang bahwa matahari menjadi sumber utama panas bumi. Oleh sebab itu, beberapa sumber energi yang ada di bumi berasal dari matahari. Radiasi yang dipancarkan oleh matahari ternyata bisa dijadikan sebagai sumber energi listrik dan energi kalor. Untuk mengubah radiasi matahari menjadi energi listrik, biasanya alat yang digunakan itu adalah panel surya.

Panel surya mampu mengubah radiasi matahari menjadi energi listrik karena didalamnya terdapat suatu rangkaian sel *photovoltaic* atau jika diartikan adalah “cahaya listrik”. Adapun sel surya adalah perangkat yang mengubah sinar matahari menjadi energi listrik melalui proses fotovoltaiik (Purwoto et al., 2018). Energi alternatif yang berasal dari panel surya ini bisa digunakan pada benda apa saja, seperti perahu listrik, mobil listrik, lampu listrik, dan sebagainya. Akan tetapi, semua benda itu harus diletakkan panel surya, jika tidak ada panel surya, maka energi matahari tidak bisa diubah menjadi energi listrik.

Kincir angin adalah alat yang bisa dijadikan sebagai energi alternatif yaitu mengubah energi angin menjadi energi listrik atau energi kinetik menjadi energi mekanik. Kincir angin akan dihubungkan ke mesin generator baru bisa berubah

menjadi energi listrik. Secara sederhana, kincir angin akan berputar, kemudian turbin atau generator pembangkit listrik akan bergerak. Setelah generator sudah bergerak, maka energi listrik bisa digunakan. Menurut B. *et al.*, (2022) dalam penelitiannya tentang Analisa Penggunaan Energi Angin Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif, menyatakan bahwa Perencanaan PLTB pada lokasi penelitian memiliki potensi yang baik untuk dikembangkan dan dipertimbangkan menjadi energi alternatif dengan segi manfaat dalam jangka panjang (20 tahun). Salah satu negara yang sudah mengembangkan energi angin ini adalah Belanda. Belanda sudah sejak lama menggunakan kincir angin untuk mendapatkan energi listrik. Oleh sebab itu, Belanda juga dikenal dengan sebutan “negara kincir angin”.

Energi alternatif yang berasal dari air atau dikenal dengan sebutan *hydropower* memanfaatkan aliran air untuk menggerakkan turbin. Setelah turbin bergerak karena jumlah air yang berlimpah, maka akan menghasilkan energi listrik. Energi listrik dengan tenaga air ini disebut juga dengan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Kondisi topografi yang bergunung dan berbukit serta adanya danau/waduk yang menjadi hulu aliran sungai membuat Indonesia memiliki potensi energi air sebagai energi primer yang besar (Taufiqurrahman & Windarta, 2020). Beberapa wilayah di Indonesia sudah menggunakan energi air untuk diubah menjadi energi listrik melalui waduk, seperti waduk Jatiluhur di Purwakarta, waduk Asahan di Sumatera Utara, waduk Saguling di daerah Bandung Barat, dan sebagainya.

Biomassa adalah bahan yang didapatkan melalui tanaman atau tumbuhan, baik itu secara langsung atau secara tidak langsung dan dalam jumlah besar dapat dijadikan sebagai suatu energi. Sumber dari biomassa bukan hanya berasal dari tanaman saja, tetapi juga bisa berasal dari kotoran hewan. Biomassa juga dikenal dengan istilah lain, yaitu *fitomassa* atau sumber daya yang berasal dari hayati. Menurut Parinduri (2020), dalam artikelnya menyatakan bahwa biomassa merupakan sumber energi terbarukan dan berkelanjutan memiliki potensi yang sangat besar 146,7 juta ton per tahun. Sementara potensi Biomassa yang berasal dari sampah untuk tahun 2020 diperkirakan sebanyak 53,7 juta ton. Adapun

beberapa hal yang termasuk ke dalam kategori sumber biomassa, seperti enceng gondok, rumput laut raksasa, serbuk gergaji, serpihan kayu, sekam padi, jerami, sampah dapur, kotoran hewan, dan lain-lain.

Sumber-sumber biomassa ini jika dibiarkan terlalu lama bisa menyebabkan tumpukan sampah semakin banyak, bahkan bisa menyebabkan pemanasan global. Oleh sebab itu, sumber-sumber biomassa dapat kita maksimalkan untuk dijadikan sebagai sumber energi alternatif atau energi terbarukan. Dengan penggunaan biomassa ini, kehidupan manusia akan berlangsung lebih lama karena lingkungan menjadi sehat dan tidak mudah rusak.

Dari kajian pustaka tentang Alternatif Energi dan Pemanfaatannya yang terdapat pada Kurikulum Merdeka fase E mata pelajaran IPA, termasuk dalam 17 Tujuan Pengembangan Berkelanjutan atau *Sustainable Development Goals (SDGs)* yang sangat erat kaitannya dengan penumbuhan karakter peserta didik yang tertuang pada profil pelajar pancasila pada dimensi (1) Beriman, Bertakwa Kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan Berahlak Mulia; (2) Berkebhinekaan Global; (3) Gotong Royong; (4) Mandiri; (5) Bernalar Kritis; dan (6) Kreatif. Penumbuhan karakter peserta didik dapat mendukung pada proses pembelajaran di kelas, oleh karena itu peneliti mengembangkan program pembelajaran berdiferensiasi berbantuan LKPD sehingga dapat meningkatkan kemampuan *CPS* peserta didik selain juga profil *KPS* peserta didik.

2.2 Penelitian Relevan

Berikut uraian Tabel terkait penelitian yang relevan, dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Penelitian yang Relevan

Nama Peneliti	Nama Jurnal	Judul Artikel	Hasil Penelitian
(Balgan <i>et al.</i> , 2022)	<i>Eurasian Journal of Educational Research</i>	<i>An Experiment in Applying Differentiated Instruction in STEAM Disciplines</i>	Penerapan pembelajaran berdiferensiasi dengan disiplin STEAM, tujuan dan hasil dimana motivasi merupakan

			faktor utama untuk mengambil tindakan (<i>action</i>)
(Ferlianti <i>et al.</i> , 2022)	Jurnal Pendidikan Indonesia	Penerapan Pembelajaran Diferensiasi Dengan Metode <i>Blended Learning 'S Station Rotation</i> Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta didik Pada Materi Tekanan Hidrostatik	Penerapan pembelajaran diferensiasi dengan metode <i>Blended Learning's Station Rotation</i> dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik pada materi tekanan hidrostatik.
(Ubaidilah, 2016)	Jurnal EduFisika	Pengembangan LKPD Fisika Berbasis <i>Problem Solving</i> Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Dan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi	LKPD Fisika Berbasis <i>Problem Solving</i> dapat meningkatkan keterampilan proses sains dan keterampilan berpikir tingkat tinggi.
(Pane <i>et al.</i> , 2022)	BULLET : Jurnal Multidisiplin Ilmu	Pengembangan LKPD Berbasis STEM Untuk Menumbuhkan Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta didik	LKPD Berbasis STEM dapat menumbuhkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan beberapa tahun belakangan ini, belum ada penelitian pengembangan pembelajaran berdiferensiasi berbantuan LKPD bermuatan STEM untuk meningkatkan KPS dan CPS, sehingga kebaruan dari penelitian ini adalah program pembelajaran berdiferensiasi dalam bentuk modul ajar dan LKPD bermuatan STEM yang mengakomodasi gaya belajar peserta didik (kinestetik, auditori, dan visual) yang dapat meningkatkan KPS dan CPS.

2.3 Kerangka Pemikiran

Sebagian besar pembelajaran fisika masih menekankan pada pembelajaran yang sama atau seragam pada semua peserta didik. Dalam proses pembelajaran seharusnya seluruh peserta didik dapat memahami konsep yang disampaikan meskipun mereka memiliki keragaman dalam kebutuhan, proses dan hasilnya. Hasil penelitian di lapangan yang diperoleh dari hasil penelitian pendahuluan masih banyak pendidik yang menggunakan pendekatan pembelajaran yang sama dan seragam sehingga tidak memfasilitasi kebutuhan peserta didik yang berbeda. Hal ini menyebabkan interaksi selama proses pembelajaran hanya peserta didik yang memiliki kebutuhan materi, proses dan produk yang sesuai dengan LKPD yang digunakan pendidik yang dapat berperan aktif dalam proses pembelajaran. Peserta didik yang memiliki KPS dan kemampuan *CPS* yang baik yang dapat memahami konsep yang diajarkan, hal ini menyebabkan perbedaan pencapaian tujuan pembelajaran antar peserta didik.

Pembelajaran berdiferensiasi memungkinkan pembelajaran dapat mengakomodasi berbagai kebutuhan peserta didik. Pembelajaran berdiferensiasi mampu membantu peserta didik mencapai hasil belajar optimal karena produk yang akan mereka hasilkan sesuai minat. Proses pembelajaran berdiferensiasi memberikan ruang yang luas kepada peserta didik untuk mendemostrasikan materi yang telah dipelajari. Produk yang dihasilkan oleh peserta didik dapat disajikan dalam sebuah artikel, infografis, poster, video *performance*, video animasi atau bentuk lain sesuai keterampilan dan minat kelompok masing-masing.

Pembelajaran dilakukan menggunakan LKPD berbasis proyek yang didalamnya memuat aktivitas 1 (*fase reflection*), fase ini termasuk kedalam bagian STEM yaitu pada *science*. Pada masing-masing LKPD pada fase ini diberikan *scan barcode* video, dan wacana disertai gambar tentang permasalahan krisis energi. Pendidik menayangkan ilustrasi energi yang dapat ditemui di kehidupan sehari-hari. Pendidik meminta peserta didik mengamati video dan mendiskusikan permasalahan yang muncul dari video atau wacana dan gambar tersebut. Kegiatan

ini menjembatani peserta didik dalam melatih kemampuan KPS mengamati, mempertanyakan dan memprediksi serta mengakomodasi gaya belajar peserta didik yaitu *visual* dan *auditory*. Kegiatan ini juga melatih kemampuan peserta didik dalam CPS pada dimensi *fact finding* dan *fact interpreting*.

Pada aktivitas 2 (fase *research*), fase ini termasuk kedalam bagian STEM yaitu pada *science*. Pada fase ini peserta didik dengan kelompoknya mengumpulkan informasi dari berbagai sumber (internet) mencari upaya yang dapat dilakukan sebagai pemecahan masalah keterbatasan energi serta mengidentifikasi potensi di daerah sekitar tempat tinggal peserta didik yang dapat dimanfaatkan untuk menangani permasalahan yang ada. Peserta didik menuliskan hasil diskusi pada kolom jawaban yang telah disediakan pada LKPD. Pada fase ini, kegiatan akan terlaksana saat peserta didik berdiskusi dengan kelompoknya untuk mencari informasi terkait permasalahan dan dihubungkan dengan potensi di sekitar. Kegiatan ini melatih kemampuan KPS pada aspek mempertanyakan dan memprediksi, merencanakan dan melakukan penyelidikan. Sedangkan pada dimensi CPS melatih dimensi *fact finding*, *fact interpreting*, *idea finding*, dan *idea developing*.

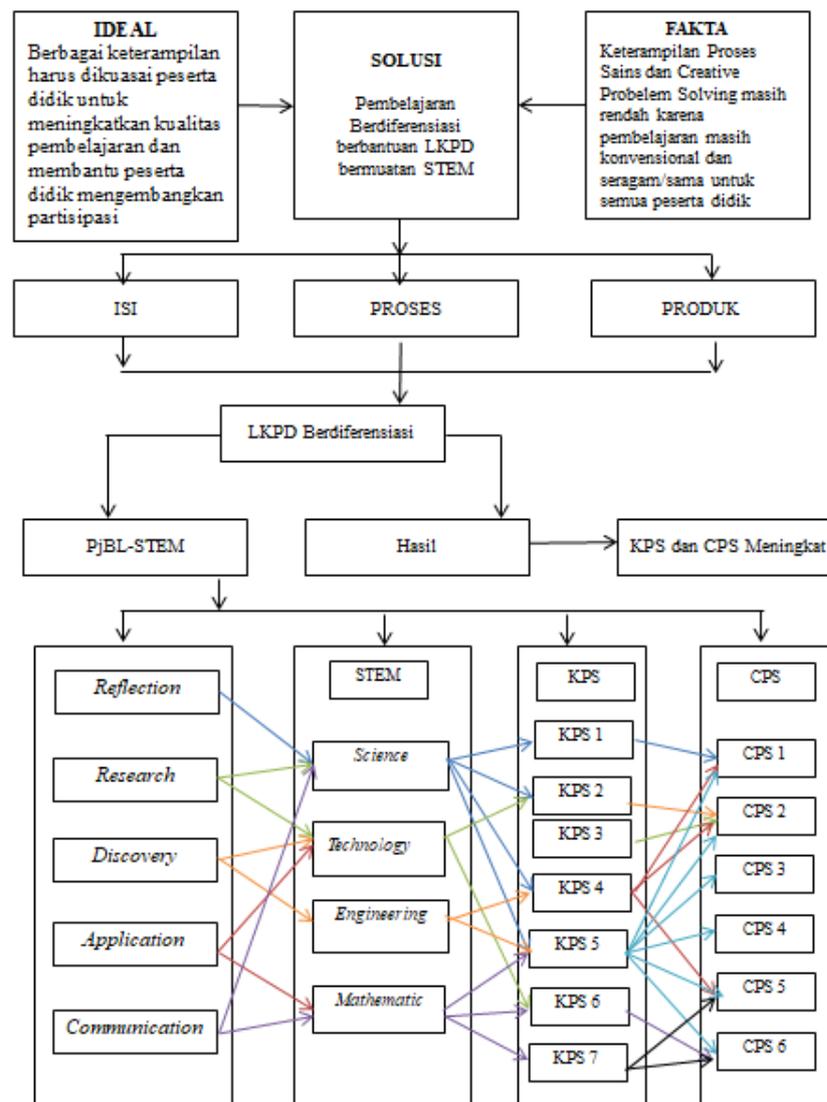
Pada aktivitas 3 (fase *discovery*), fase ini termasuk kedalam bagian STEM yaitu pada *engineering*. Pendidik membimbing peserta didik dengan kelompoknya untuk membuat sketsa dari ide *project* yang akan dibuat dan mengemukakan hubungan antara ide *project* dengan sketsa yang telah dibuat. Pada fase ini peserta didik sudah membuat sketsa dari ide *project* dan dilanjutkan dengan membuat proyek sederhana dengan kelompoknya mengenai penghasil energi. Kegiatan merancang proyek dibuat dengan menuliskan alat dan bahan serta langkah-langkah pembuatannya yang didiskusikan masing-masing kelompok. Pada fase ini melatih KPS pada memproses, menganalisis data dan informasi, serta mencipta. Pada CPS mengukur kemampuan *idea finding* dan *idea developing*.

Pada aktivitas 4 (fase *application*), fase ini termasuk kedalam bagian STEM yaitu pada *technology* dan *engineering*. Peserta didik dengan kelompoknya menguji produk yang telah dibuat, pada tahap ini peserta didik menghubungkan

aspek STEM. Pada fase ini melatih kemampuan KPS dan mengakomodasi gaya belajar peserta didik yaitu kinestetik. Sedangkan pada CPS pada fase ini untuk mengukur kemampuan pada aspek *solution generating* dan *solution evaluation*.

Pada aktivitas 5 (fase *communication*) adalah peserta didik mempresentasikan proyek sederhana dan memaparkan hasil percobaan yang telah dilakukan bersama kelompoknya. Pada fase ini melatih kemampuan KPS pada aspek mengkomunikasikan hasil dan pada CPS mengukur kemampuan pada aspek *solution generating* dan *solution evaluation*. Setelah dilakukan ragam aktivitas dengan memanfaatkan LKPD yang bermuatan STEM yang mendukung berbagai kebutuhan belajar peserta didik diharapkan tidak ada lagi perbedaan keterampilan proses sains dan *creative problem solving* antar peserta didik meskipun mereka memiliki kebutuhan belajar yang berbeda.

Berikut Gambar kerangka pikir dalam penelitian ini.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran

Keterangan Gambar :

- KPS 1 : Mengamati
- KPS 2 : Mempertanyakan dan Memproduksi
- KPS 3 : Merencanakan dan Melakukan Penyelidikan
- KPS 4 : Memproses Menganalisis data dan informasi
- KPS 5 : Mencipta
- KPS 6 : Mengevaluasi dan Refleksi
- KPS 7 : Mengkomunikasikan Hasil
- CPS 1 : *Fact Finding*
- CPS 2 : *Fact Interpreting*
- CPS 3 : *Idea Finding*
- CPS 4 : *Idea Developing*
- CPS 5 : *Solution Generating*
- CPS 6 : *Solution Evaluation*

III. METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian Pengembangan

Desain penelitian ini berpedoman pada model pengembangan instruksional ADDIE (Branch, 2010), yaitu *Analyze, Design, Development, Implementation,* dan *Evaluation*. Tujuan penelitian yaitu mengembangkan program pembelajaran berdiferensiasi berbantuan LKPD bermuatan STEM untuk *CPS* dan profil KPS peserta didik.

3.2 Prosedur Pengembangan Produk

Model pengembangan ADDIE memiliki 5 tahapan prosedur pengembangan yaitu: tahap analisis (*analyze*), tahap perancangan produk awal (*design*), tahap pengembangan produk (*development*), tahap implementasi produk (*implementation*), dan tahap evaluasi (*evaluation*).

a. Tahap Analisis (*Analyze*)

Tahap analisis merupakan suatu proses mendefinisikan apa yang akan dipelajari oleh peserta didik, yaitu melakukan *needs assessment* (analisis kebutuhan), mengidentifikasi masalah (kebutuhan), dan melakukan *task analysis* (analisis tugas). Tahap analisis dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis kebutuhan pendidik dan peserta didik seperti analisis kebutuhan terhadap modul ajar dan LKPD. Sebagai bahan untuk melakukan analisis, dikumpulkan data mengenai proses pembelajaran fisika, serta ketersediaan modul ajar dan LKPD yang digunakan pada pembelajaran yang telah dilakukan sebelumnya. Pengumpulan data ini diperoleh data dari 108 peserta didik dan 53 guru mata pelajaran Fisika di

Propinsi Lampung. Hasil dari angket kebutuhan yang diperoleh dijadikan sebagai dasar untuk langkah selanjutnya yaitu mendesain program pembelajaran berdiferensiasi berbantuan LKPD bermuatan STEM yang akan dikembangkan.

b. Tahap Perancangan Produk Awal (*Design*)

Tahap kedua setelah melakukan tahap analisis adalah perancangan produk. Hasil analisis digunakan sebagai acuan dalam pengembangan pembelajaran berdiferensiasi dengan bantuan LKPD yang bertujuan untuk meningkatkan CPS dan profil KPS peserta didik. Pada tahap ini peneliti menentukan capaian pembelajaran yang dikembangkan pada program pembelajaran berdiferensiasi dengan bantuan LKPD bermuatan STEM, menentukan kisi-kisi materi dan membuat matriks. Setelah semua bahan telah ada, peneliti membuat *storyboard* untuk mengetahui gambaran produk yang akan dikembangkan.

c. Tahap Pengembangan Produk (*Development*)

Pada tahap pengembangan produk merupakan tahap di mana produk atau program pembelajaran yang telah dirancang pada tahap sebelumnya dikembangkan secara lebih detail. Pada tahap ini, peneliti membuat produk atau program pembelajaran pada modul ajar dan LKPD secara rinci termasuk konten, media, dan evaluasi (Gustafson & Branch, 2002). Konten, media, dan evaluasi yang terdapat pada modul ajar dan LKPD yang dapat mengakomodir kebutuhan yang beragam peserta didik.

Pada tahap pengembangan ini, beberapa hal penting yang dapat mempengaruhi keberhasilan pengembangan produk atau program pembelajaran, diantaranya adalah (1) desain instruksional meliputi desain tujuan pembelajaran, desain struktur pembelajaran, dan desain metode pembelajaran. Dalam tahap ini, peneliti memastikan bahwa desain instruksional yang telah dirancang pada tahap sebelumnya dapat diimplementasikan secara efektif dan efisien dalam pengembangan produk atau program pembelajaran, (2) desain media meliputi

desain grafis, desain audio, dan desain multimedia. Pada tahap ini, peneliti memastikan bahwa desain media yang telah dirancang pada tahap perancangan dapat diimplementasikan secara tepat dan efektif dalam pengembangan produk atau program pembelajaran, (3) desain evaluasi meliputi desain penilaian pembelajaran dan desain penilaian program. Dalam tahap ini, peneliti memastikan bahwa desain evaluasi yang telah dirancang pada tahap perancangan dapat diimplementasikan secara efektif dan efisien dalam pengembangan produk atau program pembelajaran. Validasi produk yang dikembangkan melibatkan validator ahli isi serta media dan desain. Apabila produk dinyatakan valid, maka produk dapat digunakan untuk diimplementasikan atau uji coba lapangan meliputi uji efektivitas dan kepraktisan.

d. Tahap Implementasi (*Implementation*)

Implementasi adalah langkah menerapkan produk hasil pengembangan, dalam proses pembelajaran. Pada tahap implementasi ini peneliti mengujicobakan program pembelajaran dalam bentuk modul ajar dan LKPD bediferensiasi bermuatan STEM pada materi Alternatif Energi dan Pemanfaatannya yang telah dikembangkan dan divalidasi oleh ahli. Uji coba lapangan dilakukan menggunakan desain penelitian kuasi eksperimen, yaitu *nonequivalent control group design* (Sugiyono, 2019) yang dapat dilihat pada Tabel 8. Desain ini digunakan untuk melihat ada atau tidaknya perbedaan nilai CPS dan KPS peserta didik sesudah menggunakan program pembelajaran yang dikembangkan.

Tabel 8. *Nonequivalent Control Group Design*

Sampel	<i>Pretest</i>	Tindakan	<i>Posttest</i>
I	Y ₁	T ₁	Y ₂
II	Y ₁	T ₂	Y ₂

(Sugiyono, 2019)

Keterangan:

I : Kelas *Control*

II : Kelas *Eksperimen*

Y1 : Tes awal KPS dan CPS (*Pretest*)

T1 : *Treatment* (perlakuan) pembelajaran menggunakan program pembelajaran konvensional (tanpa STEM dan Berdiferensiasi)

T2 : *Treatment* (perlakuan) pembelajaran menggunakan program pembelajaran bermuatan STEM dan pembelajaran berdiferensiasi

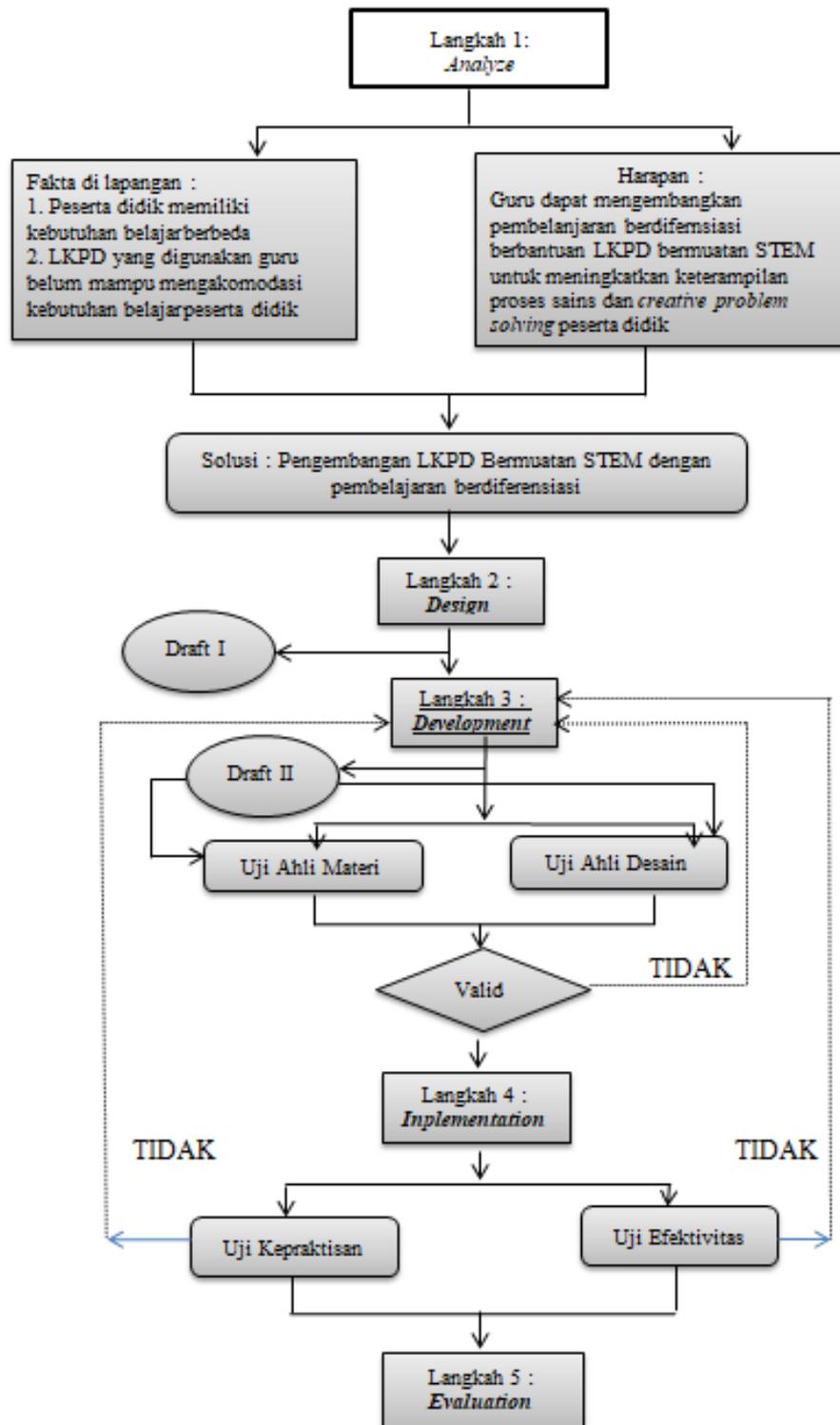
Y2 : Tes Akhir KPS dan CPS (*Posttest*)

Sampel yang dipilih dilakukan secara *purposive sampling*. Kelas eksperimen (II) tersebut diberi perlakuan (T2) dengan menggunakan program pembelajaran berdiferensiasi. Sedangkan kelas kontrol (I) diberi perlakuan (T1) dengan menggunakan pembelajaran konvensional. Berdasarkan hasil yang didapat setelah implementasi dan pengolahan data maka dilakukan langkah selanjutnya yaitu evaluasi.

e. Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Pada tahap evaluasi adalah proses untuk melihat hasil dari proses implementasi program pembelajaran berdiferensiasi dengan menggunakan modul ajar dan LKPD berdiferensiasi bermuatan STEM pada materi Alternatif Energi dan Pemanfaatannya dalam proses pembelajaran di kelas yang sebenarnya. Pada tahap ini, peneliti melakukan evaluasi terhadap produk yang dikembangkan berdasarkan hasil yang diperoleh pada tahap implementasi. Pelaksanaan tahap ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana kevalidan, kepraktisan dan keefektifan program pembelajaran berdiferensiasi berupa modul ajar dan LKPD bermuatan STEM pada materi Alternatif Energi dan Pemanfaatannya. Hasil produk pada tahap evaluasi ini adalah program pembelajaran berdiferensiasi dalam bentuk modul ajar dan LKPD bermuatan STEM pada materi Alternatif Energi dan Pemanfaatannya yang praktis dan efektif.

Alur penelitian dan pengembangan pada penelitian ini secara ringkas dijelaskan pada Gambar 2.



Gambar 2 . Diagram Alir Tahapan Penelitian dan Pengembangan

3.3 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu instrumen *test* dan *non test*. Untuk instrumen *non test* yang digunakan yaitu: angket kebutuhan, angket uji validitas, angket uji keterlaksanaan. Instrumen *test* yang digunakan adalah soal *pretest* dan *posttest*.

3.3.1 Angket Analisis Kebutuhan.

Angket analisis kebutuhan dibuat melalui lembar angket yang ditujukan kepada guru dan peserta didik. Penggunaan angket bertujuan untuk mengetahui proses pembelajaran yang telah dilakukan dan kebutuhan akan program pembelajaran berdiferensiasi dalam bentuk modul ajar dan LKPD yang digunakan serta yang dibutuhkan oleh guru dan peserta didik untuk mengakomodasi kebutuhan belajar peserta didik.

3.3.2. Angket Uji Validitas.

Pengisian uji validitas ini dilakukan oleh dosen ahli Universitas Lampung dan guru fisika SMA yang sudah menempuh jenjang Magister. Pengisian uji validitas bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan program pembelajaran berdiferensiasi dalam bentuk modul ajar dan LKPD yang dikembangkan, sehingga dapat digunakan guru sebagai bahan ajar di kelas. Sistem penskoran menggunakan skala *likert* dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Skala *Likert*

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

Hasil yang dihitung kemudian ditafsirkan sehingga mendapatkan kualitas dari produk yang dikembangkan. Penafsiran skor mengadaptasi dari Ratumanan & Laurens (2006) seperti yang terlihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Konversi Skor Penilaian Kevalidan Produk

Interval Skor Hasil Penilaian	Kriteria
$3,25 < \text{skor} \leq 4,00$	Sangat Valid
$2,50 < \text{skor} \leq 3,25$	Valid
$1,75 < \text{skor} \leq 2,50$	Kurang Valid
$1,00 < \text{skor} \leq 1,75$	Tidak Valid

3.3.3. Lembar Observasi Keterlaksanaan Bahan Belajar.

Lembar ini disusun untuk mengetahui kepraktisan produk meliputi keterbacaan, kemenarikan dan keterlaksanaan produk yang dikembangkan. Data hasil pengisian angket dianalisis menggunakan analisis persentase diadaptasi dari (Arikunto, 2011) seperti pada Tabel 11.

Tabel 11. Konversi Skor Penilaian Kepraktisan

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

Tabel 11, peneliti memberi batasan bahwa produk yang dikembangkan akan terkategori praktis jika mencapai skor yang peneliti tentukan, yaitu minimal 60% dengan kriteria sedang.

3.3.4 Instrumen *Pretest* dan *Posttest*.

Soal *pretest* dan *posttest* diberikan untuk melihat apakah ada perbedaan rata-rata nilai *CPS* peserta didik setelah diterapkan program pembelajaran berdiferensiasi yang dikembangkan. Soal *pretest* diberikan kepada peserta didik sebelum diterapkan program pembelajaran berdiferensiasi. Soal *posttest* diberikan setelah dilakukan pembelajaran berdiferensiasi yang dikembangkan. Sedangkan untuk melihat apakah ada perbedaan rata-rata nilai *KPS* peserta didik, peneliti menggunakan nilai dari jawaban pada LKPD yang digunakan pada kelas kontrol dan kelas eksperimen.

3.5 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Pengumpulan Data Hasil Penelitian

Variabel Penelitian	Instrumen yang Digunakan	Subjek yang Dituju	Analisis Data
Validitas	Angket ahli uji materi dan uji ahli desain	Tiga dosen ahli Universitas Lampung, dan 2 orang guru Fisika SMA	Analisis <i>Persentase</i>
Kepraktisan	Angket uji keterlaksanaan, keterbacaan, dan kemudahan	Peserta Didik Guru Mitra	Analisis persentase dan deskriptif analisis
Keefektifan	Tes	Peserta Didik	Analisis <i>N-gain</i> , <i>uji independent sample t test</i> , <i>uji paired sample t test</i> , <i>uji one way anova</i> , <i>uji dampak ancova</i> , <i>effect size</i> , statistik, deskriptif analisis.

Berdasarkan Tabel 12, dapat diketahui bahwa pada variabel yang diamati data diperoleh berdasarkan pengisian angket dan tes soal *pretest* dan *posttest*.

Pengisian angket berupa skala *likert* yang dilakukan untuk mengetahui kevalidan, dan kepraktisan produk. Pengisian angket kevalidan dilakukan oleh validator berupa angket untuk uji ahli desain dan uji ahli materi. Saran dari validator dapat digunakan peneliti untuk melakukan perbaikan pada program pembelajaran berdiferensiasi yang dikembangkan layak untuk digunakan guru pada proses pembelajaran di kelas.

3.6 Teknik Analisis Data

Data hasil penelitian yang telah dilakukan, masih perlu dianalisis. Penelitian ini menggunakan metode campuran (*mixed method*), yaitu kualitatif dan kuantitatif.

a. Data untuk Validitas

Data yang digunakan untuk mengetahui validitas produk diperoleh berdasarkan pengisian angket (data kuantitatif). Angket yang digunakan berupa angket uji ahli materi dan uji ahli desain. Hasil jawaban pada angket dianalisis menggunakan analisis persentase berdasarkan rumus berikut ini :

$$X \% = \frac{\Sigma \text{Skor yang diperoleh}}{\Sigma \text{Skor maksimal}} \times 100\%$$

Hasil skor yang diperoleh dikonversikan sehingga mendapatkan kualitas dari produk yang dikembangkan. Pengkonversian skor dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Konversi Skor Penilaian Validitas/Kepraktisan

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

Arikunto (2011)

Berdasarkan Tabel 13, peneliti memberi standar atau batasan bahwa produk yang dikembangkan dapat dikatakan *valid* apabila mencapai skor yang peneliti tentukan, yaitu minimal 60% dengan kriteria validitas sedang.

b. Data untuk Kepraktisan Penggunaan

Data kepraktisan produk terdiri atas lembar observasi keterlaksanaan program pembelajaran pada modul ajar dan penggunaan LKPD serta lembar respon peserta didik melalui kuesioner terhadap kemenarikan dan keterbacaan LKPD yang dikembangkan. Hasil jawaban angket kepraktisan dianalisis menggunakan persentase pada data seperti pada validitas produk. Produk yang dikembangkan dapat dikatakan *praktis* apabila mencapai skor yang peneliti tentukan, yaitu

minimal 60% dengan kriteria praktikalitas sedang.

c. Data untuk Keefektifan

Data yang digunakan untuk mengetahui keefektifan produk diperoleh berdasarkan tes (data kuantitatif). Tes dilakukan sebanyak dua kali, yaitu *pretest* dan *posttest*. Hasil jawaban *pretest* dan *posttest* dianalisis menggunakan nilai *N-Gain*, uji *Normalitas*, uji *Independent Sample T-Test*, Uji *Paired Sample t-test*, serta Uji *One Way Anova*, Uji *Ancova*, dan *Effect Size*

1. Uji *N-Gain*

Nilai *N-gain* digunakan untuk mengetahui peningkatan kemampuan multirepresentasi peserta didik. Berdasarkan hasil nilai *pretest* dan *posttest* maka dapat dihitung nilai *N-gain* dengan rumus:

$$N - Gain = \frac{\text{nilai posttest} - \text{nilai pretest}}{\text{skor maksimal idel} - \text{nilai pretest}}$$

Kriteria interpretasi nilai *N-gain* dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Kriteria nilai *N-gain*

<i>N-Gain</i>	Kriteria Interpretasi
0,71-1,00	Tinggi
0,41-0,70	Sedang
0,10-0,40	Rendah

2. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui distribusi data normal atau tidak normal. Data yang diuji berupa nilai *N-Gain* hasil *pretest* dan *posttest*.

Uji normalitas digunakan dengan uji statistik parametrik dengan bantuan program SPSS 21. Dasar pengambilan keputusan uji normalitas dapat dilihat dari nilai *sig.* yang terdapat pada Tabel *One Sample Kolmogorov-Smirnov Test*. Kriteria uji yang digunakan yaitu (1) jika nilai *sig.* > 0,05 maka H_0 diterima yang berarti data

berdistribusi normal; (2) jika nilai *sig.* < 0,05 maka H_0 ditolak yang berarti data terdistribusi tidak normal (Arikunto, 2011).

3. Uji *Independent Sample T-test*

Uji ini bertujuan untuk melihat apakah ada perbedaan rerata masing-masing kelas uji coba sebelum dan sesudah diberi perlakuan. Hal ini dengan membandingkan rerata *N-Gain pretest* dengan *posttest* pada masing-masing kelas uji coba. Uji ini dilakukan pada kelas eksperimen dan kontrol menggunakan program SPSS 21.

Hipotesis yang diajukan untuk nilai *pretest* adalah sebagai berikut.

H_0 : Tidak ada perbedaan rerata *pretest* antara peserta didik kelas eksperimen dan kontrol,

H_1 : Ada perbedaan rerata *pretest* antara kelas eksperimen dan kontrol.

Hipotesis yang diajukan untuk nilai *posttest* adalah sebagai berikut.

H_0 : Tidak ada perbedaan rerata *posttest* antara kelas yang menerapkan dan tidak menerapkan program pembelajaran berdiferensiasi

H_1 : Ada perbedaan rerata *posttest* antara kelas yang menerapkan dan tidak menerapkan program pembelajaran berdiferensiasi.

Hipotesis statistik yang diajukan adalah sebagai berikut (1 untuk kelas eksperimen dan 2 untuk kelas kontrol)

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

Keputusan diambil pada taraf nyata $\alpha = 0,05$, dengan ketentuan tolak H_0 jika *sig.* < α . Namun apabila hasil uji normalitas data menunjukkan data tidak terdistribusi normal maka digunakan uji beda *Mann Whitney*.

4 Uji *Paired Sample T-test*

Uji ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan nilai pada masing-masing gaya belajar di kelas eksperimen, baik untuk nilai *pretest* dan *posttest*. Uji ini dilakukan

menggunakan program SPSS 21, dengan tahapan uji sebagai berikut .

Hipotesis untuk kelas eksperimen

H_0 : Tidak ada perbedaan rerata nilai sebelum dan sesudah menggunakan program pembelajaran hasil pengembangan

H_1 : Ada perbedaan rerata nilai sebelum dan sesudah menggunakan program pembelajaran hasil pengembangan

Keputusan diambil pada taraf nyata 5% ($\alpha = 0,05$), dengan ketentuan jika nilai *sig* $> 0,05$ maka data mendukung untuk terima H_0 . Akan tetapi, jika nilai *sig* $< 0,05$ maka data tidak mendukung untuk terima H_0 .

5. Uji *Analysis of Covariance (ANCOVA)*

Analisis data penelitian ini dilakukan menggunakan SPSS 21 untuk ketelitian dalam pengujian hipotesis penelitian. Hasil analisis dari semua variabel terikat dirangkum untuk menemukan pola umum. Tujuan *ANCOVA* adalah untuk mengetahui atau melihat pengaruh *treatment*/perlakuan/faktor terhadap variabel dependent dengan mengontrol variabel lain (Field, 2009).

6. *Effect Size*

Effect size digunakan untuk melihat besarnya efek penggunaan dari program pembelajaran berdiferensiasi untuk meningkatkan *CPS* peserta didik, dengan menggunakan rumus *effect size* sebagai berikut:

$$d = \frac{mA - mB}{[(Sd^2A + Sd^2B)/2]^{1/2}}$$

Keterangan:

d : *effect size*

mA : nilai rata-rata *gain* kelas eksperimen

mB : nilai rata-rata *gain* kelas kontrol

sdA : standar deviasi kelas eksperimen

sdB : standar deviasi kelas kontrol

Kriteria dari nilai *effect size* dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Kriteria Nilai *Effect Size*

Nilai <i>Effect Size</i>	Kategori
$0 < d < 0,2$	Efek kecil
$0,2 \leq d < 0,8$	Efek sedang
$d \geq 0,8$	Efek besar

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Produk program pembelajaran dalam bentuk Modul Ajar dan LKPD bediferensiasi bermuatan STEM yang dapat meningkatkan *creative problem solving* (CPS) dan profil keterampilan proses sains (KPS) peserta didik berisi aktivitas pembelajaran berbasis proyek yang terdiri dari *fase reflection* dimana membimbing peserta didik ke dalam konteks masalah sehingga peserta didik dapat memahami dan mendapatkan ide untuk memecahkan masalah. *Fase research*, mengembangkan diskusi yang bisa melengkapi pemahaman peserta didik dalam pemecahan masalah. *Fase discovery*, peserta didik memproses informasi dan menyajikan solusi pemecahan masalah. *Fase application*, peserta didik menguji produk yang telah dibuat, pada tahap ini peserta didik menghubungkan aspek *STEM*, dan pada fase *communication*, peserta didik menyajikan hasil proyek dan mengembangkan keterampilan komunikasi dalam pemecahan masalah. Pelaksanaan program pembelajaran dipandu dengan 3 jenis LKPD yang dihasilkan sesuai gaya belajar yaitu LKPD Kinestetik, LKPD Auditori, dan LKPD Visual. Aktivitas yang dilakukan dalam LKPD disusun berdasarkan pendekatan STEM yang kemudian dijelaskan dalam bentuk teks, gambar, video, serta soal evaluasi. Modul Ajar dan LKPD bediferensiasi dan bermuatan STEM dinyatakan valid secara isi, bahasa, media dan desain berdasarkan penilaian ahli. Validitas LKPD diperoleh rata-rata bobot persentase kevalidan LKPD sebesar 89,19% dengan kriteria sangat valid.

Dengan demikian LKPD sudah layak secara isi dan konstruksi dengan kategori sangat baik, sehingga layak untuk diimplementasikan. Validitas Modul Ajar diperoleh rata-rata bobot persentase kevalidan 94,30% , berada pada rentang dengan kriteria sangat valid, sehingga modul ajar berdiferensiasi yang dikembangkan dalam penelitian ini juga layak untuk diimplementasikan.

2. Kepraktisan modul ajar dan LKPD Berdiferensiasi bermuatan STEM yang terdiri dari keterlaksanaan pembelajaran dan respon peserta didik. Keterlaksanaan untuk modul ajar diperoleh bobot persentase 88,70%, keterlaksanaan LKPD memperoleh nilai persentase 93,4%. Pada kepraktisan dari aspek respon siswa LKPD berdiferensiasi ini memperoleh persentase 87,40%. Nilai-nilai persentase ini menunjukkan nilai yang tinggi sehingga berada pada kriteria sangat praktis. Kriteria kepraktisan ini diperoleh karena kegiatan yang termuat dalam LKPD merupakan kegiatan yang memstimulus peserta didik untuk memahami konsep-konsep dan memecahkan masalah secara efektif melalui sebuah kegiatan proyek yang disesuaikan dengan keragaman gaya belajar peserta didik. Hal ini nampak dari antusias peserta didik yang tertarik saat belajar menggunakan LKPD, sehingga memotivasi peserta didik untuk terlibat aktif dalam pembelajaran dan dapat meningkatkan *CPS* dan profil *KPS* peserta didik.
3. Efektivitas program pembelajaran (modul ajar) dan LKPD Berdiferensiasi bermuatan STEM terkategori sedang berdasarkan hasil *N-Gain* dan *Effect Size*, sehingga modul ajar dan LKPD dinyatakan dapat meningkatkan kemampuan *CPS* dan profil *KPS* peserta didik.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan penelitian ini, maka peneliti memberikan saran sebagai berikut :

1. Pendidik/Peneliti lain dapat menerapkan program pembelajaran berdiferensiasi dengan menggunakan keterampilan selain CPS dan KPS.
2. Pendidik/Peneliti lain dapat menerapkan program pembelajaran berdiferensiasi dengan melengkapi bahan ajar selain modul ajar dan LKPD.
3. Pendidik/Peneliti yang akan menerapkan program pembelajaran berdiferensiasi harus memberikan aktivitas lebih banyak untuk melatih dan membiasakan peserta didik menggunakan media belajar sesuai gaya belajar.
4. Pendidik/Peneliti yang akan menerapkan program pembelajaran berdiferensiasi harus memastikan peserta didik memiliki *smartphone/ laptop* dan jaringan *internet* yang baik agar mudah dalam mengakses sumber belajar dari berbagai media, seperti *youtube* ataupun artikel elektronik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeoye, M. A., & Jimoh, H. A. (2023). Problem-Solving Skills Among 21st-Century Learners Toward Creativity and Innovation Ideas. *Thinking Skills and Creativity Journal*, 6(1), 52–58. <https://doi.org/10.23887/tscj.v6i1.62708>
- Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Penerapan project based learning Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Penerapan project based learning terintegrasi STEM untuk meningkatkan literasi sains siswa ditinjau dari gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 202. <https://doi.org>. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 202.
- Agusti, K. A., Wijaya, A. F. C., & Tarigan, D. E. (2019). *Problem Based Learning Dengan Konteks Esd Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Dan Sustainability Awareness Siswa Sma Pada Materi Pemanasan Global. VIII*, SNF2019-PE-175–182. <https://doi.org/10.21009/03.snf2019.01.pe.22>
- Amelia, E. (2024). Analisis Kesulitan Guru di Sekolah Dasar dalam Menyusun Modul Ajar Kurikulum Merdeka. *BASICA Journal of Arts and Science in Primary Education*, 3(2), 199–212. <https://doi.org/10.37680/basica.v3i2.4597>
- Aprilia, B. L. K., Jamaluddin, J., Lestari, T. A., & Handayani, B. S. (2022). Pengaruh Gaya Belajar Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Biologi di SMA Negeri 1 Pujut. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(4b), 2732–2743. <https://doi.org/10.29303/jipp.v7i4b.1065>
- Aransyah, A., Herpratiwi, H., Adha, M. M., Nurwahidin, M., & Yuliati, D. (2023). Implementasi Evaluasi Modul Kurikulum Merdeka Sekolah Penggerak Terhadap Peserta Didik SMA Perintis 1 Bandar Lampung. *Jurnal Teknologi Pendidikan : Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pembelajaran*, 8(1), 136. <https://doi.org/10.33394/jtp.v8i1.6424>
- Arikunto, S. (2011). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Bumi Aksara.

- B., R., Dewi, S., Arifin, Y., Amin, N., & Mukhlis, B. (2022). Analisa Penggunaan Energi Angin Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif Di Kota Palu. *Foristek*, 13(2), 67–74. <https://doi.org/10.54757/fs.v13i2.145>
- Bacanli, H., Dombayci, M. A., Demir, M., & Tarhan, S. (2011). Quadruple thinking: Creative thinking. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 12, 536–544. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.02.065>
- Balgan, A., Renchin, T., & Ojgoosh, K. (2022). An Experiment in Applying Differentiated Instruction in STEAM Disciplines. *Eurasian Journal of Educational Research*, 2022(98), 21–37. <https://doi.org/10.14689/ejer.2022.98.02>
- Bao, L., & Koenig, K. (2019). Physics education research for 21st century learning. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0007-8>
- Basadur, M., & Gelade, G. (2016). Improved reliability and research applications of the Basadur Creative Problem Solving Profile (CPSP). *Kindai Management Review*, 4, 100–114. https://www.kindai.ac.jp/files/rd/research-center/management-innovation/kindai-management-review/vol4_7.pdf
- Bhakti, Y. B., Astuti, I. A. D., Okyranida, I. Y., Asih, D. A. S., Marhento, G., Leonard, L., & Yusro, A. C. (2020). Integrated STEM Project Based Learning Implementation to Improve Student Science Process Skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1464(1), 1–9. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1464/1/012016>
- Blotnicky, K. A., Franz-Odendaal, T., French, F., & Joy, P. (2018). A study of the correlation between STEM career knowledge, mathematics self-efficacy, career interests, and career activities on the likelihood of pursuing a STEM career among middle school students. *International Journal of STEM Education*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0118-3>
- Bower, M. (2019). Technology-mediated learning theory. *British Journal of Educational Technology*, 50(3), 1035–1048. <https://doi.org/10.1111/bjet.12771>
- Branch, R. M. (2010). Instructional design: The ADDIE approach. *Instructional Design: The ADDIE Approach*, 1–203. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>
- Bruner, R. (University of V. (2004). Where M&A Pays and where it strays.Pdf. *Journal of Applied Corporate Finance*.

- Cahyadi, R. A. H. (2019). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Addie Model. *Halaqa: Islamic Education Journal*, 3(1), 35–42. <https://doi.org/10.21070/halaqa.v3i1.2124>
- Chen, L., Yoshimatsu, N., Goda, Y., Okubo, F., Taniguchi, Y., Oi, M., Konomi, S., Shimada, A., Ogata, H., & Yamada, M. (2019). Direction of collaborative problem solving-based STEM learning by learning analytics approach. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s41039-019-0119-y>
- Cholilah, M., Tatuwo, A. G. P., Komariah, & Rosdiana, S. P. (2023). Pengembangan Kurikulum Merdeka Dalam Satuan Pendidikan Serta Implementasi Kurikulum Merdeka Pada Pembelajaran Abad 21. *Sanskara Pendidikan Dan Pengajaran*, 1(02), 56–67. <https://doi.org/10.58812/spp.v1i02.110>
- Corlu, M. S., Capraro Prof., R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers for the age of innovation. *Egitim ve Bilim*, 39(171), 74–85.
- Deepthi, T. (2021). A Paradigm Shift through Digital Technology in Teaching and Learning Process. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, 100–103. <https://doi.org/10.48175/ijarsct-v2-i3-317>
- Depitasari, R., Muchlis, E. E., & Irsal, N. A. (2021). Analisis Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Setelah Pembelajaran Menggunakan Lkpd Dengan Model Inkuiri. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Matematika Sekolah (JP2MS)*, 5(1), 58–70. <https://doi.org/10.33369/jp2ms.5.1.58-70>
- Diansah, I., Suyatna, A., & Viyanti. (2021). STEM-based physics multimedia design for stimulating HOTS on water and wind energy topic: Physics teacher perception. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1796(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012002>
- El-Deghaidy, H., & Mansour, N. (2015). Science Teachers' Perceptions of STEM Education: Possibilities and Challenges. *International Journal of Learning*, 1(1), 51–54. <https://doi.org/10.18178/IJLT.1.1.51-54>
- Erdogan, I., Ciftci, A., Yıldırım, B., & Topcu, M. S. (2017). STEM Education Practices : Examination of the Argumentation Skills of Pre-service Science Teachers. *Journal of Education and Practice*, 8(25), 164–173. <https://www.iiste.org/Journals/index.php/JEP/article/view/38889/39989>

- Ferlianti, S., Syamsul Mu'iz, M., & Chandra, D. T. (2022). Penerapan Pembelajaran Diferensiasi dengan Metode Blended Learning's Station Rotation untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Materi Tekanan Hidrostatik. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 3(3), 266–272. <https://doi.org/10.36418/japendi.v3i3.625>
- Firdaus, M., & Wilujeng, I. (2018). Pengembangan LKPD inkuiri terbimbing untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan hasil belajar peserta didik. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 4(1), 26–40. <https://doi.org/10.21831/jipi.v4i1.5574>
- Grech, J. (2022). Exploring nursing students' need for social presence and its relevance to their learning preferences. *Nursing Open*, 9(3), 1643–1652. <https://doi.org/10.1002/nop2.1189>
- Gunawan, G., Suranti, N. M. Y., Nisrina, N., & Herayanti, L. (2018). Students' Problem-Solving Skill in Physics Teaching with Virtual Labs. *International Journal of Pedagogy and Teacher Education*, 2(July), 10. <https://doi.org/10.20961/ijpte.v2i0.24952>
- Hendi, A., Caswita, C., & Haenilah, E. Y. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Strategi Metakognitif untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis siswa. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(2), 823–834. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v4i2.310>
- Herwina, W. (2021). Optimalisasi Kebutuhan Murid Dan Hasil Belajar Dengan Pembelajaran Berdiferensiasi. *Perspektif Ilmu Pendidikan*, 35(2), 175–182. <https://doi.org/10.21009/pip.352.10>
- Hidayati, B. N., & Zulandri, Z. (2021). Efektifitas LKPD Elektronik sebagai Media Pembelajaran pada Masa Pandemi Covid-19 untuk Guru di YPI Bidayatul Hidayah Ampenan. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(2), 25–30.
- Huang, S. Y., Kuo, Y. H., & Chen, H. C. (2020). Applying digital escape rooms infused with science teaching in elementary school: Learning performance, learning motivation, and problem-solving ability. *Thinking Skills and Creativity*, 37(129), 100681. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100681>
- Ilhamdi, M. L., Hasanah, N., & Syazali, M. (2022). Penerapan Pendekatan Jelajah Alam Sekitar untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Ekosistem Siswa. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 5(3), 252–258. <https://doi.org/10.29303/jpmpi.v5i3.2165>

- Indarta, Y., Jalinus, N., Waskito, W., Samala, A. D., Riyanda, A. R., & Adi, N. H. (2022). Relevansi Kurikulum Merdeka Belajar dengan Model Pembelajaran Abad 21 dalam Perkembangan Era Society 5.0. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(2), 3011–3024. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i2.2589>
- Iskandar, D. (2021). Peningkatan Hasil Belajar Siswa pada Materi Report Text Melalui Pembelajaran Berdiferensiasi di Kelas IX.A SMP Negeri 1 Sape Tahun Pelajaran 2020/2021. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Indonesia (JPPI)*, 1(2), 123–140. <https://doi.org/10.53299/jppi.v1i2.48>
- Jayadi, A., Putri, D. H., & Johan, H. (2020). Identifikasi Pembekalan Keterampilan Abad 21 Pada Aspek Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa Sma Kota Bengkulu Dalam Mata Pelajaran Fisika. *Jurnal Kumparan Fisika*, 3(1), 25–32. <https://doi.org/10.33369/jkf.3.1.25-32>
- Jayarajah, K., Saat, R. M., & Rauf, R. A. A. (2014). A review of science, technology, engineering & mathematics (STEM) education research from 1999-2013: A Malaysian perspective. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(3), 155–163. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2014.1072a>
- Jehadan, H., Nur, M., & Supardi, Z. A. I. (2020). The Development of Physics Guided Inquiry Learning Package To Facilitate The Science Process Skills of Senior High School. *International Journal for Educational and Vocational Studies*, 2(10), 847–852. <https://doi.org/10.29103/ijevs.v2i10.3307>
- Juhji, J., & Nuangchalerm, P. (2020). Interaction between scientific attitudes and science process skills toward technological pedagogical content knowledge. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(1), 1–16. <https://doi.org/10.17478/jegys.600979.XX>
- Kardoyo, Nurkhin, A., Muhsin, & Pramusinto, H. (2020). Problem-based learning strategy: Its impact on students' critical and creative thinking skills. *European Journal of Educational Research*, 9(3), 1141–1150. <https://doi.org/10.12973/EU-JER.9.3.1141>
- Kennedy, T. J., & Odell, M. R. L. (2014). Engaging Students In STEM Education. *Science Education International*, 25(3), 246–258.
- Kim, E. J. (2022). Differences in Creative Personality and Attitude, Creative Problem Solving, and Convergence Thinking of College Students According to Self-Regulation and Cognitive Flexibility Training VR Program Participation. *Journal of Curriculum and Teaching*, 11(8), 250–258. <https://doi.org/10.5430/jct.v11n8p250>

- Krismanita, R., & Qosyim, A. (2021). *PENSA E-JURNAL : PENDIDIKAN SAINS*, 9(2), 159–164.
- Kwangmuang, P., Jarutkamolpong, S., Sangboonraung, W., & Daungtod, S. (2021). The development of learning innovation to enhance higher order thinking skills for students in Thailand junior high schools. *Heliyon*, 7(6), e07309. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07309>
- Laboy-Rush, D. (2010). Integrated STEM education through game-based learning. *Learnine*, 4(2), 2238–2242. <https://doi.org/10.51272/pmena.42.2020-381>
- Licayan, R. J., Angelli B, H., Michelle S, B., & Rocris Glenn R, I. (2021). Readiness of Students in Flexible Learning Modality. *International Journal of Asian Education*, 2(4), 514–530. <https://doi.org/10.46966/ijae.v2i4.118>
- Magableh, I. S. I., & Abdullah, A. (2020). On the effectiveness of differentiated instruction in the enhancement of jordanian students' overall achievement. *International Journal of Instruction*, 13(2), 533–548. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13237a>
- Marlina, L., Dariyani, N., Sriyanti, I., Sudirman, S., & Meilinda, M. (2022). Development of Differentiated Physics Teaching Modules Based on Kurikulum Merdeka. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(5), 2286–2292. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i5.2061>
- Mayer, R. E., & Moreno, R. M. (2016). Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning. *Educational Psychologist: A Special Issue of Educational Psychologist: Volume 38*, 38(1), 43–52. <https://doi.org/10.4324/9780203764770-6>
- Meng, C. C., Idris, N., & Eu, L. K. (2014). Secondary students' perceptions of assessments in science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(3), 219–227. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2014.1070a>
- Muhali, M. (2021). Pengaruh Implementasi Model Creative Problem Solving terhadap Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah, Keterampilan Proses Sains, dan Kesadaran Metakognisi Peserta Didik. *Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika*, 9(1), 45. <https://doi.org/10.33394/j-lkf.v9i1.4261>
- Mujito, W. E. (2014). Konsep Belajar Menurut Ki Hadjar Dewantara dan Relevansinya dengan Pendidikan Agama Islam. *Jurnal Pendidikan Agama Islam*, 11(1), 65–77.

- Mulyani, V. (2021). Development of Student Worksheets Based on Problem Based Learning to Improve Creative Thinking Skills of Class XI High School Students. *International Journal of Social Science and Human Research*, 04(10), 2920–2923. <https://doi.org/10.47191/ijsshr/v4-i10-35>
- Mushani, M. (2021). Science Process Skills in Science Education of Developed and Developing Countries: Literature Review. *Unnes Science Education Journal*, 10(1), 12–17. <https://doi.org/10.15294/usej.v10i1.42153>
- Muttaqiin, A. (2023). Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) pada Pembelajaran IPA Untuk Melatih Keterampilan Abad 21. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 13(1), 34–45. <https://doi.org/10.37630/jpm.v13i1.819>
- Nasrullah, A., Marlina, M., & Dwiyanti, W. (2018). Development of student worksheet-based college e-learning through Edmodo to maximize the results of learning and motivation in economic mathematics learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 13(12), 211–229. <https://doi.org/10.3991/ijet.v13i12.8636>
- Nazifah, N., & Asrizal, A. (2022). The Effect of STEM Integrated Modules on Knowledge and Students' 21st Century Skill in Science and Physics Learning : A Meta Analysis. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, 34(1), 441. <https://doi.org/10.52155/ijpsat.v34.1.4527>
- Nesri, F. D. P., & Kristanto, Y. D. (2020). Pengembangan Modul Ajar Berbantuan Teknologi untuk Mengembangkan Kecakapan Abad 21 Siswa. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 9(3), 480. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v9i3.2925>
- Nizaar, M. (2022). Students' Science Process Skills in using Worksheets Integrated with Entrepreneurship. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*, 14(4), 6395–6402. <https://doi.org/10.35445/alishlah.v14i4.2504>
- Noh, R., Purwati, E., & Papuangan, N. (2022). Memfasilitasi Pembelajaran Berpusat Pada Peserta Didik Melalui Praktik Lesson Study Pada Mata Pelajaran Ekonomi Kelas X Ips1 Di Sman 10 Ternate. *OIKOS Jurnal Kajian Pendidikan Ekonomi Dan Ilmu Ekonomi*, 6(1), 22–29. <https://doi.org/10.23969/oikos.v6i1.4995>
- Nurhadi. (2020). *Teori kognitivisme serta aplikasinya dalam pembelajaran*. 2, 77–95.
- Nyeneng, I. D. P., Ertikanto, C., Suyatna, A., & Astawan, I. K. (2019). Use of Problem-Based Electronic Worksheet on Hooke's Law Materials to Increase

- Creativity of Students. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 10(1), 67–78.
<https://doi.org/10.23960/jpf.v10.n1.202207>
- Özgelen, S. (2012). Students' science process skills within a cognitive domain framework. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 8(4), 283–292. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2012.846a>
- Ozkan, G., & Umdu Topsakal, U. (2021). Analysis of Turkish Science Education Curricula's Learning Outcomes According to Science Process Skills. *Mimbar Sekolah Dasar*, 8(3), 295–306. <https://doi.org/10.53400/mimbar-sd.v8i3.35746>
- Pane, R. N., Lumbantoruan, S., & Simanjuntak, S. D. (2022). Implementasi Pembelajaran Berdiferensiasi Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik. *BULLET : Jurnal Multidisiplin Ilmu*, 1(3), 173–180.
- Papilaya, P. M. (2023). Problem solving in science technology and society learning improving junior high school students' scientific attitudes and process skills. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 18(1), 16–30. <https://doi.org/10.18844/cjes.v18i1.7302>
- Parinduri, L., & Parinduri, T. (2020). Konversi Biomassa Sebagai Sumber Energi Terbarukan. *Journal of Electrical Technology*, 5(2), 88–92. <https://www.dosenpendidikan>.
- Peduk, R. (2022). *Strategi Pembelajaran Berdiferensiasi*. 1–23.
- Puccio, G. J., Burnett, C., Acar, S., Yudess, J. A., Holinger, M., & Cabra, J. F. (2020). Creative Problem Solving in Small Groups: The Effects of Creativity Training on Idea Generation, Solution Creativity, and Leadership Effectiveness. *Journal of Creative Behavior*, 54(2), 453–471. <https://doi.org/10.1002/jocb.381>
- Purwaningsih, E., Sari, A. M., Yuliati, L., Masjkur, K., Kurniawan, B. R., & Zahiri, M. A. (2020). Improving the problem-solving skills through the development of teaching materials with STEM-PjBL (science, technology, engineering, and mathematics-project based learning) model integrated with TPACK (technological pedagogical content knowledge). *Journal of Physics: Conference Series*, 1481(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1481/1/012133>
- Purwoto, B. H., Jatmiko, J., Fadilah, M. A., & Huda, I. F. (2018). Efisiensi Penggunaan Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(1), 10–14. <https://doi.org/10.23917/emitor.v18i01.6251>

- Rafzan, Budimansyah, D., Rahmat, & Fitriasari, S. (2020). *Development of Critical Thinking Skills Through the Citizenship Education Course in the Era of Industrial Revolution 4.0*. 418(Acec 2019), 256–261. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200320.050>
- Ratumanan, G. T., & Laurens, T. (2006). Evaluasi hasil yang relevan dengan memecahkan problematika belajar dan mengajar. *Bandung: CV Afabeta*.
- Rethman, C., Perry, J., Donaldson, J. P., Choi, D., & Erukhimova, T. (2021). Impact of informal physics programs on university student development: Creating a physicist. *Physical Review Physics Education Research*, 17(2), 20110. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.020110>
- Rosyidah, N. D., Kusairi, S., & Taufiq, A. (2021). Kemampuan Berpikir Kritis Siswa melalui Model STEM PjBL disertai Penilaian Otentik pada Materi Fluida Statis. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 5(10), 1422. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v5i10.14107>
- Sabirov, A., Ismagambetova, F. A., & Yurchenko, A. L. (2022). Using Digital Technologies to Improve the Efficiency of Discussion Environments for Economics Students During COVID-19. *International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies*, 17(1), 1–13. <https://doi.org/10.4018/IJWLTT.296726>
- Saenab, S., Amriani, R., & Samputri, S. (2023). Penerapan Model Differentiated Science Inquiry (DSI) untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Hasil Belajar Peserta Didik di SMP. *Diklabio: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Biologi*, 7(2), 230–239. <https://doi.org/10.33369/diklabio.7.2.230-239>
- Safitri, N., & Tanjung, I. F. (2023). Development of STEM-Based Student Worksheets on Virus Material to Improve Student Science Literacy. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(3), 1457–1464. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i3.3288>
- Sandy Diana Mardlatillah, & Nurus Sa'adah. (2022). Model Pembelajaran Yang Menyenangkan Berbasis Gaya Belajar Pada Peserta Didik. *Edu Consilium : Jurnal Bimbingan Dan Konseling Pendidikan Islam*, 3(2), 45–55. <https://doi.org/10.19105/ec.v3i2.6433>
- Sari, U., Duygu, E., Şen, Ö. F., & Kirindi, T. (2020). The effects of STEM education on scientific process skills and STEM awareness in simulation based inquiry learning environment. *Journal of Turkish Science Education*, 17(3), 387–405. <https://doi.org/10.36681/tused.2020.34>

- Sartini, & Mulyono, R. (2022). Analisis Implementasi Kurikulum Merdeka Belajar Untuk Mempersiapkan Pembelajaran Abad 21. *Didaktik : Jurnal Ilmiah PGSD STKIP Subang*, 8(2), 1348–1363. <https://doi.org/10.36989/didaktik.v8i2.392>
- Schmidt, J. A., Beymer, P. N., Rosenberg, J. M., Naftzger, N. N., & Shumow, L. (2020). Experiences, activities, and personal characteristics as predictors of engagement in STEM-focused summer programs. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(8), 1281–1309. <https://doi.org/10.1002/tea.21630>
- Scott, C. L. (2015). Education Research and Foresight The Future Of Kearning 3: What Kind Of Pedagogies For The 21st Century? *Educational Research and Foresight UNESCO*, 1(1), 1–14.
- Setiadi, D., Jufri, A. W., Ramdani, A., Jamaluddin, J., & Bachtiar, I. (2020). Pengembangan Bahan Ajar dan LKPD IPA untuk Meningkatkan Kompetensi Literasi Sains Bagi Guru Anggota MGMP IPA SMP di Kota Mataram. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 2(2). <https://doi.org/10.29303/jpmpi.v2i2.372>
- Setyono, A. E., & Kiono, B. F. T. (2021). Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 2(3), 154–162. <https://doi.org/10.14710/jebt.2021.11157>
- Stohlmann, M. (2021). *Integrated STEM education through game-based learning*. <https://doi.org/10.51272/pmna.42.2020-381>
- Stracke, C. M. C. M. (2019). Quality Frameworks and learning Design for Open Education Introduction: The Need to Change Learning and Education”. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 20(2), 180–203. www.scholar.google.com Diakses pada tanggal 18 Maret 2021
- Subekti, Y., & Ariswan, A. (2016). Pembelajaran fisika dengan metode eksperimen untuk meningkatkan hasil belajar kognitif dan keterampilan proses sains. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 252. <https://doi.org/10.21831/jipi.v2i2.6278>
- Sumantri, M. S., Gandana, G., Supriatna, A. R., Iasha, V., & Setiawan, B. (2022). Maker-Centered Project-Based Learning: The Effort to Improve Skills of Graphic Design and Student’s Learning Liveliness. *Journal of Educational and Social Research*, 12(3), 191–200. <https://doi.org/10.36941/jesr-2022-0078>

- Surya, J. P., Abdurrahman, A., & Wahyudi, I. (2018). Implementation of the Stem Learning To Improve the Creative Thinking Skills of High School Student in the Newton Law of Gravity Material. *Journal of Komodo Science Education*, 01(01), 106–116. <http://ejournal.stkipsantupaulus.ac.id/index.php/jkse>
- Suryaningsih, S., & Nurlita, R. (2021). Pentingnya Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Inovatif dalam Proses Pembelajaran Abad 21. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 2(7), 1256–1268. <https://doi.org/10.36418/japendi.v2i7.233>
- Suyatna, A., Anggraini, D., Agustina, D., & Widyastuti, D. (2017). The role of visual representation in physics learning: Dynamic versus static visualization. *Journal of Physics: Conference Series*, 909(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/909/1/012048>
- Szabo, Z. K., Körtesi, P., Guncaga, J., Szabo, D., & Neag, R. (2020). Examples of problem-solving strategies in mathematics education supporting the sustainability of 21st-century skills. *Sustainability (Switzerland)*, 12(23), 1–28. <https://doi.org/10.3390/su122310113>
- Taufiqurrahman, A., & Windarta, J. (2020). Overview Potensi dan Perkembangan Pemanfaatan Energi Air di Indonesia. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 1(3), 124–132. <https://doi.org/10.14710/jebt.2020.10036>
- Tomlinson, C. A. (1999). Differentiated Classroom. In *Association for Supervision and Curriculum Development* (Vol. 37, Issue 3).
- 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>
- Ubaidilah. (2016). *Ubaidillah (2016) Pengembangan LKPD Fisika Berbasis Problem Solving Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Dan Keterampilan Berfikir Tingkat Tinggi Pada Materi Listrik Dinamis*. 01(02), 9–20.
- Wahyuni, S., Khoiri, N., & Novita, M. (2024). Validasi LKPD Konsep Energi Berorientasi ESD dengan Pendekatan Pembelajaran Berdiferensiasi. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 15(1), 95–104. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v15i1.17471>
- Wenno, I. H., Kempa, R., & Kampono, L. I. (2018). *Evaluation of Learning Program in 7th State Senior High School of Ambon*. 174(Ice 2017), 643–649. <https://doi.org/10.2991/ice-17.2018.137>

- Whildan, L. (2021). Analisis Teori Perkembangan Kognisi Manusia Menurut Jean Piaget. *Permata : Jurnal Pendidikan Agama Islam*, 2(1), 11.
<https://doi.org/10.47453/permata.v2i1.245>
- Widana, I. W., Sopandi, A. T., & Suwardika, G. (2021). Development of an Authentic Assessment Model in Mathematics Learning: A Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach. *Indonesian Research Journal in Education |IRJE|*, 5(1), 192–209.
<https://doi.org/10.22437/irje.v5i1.12992>
- Wiyanto, E., Suyatna, A., & Ertikanto, C. (2022). Implementation Of Macromedia Flash-Based Parabola Virtual Practicum Application in Growing Science Process Skills During the Covid-19 Pandemic. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(2), 718–723. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i2.1379>
- Yildirim, B. (2015). Adaptation of Stem Attitude Scale To Turkish. *International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 10(3), 1117–1130.
- Yildirim, H. İ. (2020). The effect of using out-of-school learning environments in science teaching on motivation for learning science. *Participatory Educational Research*, 7(1), 143–161. <https://doi.org/10.17275/per.20.9.7.1>
- Yildiz, C., & Guler Yildiz, T. (2021). Exploring the relationship between creative thinking and scientific process skills of preschool children. *Thinking Skills and Creativity*, 39(December 2020), 100795.
<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100795>
- Zagoto, M. M., Yarni, N., & Dakhi, O. (2019). Perbedaan Individu Dari Gaya Belajarnya Serta Implikasinya Dalam Pembelajaran. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran*, 2(2), 259–265.
<https://doi.org/10.31004/jrpp.v2i2.481>