

**PENGEMBANGAN *e*-LKPD BERDIFERENSIASI TERINTEGRASI PJBL-  
STEM UNTUK MENINGKATKAN LITERASI SAINS DAN  
KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF**

**(TESIS)**

**Oleh**

**Annisa Silfiyani  
2223025002**



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

## ABSTRAK

### **PENGEMBANGAN *e*-LKPD BERDIFERENSIASI TERINTEGRASI PjBL-STEM UNTUK MENINGKATKAN LITERASI SAINS DAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF**

Oleh

**ANNISA SILFIYANI**

Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas penggunaan *e*-LKPD berdiferensiasi terintegrasi PjBl-STEM untuk meningkatkan literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif pada materi energi terbarukan. Metode penelitian yang digunakan yaitu R&D dengan model ADDIE. Teknik pengambilan sampel pada penelitian yaitu *purposive* sampling, sehingga didapatkan kelas IX A, IX B, IX C dan IX D di SMPN 1 Tanjung Bintang. Teknik analisis data menggunakan uji *independent sample t-test*, uji ANOVA, dan uji ANCOVA. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa berdasarkan validasi ahli didapatkan persentase aspek kesesuaian isi sebesar 96,42%, aspek kesesuaian konstruksi sebesar 96,25% dan keterbacaan 90%. Rata – rata persentase respon guru aspek isi sebesar 95%, aspek keterbacaan sebesar 93,75%, dan aspek kemenarikan sebesar 98,75%, serta hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran sebesar 77,4%, dan angket refleksi dengan kriteria tinggi. Selain itu didapatkan persentase respon peserta didik aspek keterbacaan sebesar 86,25% dan kemenarikan sebesar 90%. Berdasarkan hasil tersebut *e*-LKPD berdiferensiasi terintegrasi PjBl-STEM dinyatakan valid dan praktis dengan kategori sangat tinggi. Berdasarkan uji *t* didapatkan hasil  $\text{sig} < 0,00$  dengan kriteria uji berarti bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif peserta didik antara kelas kontrol dan eksperimen. Hasil uji anova menyatakan bahwasanya tidak ada pengaruh penggunaan *e*-LKPD dengan gaya belajar visual, kinestetik, dan auditori dalam meningkatkan literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif dikarenakan *e*-LKPD yang dikembangkan sudah mengakomodasi kebutuhan seluruh peserta didik. Hasil uji ancova menyatakan bahwasanya tidak terdapat pengaruh antara literasi sains dengan nilai pretes sedangkan terdapat pengaruh antara keterampilan berpikir kreatif dengan postes namun pengaruh tersebut dalam kriteria kecil sehingga dapat diabaikan.

Kata kunci: *e*-LKPD berdiferensiasi, PjBl-STEM, literasi sains, keterampilan berpikir kreatif.

**PENGEMBANGAN *e*-LKPD BERDIFERENSIASI TERINTEGRASI PJBL-  
STEM UNTUK MENINGKATKAN LITERASI SAINS DAN  
KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF**

Oleh

**ANNISA SILFIYANI**

**TESIS**

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

**Pada**

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



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

Judul Tesis : **PENGEMBANGAN e-LKPD BERDIFERENSIASI  
TERINTEGRASI PJBL-STEM UNTUK  
MENINGKATKAN LITERASI SAINS DAN  
KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF**

Nama Mahasiswa : Annisa Silfiyani

Nomor Pokok Mahasiswa : 2223025002

Program Studi : Magister Pendidikan IPA

Jurusan : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan

**MENYETUJUI**

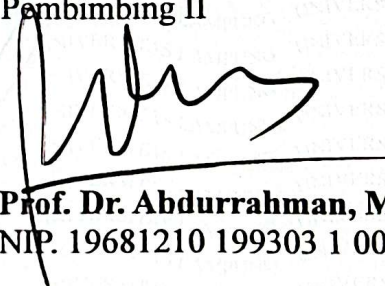
**1. Komisi Pembimbing**

Pembimbing I



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

Pembimbing II



**Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si.**  
NIP. 19681210 199303 1 002

**2. Mengetahui**

Ketua Jurusan Pendidikan MIPA



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

Ketua Program Studi



**Dr. Neni Hasnunidah, M.Si.**  
NIP. 19700327 199403 2 001



**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

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

**Sekretaris : Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si.**

**Penguji  
Bukan Pembimbing : I. Dr. Dewi Lengkana, M.Sc.**

**II. Prof. Dr. Chansyanah Diawati, M.Si.**



**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 : 26 Juli 2024**

## PERNYATAAN

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Annisa Silfiyani  
Nomor Pokok Mahasiswa : 2223025002  
Program Studi : Magister Pendidikan IPA  
Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Berdasarkan hal ini saya menyatakan bahwa dalam tesis ini tidak mengandung karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister sebelumnya di perguruan tinggi. Sepengetahuan saya tidak terdapat karya yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis dijadikan rujukan dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila kelak dikemudian hari terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya, maka saya akan bertanggungjawab sepenuhnya.

Bandarlampung, 2024

Yang menyatakan,



Annisa Silfiyani

NPM. 2223025002



## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Jakarta, 18 September 1981. Penulis merupakan anak pertama dari Bapak M. Natsir Djamil dan Ibu Sofianis. Penulis mengawali pendidikan pada tahun 1986 di TK Srikandi, selanjutnya peneliti melanjutkan pendidikan jenjang formal sekolah dasar di SDN 15 Pagi Jakarta diselesaikan pada tahun 1993. Pada tahun 1993 penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 111 Jakarta Barat.

Selanjutnya pada tahun 1996 penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Muara Enim Sumatera Selatan dan diselesaikan pada tahun 1999. Peneliti melanjutkan studi S-1 pada program studi pendidikan fisika di Universitas Lampung melalui jalur UMPTN dan diselesaikan pada tahun 2003. Setelah menyelesaikan studi S-1 penulis bekerja sebagai aparatur sipil negara di SMP Negeri 1 Tanjung Bintang pada tahun 2004 sampai saat ini. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa program magister pendidikan IPA di Universitas Lampung tahun 2022.

## PERSEMBAHAN

### بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

“Dengan menyebut nama Allah yang maha pengasih lagi maha penyayang Alhamdulillah, segala nikmat dikaruniakan oleh Allah, kita memuji dan bersyukur pada-Nya. Shalawat dan salam semoga terhaturkan pada junjungan dan suri tauladan kita Muhammad Shallallahu ‘alaihi wa Sallam, keluarga dan sahabatnya”

Saya persembahkan karya tulis ini kepada:

#### **Orang tua ku tercinta**

Ayah M. Natsir Djamil (Rohimahullah ) dan Ibu Sofianis

“Yang telah membesarkan, mendidik, dan senantiasa mendoakan dalam setiap kesempatan. Rasa syukur ananda haturkan memiliki kalian sebagai orang tua ku, maafkanlah Ananda yang belum bisa membalas kebaikan kalian, semoga Allah meridhoi atas limpahan keberkahan kelak kepada kalian, anakmu yang menyangimu”

#### **Suami dan Anak-Anakku**

Suami (Ferliyanda) dan anak-anakku (M. Khalil Al Ghifary dan M. Kalim Al Ghifary)

“Rasa syukurku kepada Allah Subhanahu wa Ta’ala Robb yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang yang telah mempertemukan pasangan bagi diriku tidak hanya didunia insyaAllah hingga diakhirat kelak. Semoga engkau meridhoiku sebagai istri yang sholeha dan maafkan saya yang belum bisa sempurna menjadi pendampingmu semoga Allah membalas semua kebaikanmu. Kepada Ananda Khalil dan Kalim doa ibu senantiasa menyertai kalian, istiqomah dalam berjuang di jalan Allah. Semoga Allah mengumpulkan kita bersama di surgaNya kelak beserta Rasulullah Shallallahu ‘alaihi wa Sallam dan keluarganya, beserta para sahabatnya. Aamiin ya Robbal’amin”



## **MOTTO**

“Cukuplah Allah menjadi penolong kami dan Allah adalah sebaik-baik pelindung”

~ **Q.S ALI IMRAN: 173**~

“Ketahuilah bahwa kemenangan bersama kesabaran, kelapangan bersama kesempitan,  
dan kesulitan bersama kemudahan”

~**HR TIRMIDZI**~

## SANWACANA

Puji dan Syukur kehadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala yang telah melimpahkan Rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan tesis yang berjudul "Pengembangan e-LKPD berdiferensiasi terintegrasi PjBL-STEM untuk meningkatkan literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif" sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister Pendidikan di Universitas Lampung.

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A.IPM., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si., selaku Direktur Pascasarjana Universitas Lampung;
3. Prof. Dr. Sunyono, M.Si., selaku Dekan FKIP Universitas Lampung;
4. Dr. Nurhanurawati, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA;
5. Dr. Neni Hasnunidah, M.Si., selaku Ketua Program Studi Magister Pendidikan IPA;
6. Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si., selaku Pembimbing I atas kesediaan, kesabaran dan keikhlasannya memberikan bimbingan, saran dan masukannya selama penulisan tesis;
7. Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si., selaku Pembimbing II atas kesediaan, kesabaran dan keikhlasannya memberikan bimbingan, saran dan masukannya selama penulisan tesis;
8. Dr. Dewi Lengkana, M.Sc., selaku Pembahas I atas kritik dan saran perbaikan yang telah diberikan;
9. Prof. Dr. Chansyanah Diawati, M.Si., selaku Pembahas II atas kritik dan saran perbaikan yang telah diberikan;

10. Dr. Dina Maulina, M.Si., selaku Validator I atas segala bimbingan, kritik, dan saran perbaikan yang telah diberikan produk penelitian yang telah diberikan;
11. Dr. Kartini Herlina, M.Si., selaku Validator II atas segala bimbingan, kritik, dan saran perbaikan yang telah diberikan produk penelitian yang telah diberikan;
12. Dosen dan Staff Program Studi Magister Pendidikan IPA Universitas Lampung atas ilmu dan bantuan yang telah Bapak dan Ibu berikan;
13. Lisnaini, M.Pd., selaku Kepala SMP Negeri 1 Tanjung Bintang yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melaksanakan penelitian;
14. Purwatiningsih, S.Pd., selaku guru mata Pelajaran IPA SMP Negeri 1 Tanjung Bintang yang telah banyak membantu dan bekerjasama dalam melaksanakan penelitian;
15. Seluruh dewan guru SMP Negeri 1 Tanjung Bintang, beserta staff tata usaha yang membantu penulis dalam melakukan penelitian;
16. Orang tua yang senantiasa mendoakan ananda agar diberikan kemudahan dan keberkahan atas studi yang ditempuh. Adik-adikku yang senantiasa memberikan supportnya *love you*;
17. Suami yang telah memberikan kesempatan saya untuk dapat menuntut ilmu ke jenjang selanjutnya, memberikan motivasi, saran, masukan, dan menanti dengan sabar. Alil Alim kejar cita-citamu ya nak;
18. Teman seperjuangan magister Pendidikan IPA Angkatan 2022, kakak-kakak dan adik-adik Tingkat di Magister Pendidikan IPA, terimakasih atas kerjasama, motivasi dan doanya.

Semoga Allah Subhanahu wa Ta'ala melimpahkan Rahmat dan nikmat kepada kita semua serta semoga tesis ini dapat bermanfaat.

Bandar Lampung,  
Penulis,

2024

Annisa Silfiyani

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvii</b>
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.4 Manfaat Penelitian .....	7
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	8
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>9</b>
2.1 Teori Belajar Konstruktivisme.....	9
2.2 Pembelajaran Berdiferensiasi .....	15
2.3 PjBL-STEM .....	16
2.4 Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik ( <i>e-LKPD</i> ) .....	19
2.5 Literasi Sains.....	21
2.6 Keterampilan Berpikir Kreatif .....	22
2.7 Energi Alternatif/ Terbarukan .....	24
2.8 Kerangka Pikir .....	29
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>34</b>
3.1 Desain Penelitian .....	34
3.2 Prosedur Penelitian .....	35
3.3 Instrumen Penilaian .....	39
3.4 Teknik Pengumpulan Data.....	39
3.5 Teknik Analisis Data .....	40
<b>IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>49</b>
4.1 Hasil Penelitian.....	49
4.2 Pembahasan .....	63
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>83</b>
5.1 Kesimpulan .....	83
5.2 Saran .....	84



<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>85</b>
Lampiran 1. <i>Storyboard</i> .....	95
Lampiran 2. Angket Analisis Kebutuhan Guru.....	98
Lampiran 3. Angket Analisis Kebutuhan Peserta Didik .....	100
Lampiran 4. Hasil Output Angket Analisis Kebutuhan Guru .....	102
Lampiran 5. Hasil Output Angket Analisis Kebutuhan Pendidik .....	103
Lampiran 6. Angket Asesmen Diagnostik Gaya Belajar Peserta Didik.....	104
Lampiran 7. Modul Ajar/ Rencana Pelaksanaan Pembelajaran .....	107
Lampiran 8. e-LKPD Gaya Belajar Visual .....	115
Lampiran 9. e-LKPD Gaya Belajar Auditori .....	129
Lampiran 10. e-LKPD Gaya Belajar Kinestetik .....	142
Lampiran 11. Angket Validasi Ahli .....	156
Lampiran 12. Angket Respon Guru .....	164
Lampiran 13. Angket Respon Peserta Didik.....	169
Lampiran 14. Soal Pretes – Postes .....	172
Lampiran 15. Kisi – kisi soal Pretes – Postes .....	175
Lampiran 16. Rubrik Soal Pretes Postes .....	177
Lampiran 17. Lembar Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran .....	181
Lampiran 18. Angket Refleksi Peserta Didik Terhadap Pembelajaran.....	183
Lampiran 19. Hasil Output Angket Refleksi Peserta Didik .....	185
Lampiran 20. Analisis LKPD Konvensional .....	186
Lampiran 21. Data Validitas dan Reliabilitas Soal .....	188
Lampiran 22. Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Soal .....	189
Lampiran 23. Hasil validasi ahli .....	191
Lampiran 24. Hasil Respon Guru .....	204
Lampiran 25. Hasil Respon Peserta Didik .....	212
Lampiran 26. Data Pretes-Postes Literasi Sains Kelas Kontrol.....	214
Lampiran 27. Data Pretes-Postes Literasi Sains Kelas Eksperimen .....	218
Lampiran 28. Data Pretes-Postes Keterampilan Berpikir Kreatif Kelas Kontrol .....	222
Lampiran 29. Data Pretes-Postes Keterampilan Berpikir Kreatif Kelas Eksperimen.....	226
Lampiran 30. Data N-Gain Literasi Sains Kelas Kontrol .....	230
Lampiran 31. Data N-Gain Literasi Sains Kelas Eksperimen .....	232
Lampiran 32. Data N-Gain Keterampilan Berpikir Kreatif Kelas Kontrol.....	234
Lampiran 33. Data N-Gain Keterampilan Berpikir Kreatif Kelas Eksperimen ..	236
Lampiran 34. Persentase Setiap Aspek Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif (Kelas Kontrol).....	240
Lampiran 35. Persentase Setiap Aspek Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif (Kelas Eksperimen).....	242
Lampiran 36. N-Gain Literasi Sains Gaya Belajar Visual.....	243
Lampiran 37. N-Gain Literasi Sains Gaya Belajar Auditori.....	244
Lampiran 38. N-Gain Literasi Sains Gaya Belajar Kinestetik.....	245
Lampiran 39. N-Gain Keterampilan Berpikir Kreatif Gaya Belajar Visual .....	246
Lampiran 40. N-Gain Keterampilan Berpikir Kreatif Gaya Belajar Auditori ...	247
Lampiran 41. N-Gain Keterampilan Berpikir Kreatif Gaya Belajar Kinestetik .	248
Lampiran 42. Data Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran .....	257

Lampiran 43. Uji Normalitas .....	259
Lampiran 44. Uji Homogenitas.....	260
Lampiran 45. Uji <i>Independent Sample T-Test</i> .....	262
Lampiran 46. Hasil Uji Anova .....	263
Lampiran 47. Hasil Uji ANCOVA .....	261
Lampiran 48. Bahan Ajar .....	265

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komponen Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik ( <i>e-LKPD</i> ).....	17
2. Indikator Literasi Sains .....	19
3. Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif.....	20
4. Desain <i>pretest-postest non equivalent control group design</i> .....	33
5. Penskoran pada Angket Kebutuhan dan Angket refleksi.....	37
6. Tafsiran Persentase Angket.....	38
7. Skala Likert .....	39
8. Tafsiran Persentase Kevalidan .....	39
9. Tafsiran Persentase kepraktisan .....	39
10. Kriteria Validitas .....	40
11. Kriteria keterlaksanaan pembelajaran.....	40
12. Kriteria <i>n-Gain</i> .....	42
13. Kriteria <i>effect size</i> .....	44
14. Hasil uji Validitas Validitas dan Reliabilitas Instrumen Tes .....	49
15. Hasil Validasi <i>e-LKPD</i> Berdiferensiasi Terintegrasi PjBL-STEM .....	50
16. Masukkan dan Saran <i>e-LKPD</i> Berdiferensiasi Terintegrasi PjBL-STEM.....	50
17. Hasil Respon Guru Terhadap <i>e-LKPD</i> Berdiferensiasi Terintegrasi PjBL-STEM.....	51

18. Hasil Respon Peserta Didik Terhadap e-LKPD Berdiferensiasi Terintegrasi PjBL-STEM .....	51
19. Hasil Rata – Rata Pretes – Postes, dan N-Gain Literasi Sains .....	53
20. Rata-Rata N-Gain Literasi Sains Peserta Didik Sesuai Gaya Belajar.....	54
21. Hasil Rata – Rata Pretes – Postes, dan N-Gain Keterampilan Berpikir Kreatif .....	54
22. Rata-Rata N-Gain Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik Sesuai Gaya Belajar .....	55
23. Uji Normalitas N-Gain Literasi Sains .....	57
24. Uji Normalitas N-Gain Keterampilan Berpikir Kreatif .....	57
25. Uji Normalitas N-Gain Gaya Belajar Terhadap Literasi Sains .....	57
26. Uji Normalitas N-Gain Gaya Belajar terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif .....	58
27. Uji Homogenitas N-Gain Literasi Sains .....	58
28. Uji Homogenitas N-Gain Keterampilan Berpikir Kreatif.....	59
29. Uji <i>Independent Sample T Test</i> Literasi Sains dan Keterampilan Berpikir Kreatif .....	59
30. Uji ANOVA Literasi Sains .....	59
31. Uji ANOVA Keterampilan Berpikir Kreatif.....	60
32. Uji ANCOVA Literasi Sains.....	61
33. Uji ANCOVA Keterampilan Berpikir Kreatif .....	61
34. Uji <i>effect size</i> Literasi Sains Peserta didik .....	62
35. Uji <i>effect size</i> Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta didik.....	63



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ilustrasi ZPD dan Scaffolding.....	13
2. Panel surya di atap rumah .....	22
3. Sel surya .....	23
4. Struktur dasar dan symbol sel surya.....	24
5. Panel Surya .....	24
6. Bus Surya .....	26
7. Skema Kerangka Pikir.....	30
8. Model Pengembangan ADDIE .....	31
9. Alur Penelitian .....	38
10. Rata-rata Persentase Keterlaksanaan Pembelajaran menggunakan e-LKPD terintegrasi PjBL-STEM .....	52
11. Rata-Rata Persentase Angket Refleksi Peserta Didik Terhadap Pembelajaran Menggunakan e-LKPD Terintegrasi PjBL-STEM.....	53
12. Persentase Ketercapaian Setiap Indikator Literasi Sains .....	55
13. Persentase Kategori N-Gain Keterampilan Berpikir Kreatif .....	56
14. Persentase Setiap Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif.....	57
15. Jawaban Peserta Didik pada Tahap <i>Essential Questions</i> .....	67
16. Jawaban Peserta Didik pada Tahap <i>Design a plan for the project</i> .....	71
17. Kegiatan <i>design a plan for the project</i> .....	72

18. Jawaban Peserta Didik pada Tahap <i>Create a Schedule</i> .....	73
19. Jawaban peserta didik tahapan <i>monitoring the students and progress of the project</i> .....	75
20. Hasil Produk Peserta Didik Sesuai Gaya Belajar.....	76
21. Persentasi Produk Peserta Didik Sesuai Gaya Belajar.....	76
22. Jawaban postes indikator fluency.....	79
23. Jawaban postes indikator flexibility.....	80
24. Jawaban postes indikator originality.....	80
25. Jawaban postes indikator elaboration.....	81

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Keadaan kehidupan pada abad 21 ini sangat penuh tantangan dan persaingan. Kemajuan teknologi memberikan aksesibilitas yang lebih besar terhadap sumber daya pendidikan dan memperluas ruang pembelajaran. Permintaan pasar kerja yang berkembang mengharuskan peserta didik untuk mengembangkan keterampilan yang relevan dengan dunia kerja yang terus berubah (Yusuf, 2023). Peserta didik perlu memiliki keterampilan yang memungkinkan mereka bersaing secara global. Pembelajaran saat ini perlu mempersiapkan peserta didik untuk menghadapi berbagai permasalahan tersebut. Kemajuan teknologi dan informasi berkembang sangat pesat dan mempengaruhi segala bidang kehidupan manusia, salah satunya dalam bidang pendidikan (Sumantri, 2019). Salah satu komponen pendidikan adalah pembelajaran. Pembelajaran dapat diartikan sebagai upaya guru untuk memberikan stimulus, bimbingan, pengarahan dan dorongan kepada siswa agar terjadi proses belajar. Pembelajaran dalam definisi ini bukanlah sebuah proses pembelajaran pengetahuan, melainkan proses pembentukan pengetahuan oleh siswa melalui kinerja kognitifnya (Mardhiyah dkk., 2021).

Proses pembelajaran abad 21 menuntut keterampilan berpikir mencakup berpikir kritis dan memecahkan masalah, berkomunikasi, berkolaborasi, keterampilan berpikir kreatif dan inovasi. Oleh karena itu, dunia pendidikan harus dapat memberikan pembelajaran yang dapat mengembangkan kecakapan abad 21 tersebut (Trilling & Fadel., 2009). Salah satu keterampilan yang dibutuhkan saat ini yaitu keterampilan berpikir kreatif.

Keterampilan berpikir kreatif ialah sebuah kemampuan untuk dapat memberikan solusi dan memecahkan masalah sehingga dapat menciptakan suatu hal yang baru. Keterampilan berpikir kreatif ini juga dinyatakan sebagai keterampilan yang bertujuan untuk dapat memecahkan suatu masalah dari berbagai macam sudut pandang (Fitriyah dkk., 2021). Keterampilan berpikir kreatif merupakan keterampilan yang dapat dilatih dengan cara memberikan kesempatan individu untuk berpikir dan kemudian menyatakan ide-ide yang muncul dalam dirinya sesuai dengan minat serta kebutuhannya (Kartina dkk., 2021). Melek sains (*science literacy*) merupakan salah satu komponen yang perlu dimiliki peserta didik (Kimianti & Prasetyo, 2019). Melek sains melibatkan proses penemuan yang melibatkan observasi, pengujian hipotesis, eksperimen, dan penarikan kesimpulan. Selama proses ini peserta didik diperkenalkan pada cara-cara berpikir yang inovatif dan kreatif (Windyarani, 2019).

Literasi sains didefinisikan sebagai kemampuan untuk memahami isu-isu terkait sains, pengembangan ide-ide ilmiah, sebagai sebuah refleksi. Dimana seseorang yang melek sains akan dapat memahami fenomena ilmiah tentang ilmu pengetahuan dan teknologi, dengan menggunakan kemampuan yang telah dimilikinya berupa kompetensi untuk menjelaskan fenomena secara ilmiah, mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah, dan menafsirkan data dan bukti secara ilmiah (OECD, 2019). Literasi sains tidak sebatas memahami sains saja memahami proses dan informasi ilmiah dalam kehidupan sehari-hari hingga tahap pengambilan keputusan (Haerani, dkk., 2020). Literasi sains adalah bidang kemampuan yang sifatnya tidak hanya menghafalkan tetapi juga berkaitan dengan penerapan nilai sains, kemampuan ini untuk berguna untuk lebih memahami lingkungan sosial ataupun teknologi, sehingga peserta didik mampu meningkatkan kompetensi dan keterampilan, meningkatkan sikap ilmiah sehingga siswa dapat menerapkan sains sebagai pemecahan masalah yang ditemui dalam pembelajaran (Bagiada & Jayanta, 2022). Literasi sains membantu peserta didik untuk mengembangkan kemampuan bertanya yang mendalam. Pertanyaan-pertanyaan ini sering kali membutuhkan tingkat berpikir kreatif yang tinggi untuk menyelidiki fenomena alam yang kompleks. Namun hal ini tidak sesuai dengan



kenyataan yang ada di Indonesia.

Profil literasi sains dan berpikir kreatif peserta didik dapat diketahui menggunakan assessment untuk mengetahui sejauh mana kemampuan literasi sains dan berpikir kreatif peserta didik. Seperti halnya yang telah dilakukan oleh *Organization for Economic Cooperation and Development* (OECD) melalui program PISA tahun 2022, Indonesia menempati di posisi 63 dari 73 negara, dengan skor pada katagori literasi sains sebesar 383, lebih rendah dari Negara Malaysia yang menempati posisi 49 dengan skor 416 (OECD, 2023).

Literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif peserta didik dapat meningkat dengan menerapkan model pembelajaran yang berorientasi terhadap keterampilan tersebut. Salah satu alternatif model pembelajaran dengan menggunakan model *Project Based Learning* (PjBL). *Project Based Learning* (PjBL) adalah pembelajaran inovatif yang mendorong para peserta didik untuk melakukan penyelidikan bekerja secara kolaboratif dalam meneliti dan membuat proyek yang menerapkan pengetahuan mereka dari menemukan hal-hal baru, mahir dalam penggunaan teknologi dan mampu menyelesaikan suatu permasalahan (Afifah dkk., 2019). *Project Based Learning* (PjBL) adalah suatu model pembelajaran yang menggunakan suatu proyek dalam proses pembelajaran, dan berpusat pada peserta didik (*Student centered*). Model PjBL memberikan kebebasan kepada para peserta didik untuk merencanakan aktivitas belajar mereka, melaksanakan proyek secara kolaboratif, dan pada akhirnya menghasilkan produk kerja yang dapat dipresentasikan kepada orang lain (Elisabet dkk., 2019). Dalam penerapannya, model ini dapat mengakomodasi kebutuhan belajar peserta didik sesuai karakteristik dari masing masing peserta didik.

Kurikulum merdeka merupakan kurikulum dengan pembelajaran intrakurikuler yang memiliki bermacam konten agar peserta didik memiliki cukup waktu untuk memahami konsep dan menguatkan kompetensi (Barlian dkk., 2022). Pada kurikulum ini, pembelajaran disesuaikan dengan kebutuhan dan karakter peserta didik (Husna & Aini., 2023). Salah satu pembelajaran yang dapat memenuhi

kebutuhan peserta didik pada kurikulum merdeka yaitu dengan menerapkan pembelajaran berdiferensiasi (Aprima, 2022). Pembelajaran berdiferensiasi merupakan pendekatan yang dapat mengakomodir seluruh kebutuhan peserta didik yang beragam (Avivi dkk., 2023). Pelaksanaan pembelajaran berdiferensiasi adalah dengan memetakan kebutuhan belajar peserta didik. Kebutuhan belajar peserta didik tersebut dapat dikategorikan menjadi tiga aspek, yaitu: kesiapan belajar, profil belajar, serta minat dan bakat (Tomlinson, 2001). Pembelajaran berdiferensiasi memuat 4 aspek utama yang harus ditampilkan oleh guru dalam proses pembelajaran di kelas yakni konten, proses, produk dan lingkungan belajar, yang mana keempat komponen ini disesuaikan dengan karakteristik dan kebutuhan peserta didik (Wahyuningsari dkk., 2022). Pembelajaran berdiferensiasi dengan model PjBL akan menciptakan pembelajaran yang bermakna yang memberikan pengalaman langsung kepada peserta didik dalam memperoleh pengetahuan dan mengembangkan keterampilannya (Fadhilah dkk., 2023).

Pengintegrasian pembelajaran dengan model PjBL dapat dikombinasikan dengan pendekatan STEM, karena dalam STEM terdapat komponen *science, technology, engineering, and mathematic* yang mengakomodasi berpikir secara holistik dalam penyelesaian suatu permasalahan (Priantari, 2020). Pembelajaran menggunakan PjBL-STEM dapat menunjang karir di masa depan, meningkatkan literasi sains, memotivasi peserta didik, meningkatkan pemahaman materi, meningkatkan kemampuan berpikir kreatif, serta menjadikan pembelajaran yang lebih bermakna karena dihubungkan dengan permasalahan pada kehidupan sehari-hari (Agung dkk., 2022). Tujuan pembelajaran dengan pendekatan STEM yaitu agar peserta didik memiliki literasi sains dan teknologi yang terlihat dari kemampuannya membaca, menulis, mengamati, dan melakukan sains, serta mampu mengembangkan kemampuan tersebut untuk diterapkan dalam menyelesaikan permasalahan kehidupan sehari-hari terkait bidang ilmu STEM (Bybee, 2013).

Perangkat pembelajaran dibutuhkan untuk mengintegrasikan PjBL-STEM adalah *e-LKPD*, karena *e-LKPD* dapat mempermudah guru dalam mengajar serta

memberikan peluang pada siswa untuk aktif dalam pembelajaran sehingga menciptakan suasana belajar yang menyenangkan (Dewi dkk., 2021). *e-LKPD* dapat mendukung proses interaksi dalam pembelajaran antara peserta didik dan guru secara optimal sehingga dapat meningkatkan pemahaman dan hasil belajar peserta didik (Tukan dkk., 2020). *e-LKPD* adalah lembar kerja peserta didik berbentuk elektornik yang dikembangkan untuk mendorong adanya inovasi dan mempermudah proses pembelajaran serta dapat diakses melalui komputer, laptop, *notebook*, dan *smartphone* (Nurlita, 2023).

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan yang diberikan kepada 31 guru IPA dari 14 SMP di Lampung Selatan didapatkan hasil bahwa 58,1% guru belum mengelompokkan peserta didik sesuai gaya belajarnya. Guru menyatakan bahwa 100% pembelajaran IPA di sekolah sudah menggunakan LKPD dan 51,6% LKPD dibuat sendiri serta 90,3% dalam bentuk kertas. Guru menyatakan bahwasanya 80,6% belum melaksanakan pembelajaran berbasis masalah di lingkungan sekitar, sehingga 100% guru menyatakan perlunya perlu diterapkan pembelajaran berbasis proyek dalam pembelajaran IPA. Disisi lain 90,3% guru juga menyatakan perlu diterapkan pembelajaran IPA di sekolah berbasis STEM dalam Projek tertentu. Menurut guru pembelajaran IPA 100% perlu melatih literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif, sehingga guru 100% menyatakan perlu dikembangkan *e-LKPD* berbasis PjBL-STEM untuk meningkatkan literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif.

Berdasarkan analisis kebutuhan peserta didik didapatkan 60,6% pembelajaran IPA di sekolah sudah menggunakan handphone. Peserta didik menyatakan bahwasanya 80,8% telah menggunakan LKPD dalam pembelajaran, namun LKPD yang digunakan 79,2% masih dalam bentuk kertas. Disisi lain 85% peserta didik menyatakan perlu pembelajaran IPA berbasis proyek atau PjBL. Sebesar 47,4% peserta didik telah mengenal pendekatan STEM, dan 87,3% menyatakan perlunya kegiatan belajar yang melibatkan pendekatan STEM. Sebesar 76,5% peserta didik menyatakan belum pernah mendapatkan pertanyaan dalam pembelajaran mengenai permasalahan dalam kehidupan sehari-hari untuk diselesaikan, dan

76,5% peserta didik belum pernah dalam pembelajaran diajak untuk mengidentifikasi dan menjelaskan fenomena ilmiah. Peserta didik menyatakan 96,7% literasi sains dan 97,6% keterampilan keterampilan berpikir kreatif perlu diterapkan dalam pembelajaran IPA. Berdasarkan hal tersebut 92,5% peserta didik menyatakan perlu dikembangkan *e*-LKPD sesuai dengan gaya belajar kalian, berbasis PjBL-STEM yang dapat meningkatkan literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif.

Berdasarkan wawancara yang telah dilakukan dengan 10 orang guru IPA SMP di Lampung Selatan bahwa pada pembelajaran IPA telah menggunakan LKPD dalam bentuk kertas, namun LKPD yang digunakan masih bersifat konvensional dan belum memuat komponen yang sesuai seperti langkah langkah prosedural yang sesuai dengan pendekatan atau model pembelajaran tertentu. Selain itu pembelajaran IPA di sekolah belum berbasis proyek terkait permasalahan dalam kehidupan sehari – hari maupun pendekatan STEM. Hal ini menyebabkan literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif peserta didik masih rendah. Berdasarkan hal tersebut pada penelitian ini perlunya pengembangan *e*-LKPD berdiferensiasi terintegrasi PjBL-STEM untuk meningkatkan literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana *e*-LKPD berdiferensiasi terintegrasi PjBL-STEM yang valid untuk meningkatkan literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif?
2. Bagaimanakah kepraktisan *e*-LKPD berdiferensiasi terintegrasi PjBL-STEM yang dikembangkan untuk meningkatkan literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif?
3. Bagaimanakah efektifitas *e*-LKPD berdiferensiasi terintegrasi PjBL-STEM yang dikembangkan untuk meningkatkan literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif?



### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan penelitian sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan *e*-LKPD berdiferensiasi terintegrasi PjBL-STEM yang valid untuk meningkatkan literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif.
2. Mendeskripsikan kepraktisan *e*-LKPD berdiferensiasi terintegrasi PjBL-STEM yang dikembangkan untuk meningkatkan literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif.
3. Mendeskripsikan efektifitas *e*-LKPD berdiferensiasi terintegrasi PjBL-STEM yang dikembangkan untuk meningkatkan literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Peserta Didik  
Dapat membantu peserta didik menambah pengalaman pembelajaran PjBL-STEM sesuai dengan karakteristik peserta didik serta dapat meningkatkan literasi sains dan berpikir kreatif.
2. Bagi Guru  
Dapat menambah referensi guru dalam menerapkan PjBL-STEM sesuai dengan karakteristik peserta didik serta dapat meningkatkan literasi sains dan berpikir kreatif.
3. Bagi Sekolah  
Dapat memberikan sumbangan pemikiran dalam upaya meningkatkan mutu pembelajaran IPA disekolah.
4. Bagi Peneliti  
Mendapatkan pengalaman dalam mengembangkan dan melaksanakan pembelajaran dengan menggunakan *e*-LKPD bediferensiasi berbasis PjBL STEM.

## 1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup penelitian ini sebagai berikut.

- a) Produk yang dikembangkan adalah Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (*e-LKPD*) pada materi Energi Alternatif atau terbarukan.
- b) *Platform* yang digunakan dalam pengembangan *e-LKPD* berdiferensiasi berbasis PjBL-STEM pada materi Energi Alternatif atau terbarukan menggunakan *LiveWorkSheet*.
- c) Model Penelitian pengembangan yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan model ADDIE yang meliputi *Analyze, Design, Development, Implementation, and Evaluation* (Branch, 2009).
- d) Sintak PjBL-STEM menurut George Lucas Educational Foundation, (2005) meliputi *essential question, design a Plan for the project, create schedule, monitoring the students and progress of project, assess the outcome, dan evaluation the experience*.
- e) Indikator literasi sains menurut PISA, (2023) terdiri atas *scientific contexts, science competencies, and scientific knowledge*.
- f) Indikator berpikir kreatif menurut Torrance, (1974) terdiri atas *fluency, flexibility, originality and elaboration*.
- g) Kriteria kevalidan menurut Arikunto (2013), produk dikatakan valid bila presentase hasil validasi ahli dan uji coba terbatas sebesar 76 – 100 %.
- h) Kriteria kepraktisan menurut Arikunto (2013), produk dikatakan praktis bila 75% pendidik dan peserta didik menyatakan *e-LKPD* praktis.
- i) Keefektifan *e-LKPD* ditentukan sebagai berikut : (a) menurut Hake (1998) 75% peserta didik memiliki N-Gain berkriteria sedang. (b) Adanya potensi mereduksi perbedaan rata-rata N-Gain antar gaya belajar yang dianalisis dengan menggunakan *one way anova*. (c) Terdapat perbedaan yang signifikan rata-rata nilai N-gain kelas eksperimen daripada kelas kontrol yang dianalisis dengan menggunakan uji *independent sample t-test*. (d) Memiliki kriteria *effect size* yang kecil antar masing-masing gaya belajar berdasarkan *e-LKPD* yang digunakan dengan memperhatikan nilai *partial eta squared* pada uji ANCOVA.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Teori Belajar Konstruktivisme

Teori belajar yang digunakan dalam penelitian ini adalah teori belajar kognitivisme oleh Piaget dan konstruktivisme oleh Vigotsky, teori *the cone of learning* oleh Edgar Dale dan *dual coding theory* oleh Clark dan Paivio (1991).

#### 2.1.1 Teori Piaget

Menurut Piaget, teori *equilibration* (keseimbangan) terlibat dalam semua pertanyaan tentang perkembangan kognitif. Perkembangan kognitif adalah rangkaian konstruksi dengan elaborasi konstan terhadap struktur baru. Selain itu, bagi Piaget, hal ini menyiratkan proses yang meningkatkan struktur yang ada dan mengganti keseimbangan yang dicapai secara temporal melalui keseimbangan ulang. Proses ini disebut oleh Piaget sebagai *equilibration* (keseimbangan). Penjelasan Piaget tentang keseimbangan tidak hanya penting untuk memahami pendekatannya, tetapi juga membedakan teorinya dari sebagian besar teori lain tentang perkembangan kognitif (Piaget, 1977).

Menurut Williams & Burden (2000) terdapat tiga keseimbangan yaitu Keseimbangan pertama berkenaan dengan hubungan antara asimilasi dan akomodasi. Sebelum keseimbangan ini tercapai, harus ada keseimbangan antara struktur kognitif subjek dan objek. Struktur kognitif subjek mengakomodasi objek baru yang disajikan dan pada saat yang sama mengasimilasi objek ke dalam strukturnya. Proses asimilasi adalah proses mengabsorpsi informasi dan pengalaman baru kedalam skema yang sudah dimiliki sedangkan akomodasi adalah proses mengabsorpsi pengalaman-pengalaman baru dengan memodifikasi

skema yang ada bahkan membentuk pengetahuan baru (Hudojo, 2001). Keseimbangan kedua adalah keseimbangan di antara subsistem skema subjek. Keseimbangan ketiga dalam perkembangan kognitif ditentukan oleh keseimbangan antara bagian-bagian pengetahuan subjek dan totalitas pengetahuannya pada saat tertentu. Menurut Piaget sering kali ada diferensiasi konstan dari totalitas pengetahuan menjadi bagian-bagian dan mengintegrasikan bagian-bagian tersebut secara keseluruhan. Sebelum pengetahuan dapat berkembang harus ada semacam koordinasi antara kedua proses tersebut.

Berdasarkan teori keseimbangan peserta didik pada jenjang Sekolah Menengah Pertama (SMP/Sederajat) kelas IX sudah mampu mengasimilasi dan mengakomodasi pengetahuan baru sehingga peserta didik sudah mampu menalar dan menarik kesimpulan atas permasalahan, oleh sebab itu teori ini menjadi dasar peneliti dalam melatih literasi sains dan berpikir kreatif.

### **2.1.2 Teori Vigotsky**

Piaget dan Vygotsky setuju bahwa anak-anak secara aktif membangun pengetahuan. Amir dan Risnawati (2015) menyatakan bahwa teori yang diperkenalkan oleh Vygotsky fokus pada tiga faktor sebagai berikut.

#### *1. Budaya (Culture)*

Vygotsky menyatakan bahwa hal terpenting yang berpengaruh terhadap pembentukan pengetahuan seorang anak adalah budaya dan lingkungan sosialnya. Vygotsky juga berpendapat bahwa anak-anak belajar melalui interaksi dan kerjasama dengan orang lain dan lingkungannya sehingga budaya berpengaruh terhadap proses belajarnya.

#### *2. Bahasa (Language)*

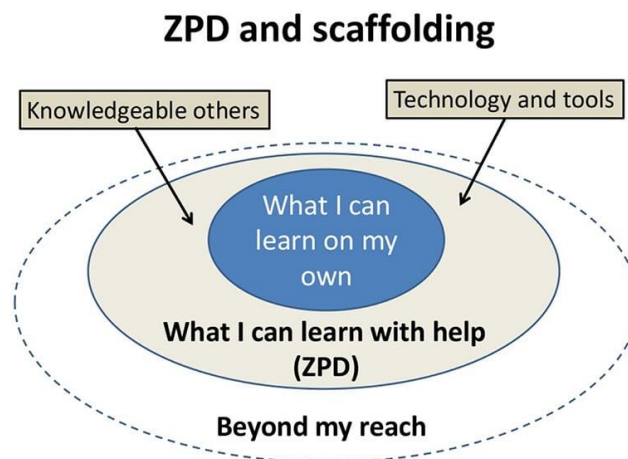
Vygotsky berpendapat bahwa bahasa memiliki peran penting dalam proses perkembangan kognitif seorang anak. Menurutnya, perkembangan bahasa memiliki kaitan yang erat dengan perkembangan kognitif.

#### *3. Zona perkembangan proksimal (zone of proximal development atau ZPD)*

Vygotsky mengembangkan konsep kognitif zona belajar. Vygotsky berpendapat bahwa terdapat dua tingkat perkembangan seseorang, yaitu

tingkat perkembangan aktual dan tingkat perkembangan potensial. *Zone of actual development (ZAD)* terjadi ketika siswa dapat menyelesaikan tugas mereka sendiri. Di zona ini, siswa mandiri. Sementara itu, orang dewasa atau teman sebaya dibutuhkan dalam *zone of proximal development (ZPD)* untuk membantu siswa yang tidak dapat menyelesaikan tugas yang diberikan tanpa bantuan. ZPD adalah kesenjangan antara apa yang peserta didik itu mampu melakukannya secara mandiri, dan apa yang mungkin mereka butuhkan untuk membantu dalam mencapai. Petunjuk dan pembelajaran terjadi di ZPD. Ketika siswa di zona ini, mereka bisa sukses dengan bantuan instruksional (Agustyaningrum dkk., 2022).

Vygotsky mengenalkan Scaffolding sebagai suatu ide untuk mengatasi permasalahan pada *zone of proximal development (ZPD)* (Burns & de., 2005; Vigotsky, 1982). dapat dipahami sebagai bantuan atau dukungan yang diberikan kepada orang yang lebih dewasa atau lebih kompeten kepada seorang anak agar mampu menyelesaikan tugas-tugas atau soal-soal dengan tingkat kerumitan yang lebih tinggi daripada tingkat perkembangan kognitif yang sesungguhnya dari anak tersebut Gambar 1.



Gambar 1. Ilustrasi ZPD dan Scaffolding  
Sumber: Agustyaningrum dkk., 2022

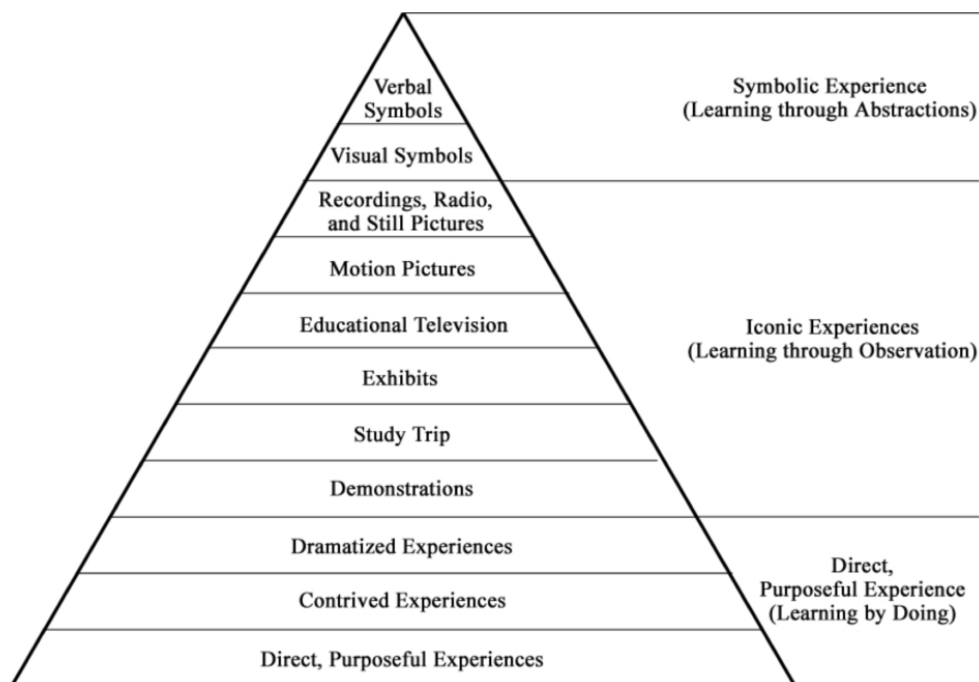
berikut menunjukkan ilustrasi ZPD dan scaffolding (Agustyaningrum dkk., 2022). Berdasarkan teori belajar menurut Vygotsky maka pada penelitian ini akan

dikembangkan suatu *e-LKPD* berdiferensiasi berbasis PjBL-STEM yang diharapkan dapat menjadi *scaffolding* bagi peserta didik dalam literasi sains dan berpikir kreatif.

### 2.1.3 Teori Edgar Dale

*The cone of learning* menurut Dale (1969) adalah model yang menggabungkan beberapa teori yang berkaitan dengan desain instruksional dan proses pembelajaran. Edgar Dale ber teori bahwa peserta didik menyimpan lebih banyak informasi melalui apa yang mereka lakukan “*do*” dan bukan “*heard*”, “*read*”, atau “*observed*”. Penelitiannya mengarah pada pengembangan *Cone of experience*. Saat ini, “*learning by doing*” ini dikenal sebagai “*experiential learning*” atau “*action learning*”.

*The cone of learning* Edgar Dale menunjukkan pengalaman yang diperoleh dalam menggunakan media dari paling konkret (di bagian paling bawah) hingga paling abstrak (di bagian paling atas). Dale (1969) menyebutkan kategori pengalaman dari paling konkrit (paling bawah) hingga paling abstrak (paling atas), sebagai berikut: (1) pengalaman langsung, pengalaman dengan tujuan tertentu, (2) pengalaman yang dibuat-buat, (3) pengalaman dramatis, (4) demonstrasi, (5) studi banding, (6) pameran, (7) televisi edukasi, (8) gambar bergerak, (9) rekaman radio, gambar diam, (10) simbol visual, (11) simbol verbal. Adapun teori *the cone of learning* pada Gambar 2. Kerucut pengalaman ini memberikan model tentang berbagai jenis media audiovisual dari yang paling abstrak hingga paling konkrit. Dale tidak ingin kategori-kategori ini dilihat sebagai hal yang kaku dan tidak fleksibel, serta menyatakan bahwa klasifikasi itu mestinya tidak dianggap sebagai hirarki ataupun ranking (Dale, 1969).



Gambar 2. Ilustrasi *The Cone of Learning*  
Sumber: Dale, 1969.

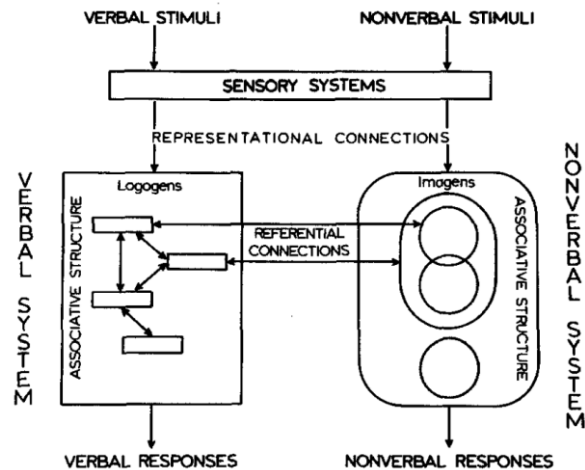
Berdasarkan teori *The cone of learning* oleh Edgar Dale, bahwasanya dari 11 kategori pengalaman menggunakan media pembelajaran, peneliti dapat menentukan media pembelajaran yang tepat dalam mengakomodasi gaya belajar peserta didik secara visual, auditori, dan kinestetik.

### 2.1.3 Dual Coding Theory (DCT)

Menurut Clark & Paivio (1991) *Dual Coding Theory* (DCT) adalah karakteristik proses mental yang secara empiris mendasari perilaku dan pengalaman manusia. DCT menjelaskan fenomena psikologis melalui tindakan kolektif sistem mental nonverbal dan verbal yang dikhususkan untuk pemrosesan informasi pencitraan dan linguistik. Mekanisme teoritis DCT dan fenomena empiris terkait relevan dengan berbagai aspek kognisi manusia, serta emosi, keterampilan motorik, dan domain psikologis lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa teori ini dapat memberikan landasan yang berguna untuk model psikologis umum pendidikan dan dapat memperkuat upaya saat ini untuk menjelaskan fenomena pendidikan dalam kaitannya dengan mekanisme kognitif.



Menurut DCT, representasi mental dikaitkan dengan mode simbolik verbal dan nonverbal yang berbeda secara teoritis dan mempertahankan sifat-sifat peristiwa sensorimotor konkret yang menjadi dasarnya, yang disajikan pada Gambar 3. Sistem verbal berisi kode verbal khusus visual, pendengaran, artikulasi, dan modalitas lainnya.



Gambar 3. Sistem simbolik verbal dan nonverbal *Dual Coding Theory* (DCT)  
Sumber: Clark & Paivio (1986).

Teori ini mengasumsikan bahwa ada dua subsistem kognitif, yang satu khusus untuk representasi dan pemrosesan objek/peristiwa nonverbal dan yang lainnya khusus untuk berhubungan dengan bahasa. Paivio (1986) juga mengungkapkan terdapat dua jenis unit representasi yang berbeda: “*imagens*” untuk gambaran mental dan “*logogens*” untuk entitas verbal. Teori *Dual Coding* mengidentifikasi tiga jenis pemrosesan: (1) representasional, aktivasi langsung representasi verbal atau non-verbal, (2) referensial, aktivasi sistem verbal oleh sistem nonverbal atau sebaliknya, dan (3) asosiatif pemrosesan, aktivasi representasi dalam sistem verbal atau nonverbal yang sama.

Berdasarkan *dual coding theory* terkait karakterisasi proses mental, peserta didik memiliki lebih dari gaya belajar. Peserta didik dapat menggunakan kemampuan verbal dan non verbal untuk memproses informasi agar peserta didik lebih mudah untuk mengingat dan memahami materi pembelajaran.

## 2.2 Pembelajaran Berdiferensiasi

Pembelajaran berdiferensiasi dapat mengakomodasi permasalahan pada *zone of proximal development* (ZPD). Menurut Tomlinson (2001) pembelajaran berdiferensiasi adalah usaha untuk menyesuaikan proses pembelajaran di kelas untuk memenuhi kebutuhan belajar individu setiap peserta didik. Pembelajaran diferensiasi memerlukan pamong sebagai pemberi arahan (Walsh, 2017). Pembelajaran berdiferensiasi merupakan pembelajaran yang mengakomodir kekuatan dan kebutuhan belajar peserta didik dengan strategi pembelajaran yang independen (Marlina., 2019). Penggunaan strategi pembelajaran diferensiasi dapat memberikan kegiatan yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik (kesiapan belajar, minat dan profil belajar peserta didik) sehingga kebutuhan belajar peserta didik dapat terpenuhi. Pada akhirnya siswa akan bisa belajar sesuai dengan kemampuannya masing-masing (Andini, 2016).

Menurut Tomlinson (2001) mengategorikan kebutuhan belajar peserta didik berdasarkan 3 aspek adalah sebagai berikut :

1. Kesiapan belajar (*readiness*) peserta didik

Kesiapan belajar (*readiness*) adalah kapasitas untuk mempelajari materi baru. Guru mempertimbangkan tingkat kesiapan peserta didik dengan lingkungan belajar yang tepat dan dukungan yang memadai, sehingga mereka dapat menguasai materi baru tersebut.

2. Minat

Peserta didik memiliki minat sendiri terhadap pembelajaran. Ada peserta didik yang minatnya sangat besar dalam bidang seni, matematika, sains, drama, memasak, dsb. Minat adalah salah satu motivator penting bagi peserta didik untuk dapat “terlibat aktif” dalam proses pembelajaran.

3. Profil belajar

Profil belajar peserta didik terkait dengan banyak faktor, seperti: bahasa, budaya, kesehatan, keadaan keluarga, dan kekhususan lainnya. Selain itu juga akan berhubungan dengan gaya belajar seseorang. Ada banyak faktor yang dapat mempengaruhi gaya belajar seseorang berikut ini adalah beberapa yang

harus diperhatikan

- a. Visual: belajar dengan melihat (diagram, *power point*, catatan, peta, grafik organisator).
- b. Auditori: belajar dengan mendengar (ceramah, membaca dengan keras, mendengarkan musik).
- c. Kinestetik: belajar sambil melakukan (bergerak dan meregangkan tubuh, kegiatan *hands on*, dsb).

Pada penelitian ini pembelajaran berdiferensiasi yang akan diakomodasi oleh peneliti adalah sesuai dengan gaya belajar peserta didik.

### 2.3 Pendekatan STEM

*Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) merupakan suatu pendekatan interdisipliner dimana konsep ilmu pengetahuan dipadukan dengan permasalahan yang ada dalam kehidupan sehari – hari sehingga peserta didik (Fajrina dkk., 2020). Proses pembelajaran yang mengeksplorasi dua atau lebih bidang yang melibatkan peserta didik aktif dalam konteks pemecahan masalah dalam dunia nyata (Roberts, 2012; Bybee, 2013). Pendekatan STEM berfokus pada keharusan moral pendidikan untuk mempersiapkan peserta didik untuk hidup secara efektif dan berkontribusi pada masyarakat. Oleh karena itu, pendidikan STEM menganut visi berkontribusi masyarakat global dan warganya yang lebih baik dengan mempersiapkan peserta didik yang dapat merespons secara efektif terhadap berbagai tantangan ekonomi, sosial dan lingkungan hidup (Corrigan, 2020).

Pembelajaran dengan pendekatan ini pada prosesnya terdapat aktivitas peserta didik diantaranya seperti pembelajaran berbasis masalah, berbasis proyek, melakukan penyelidikan, mendesain. Pada aktivitas tersebut peserta didik tidak hanya menggunakan pengetahuannya namun juga melatih keterampilan dalam menghasilkan ide, meneliti dan menyelidiki, mengevaluasi, memodelkan ide-ide, mengidentifikasi kebutuhan, memecahkan masalah, mendokumentasikan, dan berkomunikasi (William, 2019).

Adapun ciri-ciri STEM menurut Torlakson (2014) antara lain sebagai berikut :

- a. Sains yang mewakili pengetahuan mengenai hukum-hukum dan konsep-konsep yang berlaku di alam.
- b. Teknologi adalah keterampilan atau sebuah sistem yang digunakan dalam mengatur masyarakat, organisasi, pengetahuan atau mendesain serta menggunakan sebuah alat buatan yang dapat memudahkan pekerjaan.
- c. Teknik atau Engineering adalah pengetahuan untuk mengoperasikan atau mendesain sebuah prosedur untuk menyelesaikan sebuah masalah.
- d. Matematika adalah ilmu yang menghubungkan antara besaran, angka dan ruang yang hanya membutuhkan argument logis tanpa atau disertai dengan bukti empiris.

Seluruh aspek ini dapat membuat pengetahuan menjadi lebih bermakna jika diintegrasikan dalam proses pembelajaran. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Adi (2021) menyatakan pendekatan pembelajaran IPA terpadu berbasis STEM efektif dalam menciptakan pengalaman belajar bermakna bagi peserta didik. Selain itu penelitian serupa dilakukan oleh Deswita (2022) yang menyatakan bahwa pendekatan *Science, Technology, and Society* (STS) dalam pembelajaran IPA dapat meningkatkan kesadaran lingkungan dan motivasi belajar peserta didik.

## **2.4 PjBL-STEM**

*Project Based Learning* adalah suatu pendekatan pendidikan yang efektif yang berfokus pada keterampilan berpikir kreatif, pemecahan masalah, dan interaksi antarsiswa dengan teman sebaya sehingga menghasilkan pengetahuan baru. Penggunaan *project based learning* mampu menuntun peserta didik menyelesaikan masalah yang diberikan dan menekankan pada produk yang dihasilkan (Permanasari, 2016). Penerapan pembelajaran proyek merupakan salah satu cara yang dapat dipilih guru untuk melibatkan peserta didik dengan materi atau konten pembelajaran mereka. Model dengan proyek ini dipandang menarik karena

memiliki format instruksional yang inovatif di mana peserta didik dapat memilih berbagai aspek tugas dan termotivasi oleh masalah lingkungan sekitar bahkan mungkin akan memberikan kontribusi kepada mereka.

STEM menstimulasi keingintahuan dan motivasi peserta didik mengenai keterampilan berpikir tingkat tinggi yang meliputi pemecahan masalah, kerja sama, pembelajaran mandiri, pembelajaran berbasis proyek, pembelajaran berbasis tantangan dan penelitian. Kegiatan pembelajaran yang sesuai dengan pendekatan STEM yaitu pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning*). Penintegrasian seni dalam STEM diharapkan mampu membuat pembelajaran lebih bermakna, karena peserta didik ikut terlibat dalam mewujudkan kompetensi pembelajaran yang harus dicapainya secara nyata dalam bentuk karya (Mu'minah, 2020). Adapun sintak dari PjBL-STEM, menurut *The George Lucas Educational Foundation* (2005) adalah sebagai berikut.

1. *Essential question*

Pertanyaan yang didasarkan pada permasalahan nyata dan berkaitan dengan lingkungan sekitar peserta didik. Mereka dituntut untuk mengajukan pertanyaan agar dapat merangsang pengetahuan, reaksi, dan gagasan peserta didik terkait dengan topik proyek yang akan dibuat.

2. *Design a Plan for the Project*

Perencanaan proyek dihasilkan dari kerja sama antar anggota kelompok. Siswa dapat merancang prosedur penyelesaian proyek dengan pengelolaannya

3. *Create schedule*

Penyusunan jadwal bertujuan untuk mengetahui estimasi waktu yang diperlukan untuk pengerjaan proyek.

4. *Monitoring the students and progress of project*

Setiap pekerjaan peserta didik harus diawasi dan diarahkan oleh guru agar tidak terjadi kesalahan yang fatal.

5. *Assess the outcome*

Penilaian proyek dilakukan untuk mengetahui tingkat pemahaman, keterampilan mengaplikasi, keterampilan penyelidikan, dan keterampilan menerapkan berbagai keterampilan dalam membuat produk atau suatu karya.

6. *Evaluation the experience*

Pada akhir pembelajaran, peserta didik diberikan kesempatan untuk melakukan refleksi terkait pengetahuan baru dan pengalaman belajar serta evaluasi terhadap pembelajaran yang telah dilakukan baik secara individu maupun kelompok.

Selain itu, Sintak PjBL-STEM menurut Laboy-Rush (2010) adalah sebagai berikut:

1. *Reflection*

Pada tahap ini peserta didik disajikan sebuah masalah dan memberi motivasi untuk menyelesaikan masalah tersebut.

2. *Research*

Peserta didik melakukan penelitian, menggali informasi dari berbagai sumber yang relevan.

3. *Discovery*

Peserta didik menemukan model yang sesuai untuk pelaksanaan sebuah proyek yang merupakan penghubung antara informasi yang didapat dengan apa saja yang harus mereka lakukan pada saat pelaksanaan nanti.

4. *Application*

Peserta didik menyelesaikan masalah dengan penerapan model yang telah mereka rancang guna untuk menjawab sebuah masalah.

5. *Communication*

Peserta didik memaparkan dan mempresentasikan hasil yang mereka peroleh secara kolaboratif, mampu menerima kritikan dan saran untuk perbaikan sebuah proyek yang lebih baik.

## **2.5 Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (e-LKPD)**

Salah satu bahan ajar yang paling dibutuhkan guru dan peserta didik dalam

proses pembelajaran online adalah *e-LKPD* (Syafitri & Tressyalina, 2020). Hal tersebut dikarenakan *e-LKPD* merupakan bahan ajar yang dapat membuat ketertarikan dan minat peserta didik dalam pembelajaran (Riana & Julian, 2019). *e-LKPD* memuat materi dan soal-soal yang dikemas dengan model pembelajaran dengan memanfaatkan teknologi berupa *mobile learning* berbasis *android* akan berdampak positif kepada peserta didik, karena dalam proses belajar tidak dibatasi ruang kapan pun dan di mana pun (Warsita, 2018; Suryaningsih & Nurlita, 2021). Pemberian *e-LKPD* juga dapat memberikan dampak yang positif dalam belajar, sehingga dalam menyerap materi dapat tercipta pembelajaran yang menyenangkan dan menjadi bermakna (Celikler & Aksan, 2012). *e-LKPD* ini dapat meningkatkan kualitas pembelajaran proses dan hasil pembelajaran yang baik (Diani dkk., 2019). *e-LKPD* dapat meningkatkan motivasi belajar siswa, serta menjadi solusi terbaik dalam mengatasi permasalahan proses belajar siswa. Hal ini disebabkan karena *e-LKPD* berbasis digital merupakan salah satu media inovatif karena menggunakan teknologi (Yusnelti & Asrial, 2019; Marshel, 2020).

Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (*e-LKPD*) memiliki komponen-komponen dalam proses pembelajaran. Prastowo (2015) menyebutkan bahan ajar memiliki unsur yang lebih sederhana dibandingkan modul, namun lebih kompleks dibandingkan buku. *e-LKPD* terdiri dari 6 unsur utama yang meliputi :

Tabel 1. Komponen Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (*e-LKPD*)

No.	Komponen	Keterangan
1.	Judul	Judul LKPD harus relevan dengan kompetensi dasar dan materi pokok. Judul menggunakan kalimat yang singkat dan menarik.
2.	Petunjuk Belajar	Petunjuk belajar ditunjukkan kepada guru dan peserta didik. Petunjuk ini berisi tentang bagaimana pendidik mengajarkan materi kepada peserta didik dan bagaimana peserta didik belajar tentang materi tersebut.
3.	Capaian Pembelajaran	Capaian pembelajaran meliputi kompetensi yang akan dicapai
4.	Indikator	Penanda pencapaian pembelajaran secara spesifik yang dapat dijadikan ukuran untuk mengetahui ketercapaian tujuan pembelajaran
5.	Informasi	Informasi pendukung merupakan informasi tambahan yang ditujukan agar peserta didik semakin mudah memahami

Lanjutan Tabel 1. Komponen Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (*e*-LKPD)

No.	Komponen	Keterangan
	Pendukung	materi. Selain itu, informasi pendukung juga membuat pengetahuan peserta didik komprehensif
6.	Tugas/Langkah Kerja	Petunjuk kerja berisi langkah kerja prosedural yang harus dilakukan peserta didik untuk melakukan kegiatan tertentu.
7.	Penilaian	Penilaian berisi pertanyaan-pertanyaan bagi peserta didik guna mengukur seberapa dalam pemahaman peserta didik. Melalui penilaian ini, dapat diketahui efektivitas dari bahan ajar tersebut. Penilaian dapat pula berupa evaluasi atau pertanyaan-pertanyaan yang bersifat refleksi.

## 2.6 Literasi Sains

Literasi sains didefinisikan sebagai kemampuan untuk terlibat dengan isu-isu terkait sains, dan dengan ide-ide sains, sebagai sebuah refleksi warga negara. Seseorang yang melek ilmiah bersedia untuk terlibat dalam wacana yang masuk akal tentang ilmu pengetahuan dan teknologi, yang memerlukannya kompetensi untuk menjelaskan fenomena secara ilmiah, mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah, dan menafsirkan data dan bukti secara ilmiah (OECD, 2023). Literasi sains berarah kepada bagaimana peserta didik menggunakan pengetahuan mereka untuk menciptakan sebuah ide baru, konsep baru terhadap sebuah permasalahan secara ilmiah (Wulandari & Sholihin, 2016). Literasi sains mendukung peserta didik untuk menciptakan prosedur sendiri berdasarkan penyelidikan yang mereka lakukan (Irmita & Atun, 2020).

Sains adalah cara berpikir, sains sebagai cara untuk menyelidiki, dan interaksi antara sains, teknologi, masyarakat, dan literasi sains, sains interaksi dengan lingkungan (Rusilowati dkk., 2016). Literasi sains tidak sebatas memahami sains saja memahami proses ilmiah dan informasi dalam kehidupan sehari-hari hingga tahap pengambilan keputusan (Haerani dkk., 2020). Oleh karena itu literasi sains dalam pembelajaran IPA harus ditingkatkan agar peserta didik tidak hanya sekedar paham saja IPA sebagai sebuah konsep tetapi juga memahami dan memecahkan masalah bagi masyarakat modern yang berkaitan dengan sains dan teknologi dengan menerapkan IPA (Jufrida dkk., 2019). Proses pembelajaran dengan menggunakan pendekatan STEM terbimbing peserta didik diajak mengamati, menanya, mengasosiasi, bereksperimen, dan mengkomunikasikan



suatu fenomena yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari hal tersebut melatih literasi sains yaitu indikator sains sebagai suatu proses (Listiana dkk., 2019). Adapun indikator literasi sains menurut OECD (2023) :

Tabel 2. Indikator Literasi Sains

No.	Indikator	Keterangan
1.	<i>Science Contexts</i>	Kehidupan sehari – hari yang melibatkan ilmu pengetahuan dan teknologi
2.	<i>Scientific Competencies</i>	a. Mengidentifikasi isu – isu ilmiah b. Menjelaskan fenomena ilmiah. c. Menggunakan pengetahuan ilmiah
3.	<i>Scientific Knowledge</i>	Pemahaman peserta didik terhadap konsep ilmiah

## 2.7 Keterampilan Berpikir Kreatif

Menurut Fatma (2021) kreativitas merupakan satu keterampilan yang wajib dimiliki peserta didik untuk menghadapi abad 21. Kata kreatifitas secara etimologi berasal dari bahasa Inggris yaitu *creativity* yang artinya daya cipta. Sedangkan dalam kamus besar Bahasa Indonesia, kreatifitas adalah kemampuan untuk mencipta dan daya cipta. Keterampilan berpikir kreatif berkaitan dengan inovasi ide atau pengembangan ide-ide yang ada menghasilkan ide baru sebagai alternatif pemecahan masalah yang tengah dihadapi (Agustin dkk., 2018). Keterampilan berpikir kreatif didapatkan peserta didik dalam pembelajaran dengan cara melakukan pertimbangan yang matang, dimana peserta didik terlibat langsung dalam membentuk pengalaman belajar, gigih dalam menemukan solusi masalah, aktif dalam melakukan berpikir secara imajinatif dalam menemukan ide-ide baru (Fatma, 2021).

Seseorang yang memiliki kemampuan berpikir kreatif tinggi, memiliki ciri-ciri tertentu. Menurut Munandar (2009), menyebutkan bahwa ciri-ciri keterampilan berpikir kreatif yang diharapkan, yaitu:

1. Rasa ingin tahu yang luas dan mendalam

2. Sering mengajukan pertanyaan yang baik
3. Memberikan banyak gagasan atau usulan terhadap suatu masalah
4. Bebas dalam menyatakan pendapat
5. Mempunyai rasa keindahan yang dalam
6. Menonjol dalam salah satu bidang seni
7. Mampu melihat suatu masalah dari berbagai segi/sudut pandang
8. Mempunyai rasa humor yang luas
9. Mempunyai daya imajinasi
10. Orisinal dalam ungkapan gagasan dan dalam pemecahan masalah

Pengukuran kemampuan berpikir kreatif diawali oleh Dr. E. Paul Torrance karena mengembangkan *Torrance Tests of Creative Thinking* (TTCT). TTCT terdiri atas tiga kegiatan yaitu mengkonstruksi gambaran masalah, membuat penyelesaian masalah, serta mengungkapkan ulang gagasan-gagasan orang lain dan menyempurnakannya.

Tabel 3. Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif

Indikator berpikir kreatif	Sub-Indikator
<i>Fluency</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menghasilkan banyak gagasan dalam pemecahan masalah.</li> <li>2. Memberikan banyak jawaban dalam menjawab suatu pertanyaan.</li> <li>3. Memberikan banyak cara atau saran untuk melakukan berbagai hal.</li> <li>4. Bekerja lebih cepat dan melakukan lebih banyak daripada anak-anak lain.</li> </ol>
<i>Flexibility</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menghasilkan gagasan penyelesaian masalah atau jawaban suatu pertanyaan bervariasi.</li> <li>2. Dapat melihat suatu masalah dari sudut pandang yang berbeda-beda.</li> <li>3. Menyajikan suatu konsep dengan cara yang berbeda-beda.</li> </ol>
<i>Originality</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Memberikan gagasan yang baru dalam menyelesaikan masalah atau jawaban yang lain dari yang sudah biasa dalam menjawab suatu pertanyaan.</li> <li>2. Membuat kombinasi-kombinasi yang</li> </ol>

Lanjutan Tabel 3. Indikator Keterampilan Berpikir Kreatif

Indikator berpikir kreatif	Sub-Indikator
	tidak lazim dari bagian-bagian atau unsur-unsur.
<i>Elaboration</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengembangkan atau memperkaya gagasan orang lain.</li> <li>2. Menambahkan atau memperici suatu gagasan sehingga meningkatkan kualitas gagasan tersebut.</li> </ol>

## 2.8 Energi Alternatif/ Terbarukan

Teknologi ramah lingkungan (*Sustainable technology/green technology*) merupakan bentuk penerapan teknologi yang memperhatikan prinsip-prinsip pelestarian lingkungan. Teknologi tersebut bertujuan untuk memberi kemudahan dan pemenuhan kebutuhan manusia. Suatu teknologi dikatakan teknologi ramah lingkungan jika memenuhi syarat-syarat tertentu. Teknologi ramah lingkungan bertujuan untuk menghasilkan berbagai produk dan jasa untuk kepentingan manusia dengan memanfaatkan sumber daya alam yang dapat diperbarui dan tidak menghasilkan limbah yang membahayakan lingkungan. Selain itu, teknologi ramah lingkungan juga dapat menggunakan bahan yang dapat didaur ulang. Sumber energi alternatif juga dipilih karena dapat diperbarui dan tidak mencemari lingkungan. Lingkungan sekitar kita tidak lepas dari pemanfaatan teknologi, mulai di bidang pertanian, industri besar, dan industri skala rumah tangga. Pemanfaatan teknologi yang tidak tepat dapat menyebabkan kerusakan pada lingkungan. Oleh karena itu, sebagai warga negara yang baik, kamu harus memperhatikan lingkungan di sekitarmu. Selain untuk menjaga kelestarian alam, menjaga lingkungan bermanfaat untuk menjaga kesehatan diri sendiri dan keluarga (Kemendikbud, 2015).

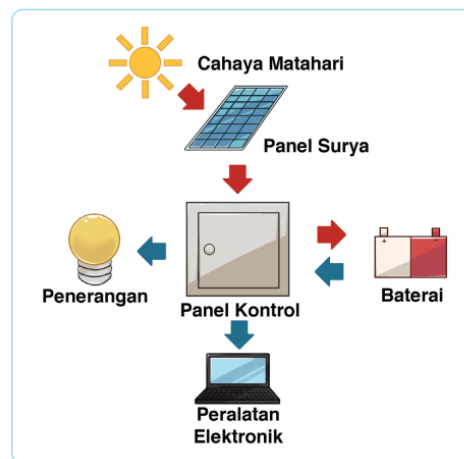
Salah satu cara untuk mengatasi krisis energi di masa mendatang adalah menggunakan energi alternatif. Energi alternatif mengacu kepada semua sumber energi yang dapat menggantikan peran energi konvensional seperti bahan bakar fosil. Energi alternatif lebih ramah lingkungan karena jauh lebih sedikit menghasilkan emisi gas rumah kaca. Terdapat berbagai jenis energi alternatif di

antaranya matahari, angin, air, panas bumi, biogas, bioetanol, dan nuklir. Matahari dapat menjadi sumber energi dengan menggunakan panel surya. Panel surya berfungsi mengubah energi cahaya menjadi energi listrik atau panas. Banyak rumah yang sudah menggunakan energi matahari sebagai sumber listriknya seperti pada gambar 2 Kekurangan dari matahari sebagai sumber energi adalah hanya dapat dipanen pada siang hari dan cuaca cerah (Kemendikbud, 2022).



Gambar 2. Panel surya di atap rumah  
Sumber : IEC, 2023

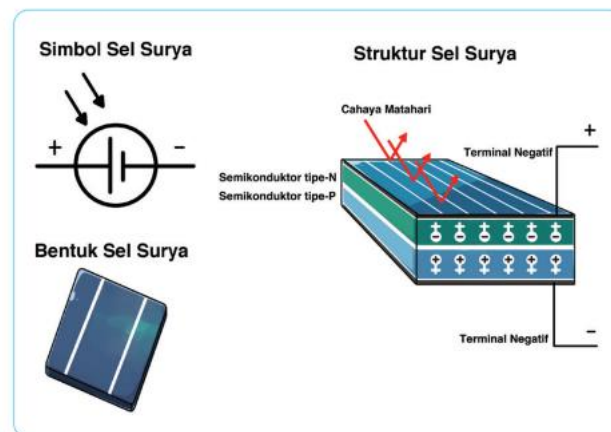
Pengertian Sel Surya (*Solar Cell*) dan Prinsip Kerjanya Sel Surya atau *Solar Cell* adalah suatu perangkat atau komponen yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek *Photovoltaic*. Efek *Photovoltaic* ini ditemukan oleh Henry Becquerel. pada tahun 1839. Efek *Photovoltaic* adalah suatu fenomena munculnya tegangan listrik karena adanya hubungan atau kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya. Oleh karena itu, Sel Surya atau Solar Cell sering disebut juga dengan Sel *Photovoltaic (PV)* (Kemendikbud, 2022).



Gambar 3. Sel surya  
Sumber: Kemendikbud, 2022

Arus listrik timbul karena adanya energi foton cahaya matahari yang diterimanya berhasil membebaskan elektron-elektron dalam sambungan semikonduktor tipe N dan tipe P untuk mengalir. Sel Surya atau Solar Cell ini juga memiliki kaki Positif dan kaki Negatif yang terhubung ke rangkaian atau perangkat yang memerlukan sumber listrik sama seperti Dioda Foto (*Photodiode*). Pada dasarnya, Sel Surya merupakan Dioda Foto (*Photodiode*) yang memiliki permukaan yang sangat besar. Permukaan luas Sel Surya tersebut menjadikan perangkat Sel Surya ini lebih sensitif terhadap cahaya yang masuk dan menghasilkan Tegangan dan Arus yang lebih kuat dari Dioda Foto pada umumnya.

Contohnya adalah sebuah Sel Surya yang terbuat dari bahan semikonduktor silikon mampu menghasilkan tegangan setinggi 0,5V dan arus setinggi 0,1A saat terkena (*expose*) cahaya matahari. Saat ini telah banyak perangkat Sel Surya yang diaplikasikan ke berbagai macam penggunaan, mulai dari sumber listrik untuk kalkulator, mainan, pengisi baterai, hingga ke pembangkit listrik dan bahkan sebagai sumber listrik untuk menggerakkan satelit yang mengorbit bumi. Struktur Dasar dan Simbol Sel Surya (*Solar Cell*) Berikut ini adalah Struktur Dasar, bentuk dan Simbol Sel Surya (*Solar Cell*) (Kemendikbud, 2022).



Gambar 4. Struktur dasar dan symbol sel surya  
Sumber: Kemendikbud, 2022.

Sel Surya (*Solar Cell*) Kita dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan *photovoltaic* (PV) cell, atau sering disebut *solar cell* atau sell surya. Pada umumnya sel surya ini memiliki ukuran yang tipis (hampir sama dengan selembar kertas) dan terbuat dari silikon (Si) yang dimurnikan atau polikristalin silikon dengan beberapa logam yang mampu menghasilkan listrik.



Gambar 5. Panel Surya  
Sumber: Kemendikbud, 2022.

Ketika cahaya matahari melalui panel surya, cahaya menghasilkan emisi elektron pada komponen panel. Kemudian dihubungkan dengan sistem tertentu sehingga dihasilkan listrik yang selanjutnya dialirkan dan disimpan pada baterai sehingga

dapat digunakan pada saat mendung atau malam hari. Energi yang lebih juga dapat digunakan untuk menggerakkan pompa yang memompa udara ke dalam lubang besar dalam tanah. Udara ini memiliki tekanan yang tinggi sehingga ketika dilepaskan dapat memutar turbin dan menghasilkan listrik. Kita dapat memasang panel surya pada atap rumah atau menyusunnya dalam lembaran-lembaran, dinding bangunan, atau pada permukaan benda lain. Teknologi terbaru pada panel surya ini adalah adanya motor elektrik yang dapat menjaga panel surya tetap menghadap cahaya matahari pada siang hari. Dengan demikian, mekanisme panel surya ini akan mengumpulkan energi 30-40% lebih banyak dari panel surya biasa (Kemendikbud, 2022).

Panel surya memiliki beberapa keunggulan, di antaranya tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca, mampu menghasilkan energi cukup besar, dan mudah dipasang atau dipindahkan atau dikembangkan. Meskipun memiliki banyak keunggulan, panel surya juga memiliki beberapa kekurangan, di antaranya adalah membutuhkan sistem penyimpanan listrik dan komponen pada panel surya ini termasuk jenis sampah yang berbahaya sehingga harus didaur ulang dengan benar setelah pemakaian selama 20-25 tahun. Saat ini masalah yang muncul dalam penerapan teknologi ini yaitu tingginya harga produksi dari panel surya. Meskipun begitu, akhir-akhir ini panel surya merupakan teknologi yang berkembang cepat untuk menghasilkan listrik.

*Mobil Surya (Solar Car)* Mobil surya merupakan mobil yang energi utamanya berasal dari sinar matahari. Salah satu contoh mobil surya adalah bus surya. Bus ini menggunakan sinar matahari untuk memberikan energi pada alat-alat listrik dalam bus dan energi yang digunakan sebagai penggerak pada mesin bus. Bus surya yang saat ini ada merupakan kendaraan yang menggunakan baterai sebagai tempat penyimpanan listrik yang diperoleh dari cahaya matahari atau sumber yang lain. Pengembangan bus surya ini sejalan dengan berkembangnya teknologi panel surya atau *Photovoltaic*. Pada bus surya ini terdapat panel surya yang terpasang pada atap bus yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik yang dapat digunakan oleh mesin bus. Pengenalan bus ini sebagai alat transportasi

umum bertujuan untuk mengembangkan alat transportasi yang ramah lingkungan (Kemendikbud, 2022).



Gambar 6. Bus Surya  
Sumber: Kemendikbud, 2022.

## 2.9 Kerangka Pikir

Pada saat ini guru guru IPA sedang menghadapi beberapa permasalahan pengajaran di dalam kelas yang dapat memengaruhi efektivitas pembelajaran. Salah satu permasalahan seperti kurangnya interaktifitas dalam pengajaran, di mana guru cenderung menggunakan metode pengajaran monoton yang kurang melibatkan peserta didik secara aktif. Selain itu guru mengalami kesulitan dalam menangani gaya belajar peserta didik yang berbeda di dalam kelas oleh karena itu guru perlu menyediakan tugas dan aktivitas yang sesuai dengan gaya belajar peserta didik.

Disisi lain pada pembelajaran abad-21 perlunya melatih beberapa keterampilan antara lain adalah keterampilan berpikir kreatif. Dalam melatih keterampilan berpikir kreatif erat kaitannya dengan literasi sains. Pada kenyataannya saat ini, literasi sains di Indonesia masih tergolong rendah, yaitu menempati posisi 70 dari 78 negara (OECD, 2019). Literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif dapat ditingkatkan dengan menggunakan pembelajaran yang berorientasi untuk meningkatkan keterampilan tersebut. Salah satunya dengan menerapkan pembelajaran berdiferensiasi yang melibatkan



masalah nyata dalam pembelajaran. Adapun permasalahan nyata yang dihadapi di SMPN 1 Tanjung Bintang yaitu terdapat beberapa ruang kelas yang belum memiliki jaringan listrik.

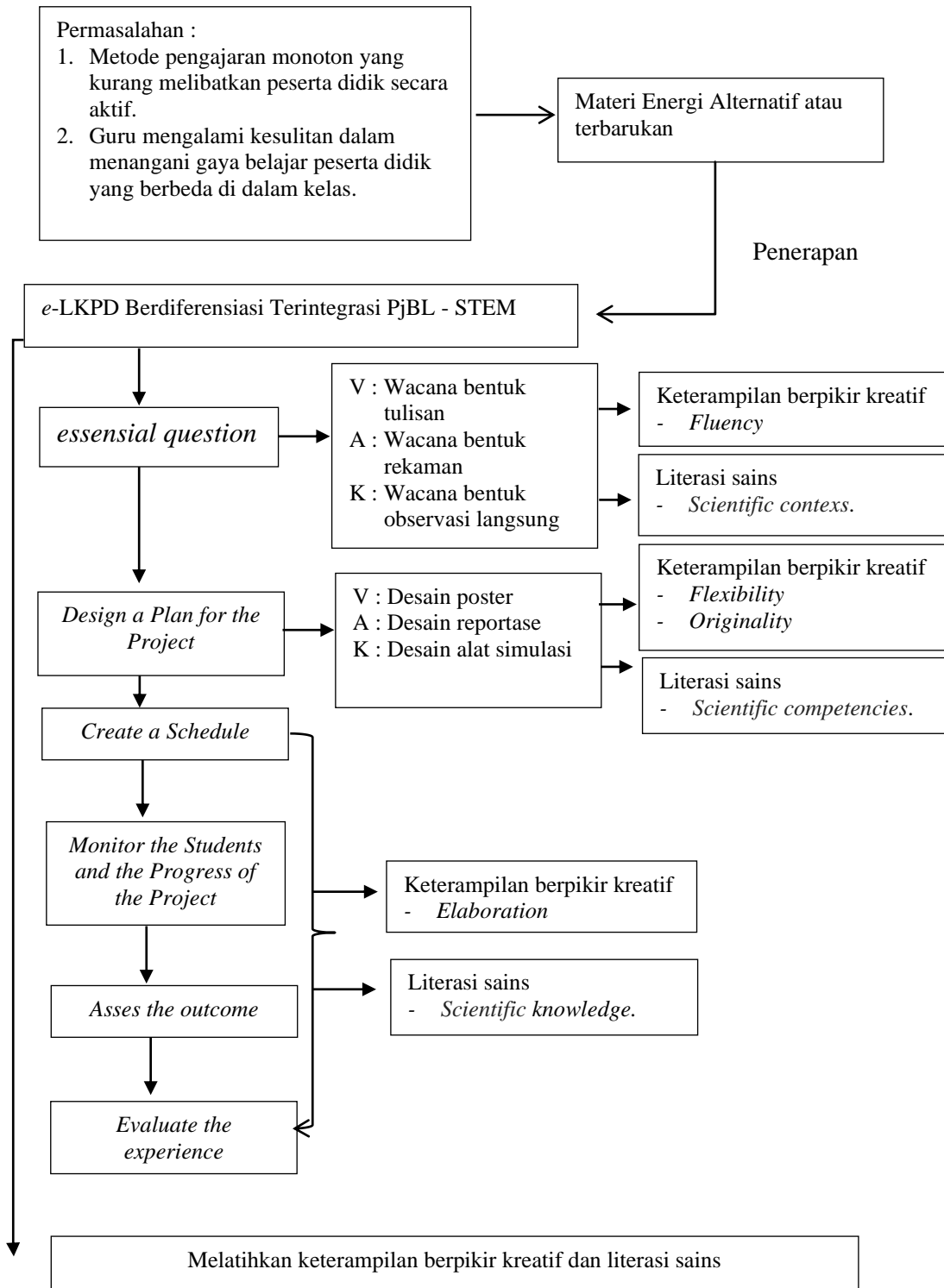
Pembelajaran berdiferensiasi terintegrasi PjBL-STEM dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan di SMPN 1 Tanjung Bintang dengan tujuan meningkatkan literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif. Dalam menerapkan PjBL-STEM peserta didik dapat menggunakan pengetahuan yang telah dimilikinya untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi dalam bentuk proyek. Proyek yang akan dihasilkan sesuai dengan gaya belajar peserta didik. Adapun pertama tahapan pembelajaran PjBL-STEM yaitu *essential question* (mengajukan pertanyaan), pada tahap ini peserta didik diberikan sebuah permasalahan kemudian peserta didik diminta untuk mengajukan pertanyaan-pertanyaan terkait permasalahan tersebut. Permasalahan ditampilkan dalam bentuk wacana yang mengakomodasi setiap gaya belajar peserta didik. Peserta didik yang memiliki gaya belajar visual akan diberikan wacana dalam bentuk tulisan dan gambar, sedangkan untuk peserta didik dengan gaya belajar auditori berupa rekaman dan adapun untuk peserta didik dengan gaya belajar kinestetik, peserta diminta untuk mengobservasi permasalahan akan kebutuhan listrik di sekolah SMPN 1 Tanjung Bintang. Pengakomodasian gaya belajar peserta didik dapat memunculkan aspek sains pada STEM. Pada tahap ini indikator keterampilan berpikir kreatif yang dapat dilatihkan adalah *fluency* (berpikir lancar), sedangkan indikator literasi sains yang dilatihkan *scientific contexts* (konten sains) dan *scientific competencies*.

Tahap kedua yaitu *design a plan for the project* (Rancang rencana proyek). Pada tahap ini peserta didik mencari informasi terkait konsep – konsep yang diperlukan untuk mengatasi terkait permasalahan yang akan diselesaikan, kemudian peserta didik diminta untuk menentukan produk yang akan dihasilkan dan mencari informasi apakah produk tersebut telah dibuat sebelumnya. Pada tahap ini peserta didik diminta untuk merancang produk yang akan dikembangkan untuk mengatasi permasalahan berdasarkan gaya belajar mereka. Peserta didik yang memiliki gaya

belajar visual dapat merancang produk yang mengedepankan aspek visual contohnya desain poster dalam mempresentasikan produknya. Peserta didik yang memiliki gaya belajar auditori dapat merancang produk seperti melakukan reportase berupa rekaman suara terkait upaya pemecahan masalah dalam bentuk podcast. Peserta didik yang memiliki gaya belajar kinestetik dapat merancang produk seperti alat peraga simulasi untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi. Setelah itu peserta didik berkonsultasi dengan guru terkait informasi yang didapatkan. Aspek *tecnology* (teknologi), *enginerring* (teknik merekayasa), dan *mathematic*(matematik) pada STEM dapat muncul pada tahap ini. Pada tahap ini indikator keterampilan berpikir kreatif yang dapat dilatihkan adalah *flexibility* (berpikir fleksibel) dan *originality* (otentik), sedangkan indikator literasi sains yang dilatihkan *scientific knowledge* (konsep sains).

Tahap ketiga yaitu *Create a Schedule* (Menyusun jadwal). Pada tahap ini peserta didik diminta untuk menentukan waktu mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk menyelesaikan proyek, peserta didik berkonsultasi kembali dengan guru terkait jadwal yang telah ditentukan. Tahap keempat yaitu *Monitor the Students and the Progress of the Project* (memantau peserta didik dan kemajuan proyek), pada tahap ini peserta didik menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek dan membuat produk untuk dalam upaya mengatasi kebutuhan jaringan listrik. Kemudian mengkonsultasikan kemajuan proyek kepada guru. Setelah melaksanakan proyek tahap selanjutnya adalah *asses the outcome* yaitu pembuatan laporan terkait data hasil percobaan yang telah dilakukan sesuai dengan gaya belajar peserta didik. Tahap selanjutnya setelah proyek selesai, peserta didik diminta mengkomunikasikan hasil proyek tersebut dalam bentuk video, laporan, dan persentasi produk, serta melakukan refleksi terhadap pelaksanaan proyek yang telah dilakukan. Pada tahap ini indikator keterampilan berpikir kreatif yang dapat dilatihkan adalah *elaboration* (elaborasi) sedangkan indikator literasi sains yang dapat dilatihkan adalah *scientific knowledge* (pemahaman peserta didik terhadap konsep ilmiah).

Secara skematis kerangka pikiran dalam penelitian ini, disajikan pada Gambar 7 .

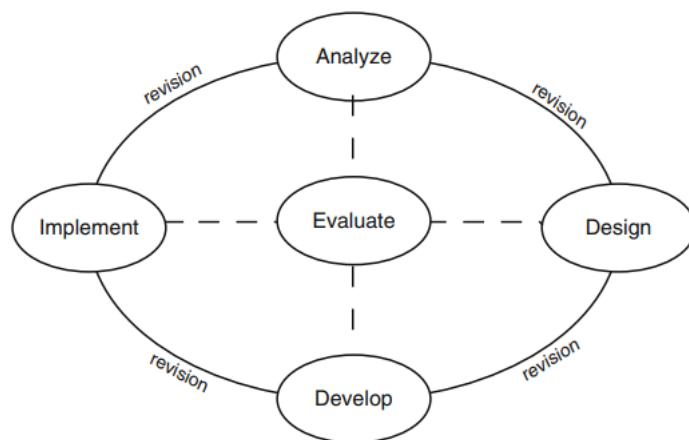


Gambar 7. Skema Kerangka Pikir

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Desain Penelitian

Model pengembangan penelitian ini adalah *Research and Development* (R &D). Adapun desain penelitian yang digunakan adalah model pengembangan ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implementation, Evaluation*) (Branch, 2009). Penelitian yang dilakukan menghasilkan produk yaitu bahan ajar berupa *e-LKPD* berdiferensiasi terintegrasi PjBL-STEM untuk meningkatkan literasi sains dan berpikir kreatif. Adapun model pengembangan ADDIE seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Model Pengembangan ADDIE  
Sumber : Branch (2009)

## 3.2 Prosedur Penelitian

Berikut ini merupakan uraian prosedur pengembangan *e*-LKPD berdiferensiasi terintegrasi PjBL-STEM untuk meningkatkan literasi sains dan berpikir kreatif.

### 3.2.1 Tahap Analisis (*Analysis*)

Pada tahap analisis peneliti mengidentifikasi kesenjangan antara harapan dan kenyataan yang terjadi di lapangan yaitu rendahnya literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif. Oleh sebab itu peneliti menentukan tujuan produk yaitu meningkatkan literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif, dengan mengembangkan produk *e*-LKPD berdiferensiasi terintegrasi PjBL-STEM yaitu untuk meningkatkan literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif. Kemudian peneliti melakukan analisis studi kepustakaan terkait dengan produk yang akan dikembangkan serta fasilitas dan infrastruktur di sekolah. Setelah itu peneliti melakukan analisis kebutuhan terkait produk yang akan dikembangkan berupa angket kebutuhan pendidik dan peserta didik serta wawancara terhadap guru IPA. Kemudian dari hasil angket dideskripsikan dalam bentuk persentase, kemudian diinterpretasikan secara kualitatif.

### 3.2.2 Tahap Desain (*Design*)

Pada tahap desain inventarisasi tugas, menyusun tujuan kinerja, menghasilkan strategi pengujian. Adapun pada tahap inventarisasi terkait produk pengembangan yaitu pengumpulan sumber belajar yang digunakan sebagai pengembangan produk, mencari *software* yang akan digunakan untuk membuat *e*-LKPD berdiferensiasi terintegrasi PjBL-STEM, penyusunan instrumen penilaian literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif dan menyusun *story board* *e*-LKPD berdiferensiasi terintegrasi PjBL-STEM. Adapun *story board* tercantum pada Lampiran 1.

### 3.2.3 Pengembangan (*Development*)

Tujuan dari tahap pengembangan adalah untuk menghasilkan dan memvalidasi *e*-LKPD berdiferensiasi terintegrasi PjBL-STEM. Produk

yang akan dibuat menggunakan aplikasi canva, diubah dalam bentuk elektronik menggunakan *software liveworksheets*. Setelah pembuatan produk dikonsultasikan dengan pembimbing kemudian dan dilakukan revisi. Produk hasil revisi kemudian divalidasi oleh 2 dosen ahli Magister Pendidikan IPA FKIP UNILA, dan 2 orang praktisi bersertifikat pendidik, adapun aspek yang di validasi berupa aspek kesesuaian isi, konstruksi dan keterbacaan. Setelah divalidasi oleh ahli draf *e-LKPD* berdiferensiasi terintegrasi PjBL-STEM direvisi sesuai saran masukan ahli. Setelah produk direvisi kemudian diuji coba secara terbatas kepada 15 orang peserta didik.

### 3.2.4 Tahap Implementasi (*Implementation*)

Tahap implementasi bertujuan untuk menguji coba produk *e-LKPD* berdiferensiasi terintegrasi PjBL-STEM. Pengelompokan peserta didik berdasarkan gaya belajarnya dilakukan dengan cara memberikan angket diagnostik diawal pembelajaran. Kemudian setelah dilakukan pengelompokan gaya belajar, produk *e-LKPD* di uji coba pada 4 kelas IX di SMPN 1 Tanjung Bintang. Adapun pemilihan teknik sampel menggunakan *purposive sampling* dengan pertimbangan jumlah peserta didik dengan gaya belajar visual, audio dan kinestetik. Desain penelitian yang digunakan *pretest-postest non equivalent control group design* (Creswell, 2017).

Tabel 4. Desain *pretest-postest Non equivalent control group design*

Kelompok	Pretest	Perlakuan	Postest
Kontrol	O <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	O <sub>1</sub>
	O <sub>2</sub>		O <sub>2</sub>
Eksperimen	O <sub>3</sub>	X <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>
	O <sub>4</sub>		O <sub>4</sub>

Sumber: Creswell (2017).

Keterangan:

O<sub>1</sub> dan O<sub>2</sub> : Kelas Kontrol

O<sub>3</sub> dan O<sub>4</sub> : Kelas Eksperimen

- X<sub>1</sub> : Perlakuan Konvensional  
X<sub>2</sub> : Perlakuan *e*-LKPD berdiferensiasi terintegrasi PjBL-STEM

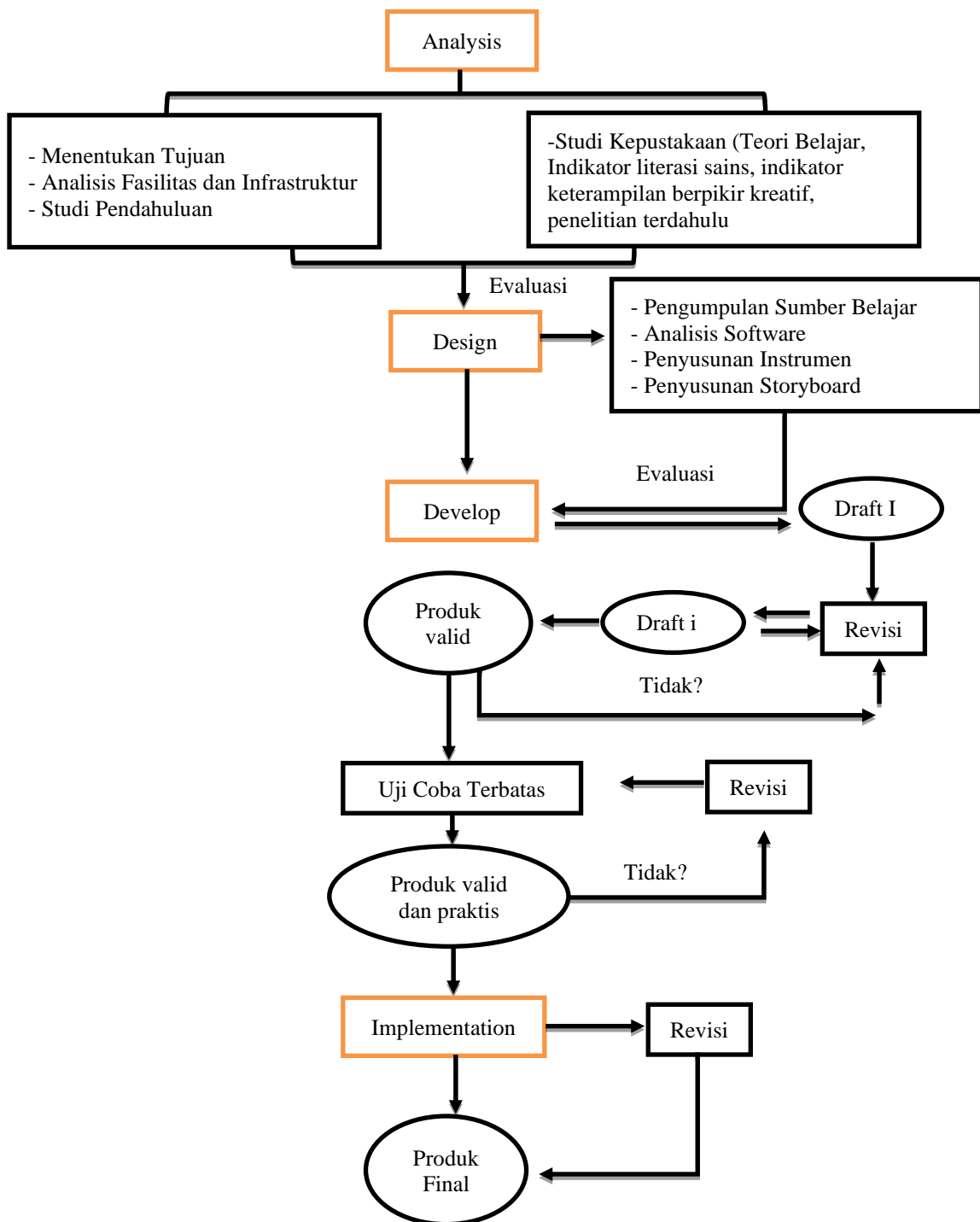
### 3.2.5 *Evaluate*

Tujuan dari evaluasi adalah untuk menilai kualitas Produk pembelajaran *e*-LKPD berdiferensiasi terintegrasi PjBL-STEM dan serangkaian proses pembuatan produk tersebut dimulai dari tahap analisis (*analyze*), desain (*design*), mengembangkan produk (*develop*) dan implementasi (*implementation*). Adapun prosedur utama dalam tahap evaluasi adalah menentukan kriteria evaluasi ADDIE dan membuat instrumentasi yang diperlukan untuk melakukan evaluasi dan melaksanakannya.

Adapun evaluasi pada tahap analisis adalah tingkat kemampuan literasi sains dan keterampilan kreatif peserta didik serta fasilitas dan infrastruktur disekolah. Evaluasi pada tahap desain meliputi kesesuaian antara sumber belajar dengan kurikulum saat ini, kelebihan dan kekurangan dari *software* yang digunakan, validitas dan reliabilitas instrument penilaian dan desain telah dirancang. Evaluasi pada tahap pengembangan meliputi saran dan masukan dari validator terhadap *e*-LKPD berdiferensiasi terintegrasi PjBL-STEM. Evaluasi pada tahap implementasi meliputi terhadap hasil analisis terhadap keefektifan dari *e*-LKPD berdiferensiasi terintegrasi PjBL-STEM. Adapun hasil dari tahap evaluasi adalah *e*-LKPD berdiferensiasi terintegrasi PjBL-STEM yang dapat meningkatkan literasi sains dan keterampilan kreatif peserta didik.

Alur penelitian *e*-LKPD berdiferensiasi terintegrasi PjBL-STEM adalah sebagai berikut.





Gambar 9. Alur Penelitian

Keterangan:



: Tahapan ADDIE



: Alur Penelitian



: Hasil

### 3.3 Instrumen Penilaian

Instrumen Penilaian yang digunakan pada penelitian ini antara lain instrument analisis kebutuhan berupa angket analisis kebutuhan pendidik berjumlah 10 pertanyaan dan peserta didik berjumlah 11 pertanyaan. Instrument pengelompokan gaya belajar peserta didik (asesmen diagnostik) yang digunakan untuk mengelompokkan peserta didik sesuai gaya belajarnya berjumlah , instrument validasi ahli dan praktisi yang meliputi angket validasi ahli aspek konstruksi *e-LKPD* berdiferensiasi terintegrasi PjBL-STEM, aspek kesesuaian isi dan aspek kemenarikan. Instrumen uji efektivitas yang meliputi soal pretes dan postes yang berjumlah 7 soal, kisi – kisi soal pretes postes dan rubrik penilaian pretes-postes, serta lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran menggunakan *e-LKPD* berdiferensiasi terintegrasi PjBL-STEM.

### 3.4 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan angket analisis kebutuhan pendidik dan peserta didik dengan tujuan untuk mengetahui keadaan pendidik dan peserta didik di lapangan. Selain itu untuk mengelompokkan peserta didik sesuai gaya belajarnya, peneliti melakukan asesmen diagnostik berupa pemberian angket yang telah divalidasi oleh ahli (*Judgment*). Pemberian angket kepada peserta didik dilakukan sebelum pelaksanaan pembelajaran. Uji validasi terhadap produk *e-LKPD* berdiferensiasi terintegrasi PjBL-STEM yang dikembangkan dilakukan menggunakan angket validasi ahli yang diberikan kepada dua orang dosen magister pendidikan IPA dan dua orang praktisi guru bersertifikat. Pengujian efektivitas produk dilakukan dengan memberikan soal pretes postes yang valid dan reliabel pada kelas kontrol dan kelas eksperimen. Selain menggunakan soal pretes-postes, uji keefektifan produk didukung menggunakan lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran yang

dilaksanakan setiap pertemuan dan angket refleksi peserta didik dan guru setelah proses pembelajaran.

### 3.5 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### 3.5.6.1 Analisis Angket Kebutuhan dan Angket refleksi

Analisis terhadap angket kebutuhan dan angket refleksi dideskripsikan dalam bentuk persentase kemudian dilakukan analisis secara kualitatif. Adapun tahapan dalam analisis data angket kebutuhan dan angket refleksi dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Melakukan klasifikasi data dengan tujuan untuk mengelompokkan jawaban yang didasarkan pada pertanyaan angket tersebut.
2. Melakukan tabulasi data yang didasarkan pada klasifikasi yang telah dilakukan.
3. Melakukan perhitungan atas respon jawaban yang diberikan untuk memberikan informasi mengenai kecenderungan jawaban yang dipilih didalam tiap angket pertanyaan seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Penskoran pada Angket Kebutuhan dan Angket refleksi

No.	Pilihan Jawaban	Skor
1.	Tidak/Tidak Perlu	1
2.	Ya/Perlu	2

4. Melakukan perhitungan persentase dari jawaban yang telah diperoleh, dimana besaran persentase dari jawaban tersebut merupakan data yang dapat dilakukan analisis sebagai suatu temuan dalam penelitian. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung persentase dari jawaban responden disetiap item adalah sebagai berikut: (Sudjana, 2005)

$$%J_i = \frac{\sum J_i}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

%J<sub>i</sub> = Persentase pilihan jawaban ke-i

∑J<sub>i</sub> = Jumlah skor responden pada jawaban ke-i

N = Skor maksimal

5. Menafsirkan perhitungan Angket sesuai Arikunto (2010) pada Tabel 6.

Tabel 6. Tafsiran Persentase Angket

Persentase Kriteria	Persentase Kriteria
80,1% - 100%	Sangat tinggi
60,1% - 80%	Tinggi
40,1% - 60%	Sedang
20,1% - 40%	Rendah
0,00% - 20%	Sangat rendah

### 3.5.6.2 Analisis Data Uji Validasi Ahli dan Kepraktisan

Analisis data ini didasarkan pada instrumen uji ahli yang dilakukan untuk menilai kesesuaian produk pengembangan yang dihasilkan sebagai bahan ajar dalam pembelajaran. Uji ahli atau instrumen uji validitas yang di dalamnya memuat data kesesuaian isi, konstruksi, dan keterbacaan produk *e-LKPD Berdiferensiasi Terintegrasi PjBL-STEM* yang dikembangkan. Adapun teknik analisis validasi produk adalah sebagai berikut.

1. Mengelompokkan jawaban berdasarkan pertanyaan angket.
2. Memberi skor pada jawaban responden. Penskoran jawaban responden dalam angket dilakukan berdasarkan skala Likert pada Tabel 7.
3. Menghitung persentase skor jawaban angket pada setiap pertanyaan dengan menggunakan rumus: (Sudjana, 2005)

$$\%J_i = \frac{\sum J_i}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

$\%J_i$  = Persentase pilihan jawaban ke-i

$\sum J_i$  = Jumlah skor responden pada jawaban ke-i

N = Skor maksimal

4. Menghitung rata-rata persentase skor jawaban setiap angket untuk mengetahui tingkat kesesuaian isi, konstruksi, dan keterbacaan produk *e-LKPD* yang dikembangkan dengan rumus sebagai berikut: (Sudjana, 2005)

$$\%Ji = \frac{\sum \%Ji}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

$\%Ji$  = Rata-rata persentase jumlah terhadap pernyataan pada angket

$\%\sum Ji$  = Jumlah persentase jawaban terhadap semua pernyataan pada angket

$N$  = Jumlah pernyataan pada angket

- Menafsirkan kriteria validasi analisis persentase produk hasil validasi ahli dengan menggunakan tafsiran Arikunto (2013) berdasarkan Tabel 8.

Tabel 7. Skala Likert

No.	Pilihan Jawaban	Skor
1.	Sangat Tidak Sesuai (STS)	1
2.	Tidak Sesuai (TS)	2
3.	Sesuai (S)	3
4.	Sangat Sesuai (SS)	4

Tabel 8. Tafsiran Persentase Kevalidan

Presentase	Tingkat Kevalidan	Keterangan
76 – 100	Valid	Layak/ tidak perlu direvisi
51 – 75	Cukup Valid	Cukup layak/ revisi sebagian
26 – 50	Kurang Valid	Kurang layak/ revisi Sebagian
< 26	Tidak Valid	Tidak layak/ revisi total

- Menafsirkan kriteria kepraktisan analisis persentase produk hasil validasi ahli dengan menggunakan tafsiran Arikunto (2013) berdasarkan Tabel 9.

Tabel 9. Tafsiran Persentase kepraktisan

Presentase	Tingkat Kepraktitas	Keterangan
76 – 100	Praktis	Layak/ tidak perlu direvisi
51 – 75	Cukup Praktis	Cukup layak/ revisi sebagian
26 – 50	Kurang Praktis	Kurang layak/ revisi Sebagian
< 26	Tidak Praktis	Tidak layak/ revisi total

### 3.5.6.3 Analisis Data Validitas dan Reliabilitas Instrumen Penilaian

#### a. Uji Validitas

Uji validitas dilakukan untuk mengetahui kelayakan soal. Uji validitas pada

penelitian ini dilakukan menggunakan dengan versi SPSS 27.0 hasil yang didapatkan diinterpretasikan berdasarkan tabel 11.

Tabel 10. Kriteria Validitas

Koefisien Validitas	Kriteria
$0,80 \leq r_{xy} \leq 1,00$	Sangat tinggi
$0,60 \leq r_{xy} \leq 0,80$	Tinggi
$0,40 \leq r_{xy} \leq 0,60$	Sedang
$0,20 \leq r_{xy} \leq 0,40$	Rendah
$0,00 \leq r_{xy} \leq 0,20$	Rendah sekali

Sumber: (Arikunto, 2010)

#### b. Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas dilakukan untuk mengetahui tingkat kepercayaan instrumen tes. Pengujian ini dilakukan menggunakan rumus *Alpha Cronbach* yang kemudian diinterpretasikan dengan menggunakan derajat reliabilitas alat evaluasi menurut Arikunto (2013), dalam hal ini analisis dilakukan dengan menggunakan program SPSS 27.00 *for windows*.

Tabel 11. Kriteria Koefisien Reliabilitas

Koefisien Validitas	Kriteria
$0,80 < r_{11} = 1,00$	Sangat tinggi
$0,60 \leq r_{11} \leq 0,80$	Tinggi
$0,40 \leq r_{11} \leq 0,60$	Sedang
$0,20 \leq r_{11} \leq 0,40$	Rendah
$0,00 \leq r_{11} \leq 0,20$	Rendah Sekali

#### 3.5.6.4 Analisis Keterlaksanaan Pembelajaran menggunakan *e*-LKPD

##### Berdiferensiasi Terintegrasi PjBL-STEM

Analisis keterlaksanaan pembelajaran menggunakan *e*-LKPD Berdiferensiasi Terintegrasi PjBL-STEM dilakukan dengan menghitung skor yang diberikan oleh observer untuk setiap aspek pengamatan. Kemudian menghitung ketercapaian keterlaksanaan dengan rumus: (Sudjana, 2005)

$$\%Ji \frac{\sum Ji}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

$\%J_i$  = Persentase pilihan jawaban ke-i  
 $\Sigma J_i$  = Jumlah skor responden pada jawaban ke-i  
 $N$  = Skor maksimal

Setelah mendapatkan hasil persentase jawaban ke-i kemudian menentukan kriteria Tingkat keterlaksanaan berdasarkan Arikunto (2010).

Tabel 11. Kriteria keterlaksanaan pembelajaran

Persentase Keterlaksanaan	Kriteria
80,1% - 100%	Sangat tinggi
60,1% - 80%	tinggi
40,1% - 60%	Sedang
20,1% - 40%	Rendah
0,00 % - 20%	Rendah Sekali

### 3.5.6.5 Uji Keefektifan Produk *e*-LKPD Berdiferensiasi Terintegrasi PjBL-STEM

Analisis keefektifan produk *e*-LKPD Berdiferensiasi Terintegrasi PjBL-STEM ditentukan berdasarkan hasil pretes-postes. Selanjutnya nilai pretes-postes digunakan untuk menghitung nilai *n*-Gain baik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol untuk mengetahui besarnya peningkatan literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif. Adapun rumus menghitung *n*-Gain peserta didik adalah sebagai berikut.

$$n - Gain = \frac{\text{Nilai postes} - \text{Nilai pretes}}{100\% - \text{Nilai pretes}}$$

Perhitungan berikutnya adalah menghitung rata-rata nilai *n*-Gain dari nilai *n*-Gain peserta didik dengan rumus berikut :

$$\overline{n - Gain} = \frac{\Sigma n - Gain \text{ peserta didik}}{\Sigma \text{Peserta didik}}$$

Hasil perhitungan *n*-Gain yang telah didapatkan kemudian diinterpretasikan dengan menggunakan klasifikasi kategori pada Tabel 12 berikut: (Hake, 1998)

Tabel 12. Kriteria N-Gain

Besarnya N-Gain	Kategori
$n\text{-Gain} \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq n\text{-Gain} < 0,7$	Sedang
$n\text{-Gain} < 0,3$	Rendah

### 3.5.6.6 Teknik Uji Beda Rata-Rata

Pengujian hipotesis menggunakan uji-t, uji anova, dan uji ancova.

Langkah-langkah pengujian hipotesis adalah: uji normalitas, dan uji perbedaan dua rata-rata (Sudjana, 2005).

#### a. Uji Beda Rata-Rata Kelas Kontrol dan Eksperimen

##### 1. Uji Normalitas

Uji normalitas data dilakukan untuk mengetahui apakah kedua kelompok sampel berasal dari populasi berdistribusi normal atau tidak. Rumusan hipotesis untuk uji normalitas adalah sebagai berikut.

$H_0$  : sampel berasal dari populasi berdistribusi normal

$H_1$  : sampel berasal dari populasi berdistribusi tidak normal

Pada penelitian ini uji normalitas menggunakan SPSS 27.0 dengan kriteria uji apabila nilai signifikansi  $\geq 0,05$  maka data tersebut berdistribusi normal (terima  $H_0$ ).

##### 2. Uji Homogenitas

Uji Homogenitas dilakukan untuk mengetahui bahwa sampel penelitian yang digunakan dalam penelitian memiliki sampel yang homogen atau tidak. Uji homogenitas dilakukan dengan SPSS versi 27.0 adapun hipotesis pada uji ini adalah sebagai berikut.

$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = 0$  (Semua populasi mempunyai variansi yang sama)



$H_1$  : Minimal ada 1  $\sigma_i^2 = 0$ ,  $i = 1,2,3$  (Tidak semua populasi mempunyai variansi yang sama)

1 = Visual, 2 = Auditori, dan 3 = Kinestetik

Kriteria uji pada uji homogenitas apabila nilai signifikansi  $\geq 0,05$  maka data tersebut memiliki berdistribusi yang homogen (terima  $H_0$ ).

### 3. Uji *Independent Sample T-Test*

Pada penelitian uji *independent sample t-test* menggunakan program SPSS 27.0. Uji ini dilakukan untuk mengetahui seberapa efektif perlakuan terhadap sampel dengan melihat nilai n-Gain literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif peserta didik dikelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol. Adapun rumusan hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

$H_0$ : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata nilai n-Gain literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif peserta didik kelas eksperimen dan kelas kontrol.

$H_1$ : Terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata nilai n-Gain literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif peserta didik kelas eksperimen dan kelas kontrol

### b. Uji Beda Rata-Rata N-Gain Antar Gaya Belajar

#### 1. Uji Normalitas

Uji normalitas data dilakukan untuk mengetahui apakah kedua kelompok sampel berasal dari populasi berdistribusi normal atau tidak. Rumusan hipotesis untuk uji normalitas adalah sebagai berikut.

$H_0$  : sampel berasal dari populasi berdistribusi normal

$H_1$  : sampel berasal dari populasi berdistribusi tidak normal

Pada penelitian ini uji normalitas menggunakan SPSS 27.0 dengan kriteria

uji apabila nilai signifikansi  $\geq 0,05$  maka data tersebut berdistribusi normal (terima  $H_0$ ).

## 2. Uji *One Way Anova*

Uji *one way anova* dilakukan untuk mengetahui perbedaan nilai rata-rata literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif pada gaya belajar visual, auditori dan kinestetik. Uji *one way anova* dilakukan dengan SPSS versi 27.0 adapun hipotesis pada uji ini adalah sebagai berikut :

$H_0$  : Tidak ada perbedaan yang signifikan rata-rata N-Gain literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif peserta didik dengan gaya belajar visual, auditori dan kinestetik.

$H_1$  : Ada perbedaan rata-rata nilai literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif peserta didik dengan gaya belajar visual, auditori dan kinestetik.

Kriteria uji pada *one way anova* adalah tolak  $H_0$  jika sig.  $< 0,05$ .

## c. Uji ANCOVA

Uji ANCOVA dilakukan untuk mengetahui perbedaan nilai rata-rata literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif dengan nilai pretes sebagai kovariat dan memperhatikan e-LKPD berdiferensiasi yang digunakan. Uji ANCOVA dilakukan dengan SPSS versi 27.0 adapun hipotesis pada uji ini adalah sebagai berikut :

$H_0$  : Tidak ada perbedaan yang signifikan rata-rata nilai literasi sains dan keterampilan kreatif peserta didik secara signifikan berdasarkan nilai pretes dan e-LKPD berdiferensiasi yang digunakan.

$H_1$  : Terdapat perbedaan yang signifikan rata-rata nilai literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif peserta didik berdasarkan nilai pretes dan e-LKPD berdiferensiasi yang digunakan.

Kriteria uji pada ANCOVA adalah tolak  $H_0$  jika sig.  $< 0,05$ .

Pada penelitian uji beda rata-rata N-Gain antar gaya belajar menggunakan program SPSS 27.0. Uji ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan peningkatan literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif peserta didik pada masing- masing gaya belajar. Adapun uji yang dilakukan sebagai berikut.

**e. Uji *Effect Size***

Uji *effect size* dilakukan untuk mengetahui ukuran pengaruh *e*-LKPD Berdiferensiasi Terintegrasi PjBL-STEM dalam meningkatkan literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif dengan memperhatikan nilai *partial eta squared* pada uji ANCOVA.

Nilai *effect size* yang didapatkan kemudian diinterpretasikan menurut Cohen (1988).

Tabel 13. Kriteria *effect size*

Nilai <i>effect size</i>	Kriteria
$\eta^2 < 0,2$	Efek kecil
$0,2 \leq \eta^2 < 0,5$	Efek sedang
$\eta^2 \geq 0,8$	Efek besar

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. *e*-LKPD berdiferensiasi terintegrasi PjBL-STEM yang dapat meningkatkan literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif di SMPN 1 Tanjung Bintang yang telah memuat konten sesuai dengan gaya belajar peserta didik yaitu visual, auditori, dan kinestetik, untuk peserta didik dengan gaya belajar visual ditampilkan wacana dalam bentuk tulisan dan gambar, untuk gaya belajar auditori ditampilkan wacana dalam bentuk rekaman audio pembelajaran, dan untuk gaya belajar kinestetik mengamati fenomena dalam bentuk observasi langsung ke lapangan. Produk yang menjadi tagihan belajar dengan disesuaikan dengan gaya belajar masing-masing peserta didik. Berdasarkan hal tersebut *e*-LKPD berdiferensiasi terintegrasi PjBL-STEM memiliki rata-rata per *e*-LKPD sentase validasi ahli aspek kesesuaian isi sebesar 96,42%, aspek kesesuaian konstruksi sebesar 96,25% dan aspek keterbacaan sebesar 90% dengan kriteria sangat tinggi sehingga dinyatakan valid dalam meningkatkan literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif.
2. *e*-LKPD berdiferensiasi terintegrasi PjBL-STEM memiliki ciri-ciri mengakomodasi gaya belajar peserta didik, tampilan yang menarik, mudah diakses, dan memiliki sintak PjBL-STEM yang mudah dipahami, sehingga dalam pembelajarannya mendorong peserta didik untuk aktif berdiskusi. Hal ini didukung dengan hasil respon peserta didik aspek keterbacaan sebesar 86,25% dan kemenarikan sebesar 90% serta dan persentase respon guru dengan kriteria sangat tinggi pada aspek kesesuaian isi sebesar 95%, aspek

keterbacaan sebesar 93,75%, dan aspek kemenarikan sebesar 98,75%, serta didukung dengan persentase hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran sebesar 77,4% dengan kriteria tinggi dan dan hasil angket refleksi pada kategori tinggi dan sangat tinggi. Sehingga e-LKPD yang dikembangkan dinyatakan praktis dapat meningkatkan literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif.

3. e-LKPD berdiferensiasi terintegrasi PjBL-STEM efektif untuk meningkatkan literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif. Hal ini berdasarkan terdapat perbedaan yang signifikan antara rata – rata nilai N-Gain literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hal ini didukung dengan kriteria *effect size* kecil terhadap penggunaan e-LKPD berdiferensiasi dengan gaya belajar visual, auditori, dan kinestetik terhadap literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif artinya penggunaan e-LKPD yang berbeda tetap meningkatkan literasi sains dan keterampilan berpikir kreatif karena e-LKPD berdiferensiasi yang dikembangkan sudah mengakomodasi gaya belajar peserta didik.

## 5.2 Saran

Saran dalam penelitian adalah sebagai berikut :

1. Bagi peserta didik diharapkan sudah terbiasa menggunakan aplikasi/ software dalam pembelajaran, sehingga akan memudahkan peserta didik dalam pelaksanaan proyek.
2. Bagi guru diharapkan dapat menerapkan pembelajaran menggunakan e-LKPD berdiferensiasi terintegrasi PjBL-STEM.
3. Bagi peneliti lain diharapkan dapat mengembangkan e-LKPD berdiferensiasi terintegrasi PjBL-STEM pada pokok materi lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adi, D. W. 2020. "Pacul" Alat Tradisional untuk Pembelajaran IPA Terpadu Berbasis STEM. *Inkuiri: Jurnal Pendidikan IPA*, 9(2), 98-102.
- Afifah, N. A., Ilmiyati, N., & Toto, T. 2019. Model Project Based Learning (PjBL) Terintegrasi STEM Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Aktivitas Belajar Siswa. *Quagga: Jurnal Pendidikan dan Biologi*, 11(2), 93.
- Agung, I. D. G., Suardana, I. N., & Rapi, N. K. 2022. E-modul IPA dengan model STEM-PjBL berorientasi pendidikan karakter untuk meningkatkan hasil belajar siswa. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dan Pembelajaran*, 6(1), 120-133.
- Agustin, S., Fadiawati, N., & Diawati, C. 2018. Efektivitas pembelajaran berbasis masalah pencemaran limbah pemutih dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Kimia*, 7(2), 1-12.
- Agustyaningrum, N., & Pradanti, P. 2022. Teori Perkembangan Piaget dan Vygotsky: Bagaimana Implikasinya dalam Pembelajaran Matematika Sekolah Dasar. *Jurnal Absis: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Matematika*, 5(1), 568-582.
- Aldilla, E., Asrizal, A., & Usmeldi, U. 2023. Meta-Analysis of The STEM Application Effect on Students' Creative Thinking. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 6(2), 165-176.
- Alifiyah, C. N., Parno, P., & Kusairi, S. 2020. Efektivitas Penggunaan UKBM Terhadap Literasi Sains Materi Alat Optik Dalam Model PjB-STEM Dengan Asesmen Formatif Pada Siswa Kelas XI MIA SMA Negeri 9 Malang. *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual*, 5(4), 679-686.
- Andini, D. W. 2016. Differentiated instruction: solusi pembelajaran dalam keberagaman siswa di kelas inklusif. *Trihayu: Jurnal Pendidikan Ke-SD-An*, 2(3).
- Anggreni, L. D., Jampel, I. N., & Diputra, K. S. 2020. The effect of the project-based learning model assisted by portfolio assessment on science literacy. *Pulpit of Knowledge*, 25(1), 41-52.

- Aprima, D., & Sari, S. 2022. Analisis penerapan pembelajaran berdiferensiasi dalam implementasi kurikulum merdeka pada pelajaran matematika SD. *Cendikia: Media Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 13(1), 95-101.
- Arikunto, S. 2010. *Penilaian Program Pendidikan*. Bina Aksara.
- Avivi, A. A., Pramadhita, A. D., Rahayu, F. F., Saptariana, M., & Salamah, A. U. 2023. Implementasi Pembelajaran Berdiferensiasi dengan Model Project Based Learning Pada Peserta Didik Sekolah Menengah Atas Kelas X Pada Materi Bioteknologi. *Jurnal Pendidikan Sejarah dan Riset Sosial Humaniora*, 3(3), 251-258.
- Daryanto, Karim, S. (2017). *Pembelajaran abad 21*. Penerbit Gava Media. Yogyakarta.
- Avivi, A. A., Pramadhita, A. D., Rahayu, F. F., Saptariana, M., & Salamah, A. U. 2023. Implementasi Pembelajaran Berdiferensiasi dengan Model Project Based Learning Pada Peserta Didik Sekolah Menengah Atas Kelas X Pada Materi Bioteknologi. *Jurnal Pendidikan Sejarah dan Riset Sosial Humaniora*, 3(3), 251-258.
- Daryanto, Karim, S. (2017). *Pembelajaran abad 21*. Penerbit Gava Media. Yogyakarta.
- Azzahra, U., Arsih, F., & Alberida, H. 2023. The Effect of Project-Based Learning (PjBL) Learning Model on Students' Creative Thinking Skills in Biology Learning: Literature Review. *BIOCHEPHY: Journal of Science Education*, 3(1), 49-60.
- Bagiada, M., & Jayanta, I. N. L. 2022. Aktivitas Pembelajaran Berbantuan Media Levidio Presentation Meningkatkan Literasi Sains dan Kemampuan Metakognitif Siswa Kelas V SD. *Jurnal Edutech Undiksha*, 10(1).
- Barlian, U. C., & Solekah, S. 2022. Implementasi kurikulum merdeka dalam meningkatkan mutu pendidikan. *JOEL: Journal of Educational and Language Research*, 1(12), 2105-2118.
- Belland, B. R., Walker, A. E., Kim, N. J., & Lefler, M. 2017. Synthesizing results from empirical research on computer-based scaffolding in STEM education: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 87(2), 309-344.
- Branch, R. M. 2009. *Instructional design: The ADDIE approach*. Springer. New York.
- Burns, A., & de Silva Joyce, H. 2005. *Teachers' Voices: Explicitly Supporting Reading and Writing in the Classroom*. Australia. Macquarie University.
- Bybee, R. W. 2013. *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. NTSA press
- Clark, J. M., & Paivio, A. 1991. Dual coding theory and education. *Educational psychology review*, 3, 149-210.
- Corrigan, D. 2020. *Implementing an integrated STEM education in schools: Five*

*key questions answered.* Education Futures. Australia.

- Creswell, J.W. 2017. *Pendekatan Kualitatif, kuantitatif dan Mixed : Research Design.* Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Dale, E. 1969. *Audio-Visual Methods in Teaching, 3rd ed.* Holt, Rinehart & Winston. New York.  
*dan Matematika di California Public Education.* State Superintendent of Public Instruction. California
- Deswita, J. 2022. Peningkatan pembelajaran IPA melalui pendekatan Sains Teknologi Masyarakat (STM) di kelas IV sekolah dasar. *JPGI (Jurnal Penelitian Guru Indonesia)*, 7(2), 248-256.
- Dewi, N. P. L. K., Astawan, I. G., & Suarjana, I. M. 2021. Perangkat Pembelajaran Pendekatan STEAM-PJBL pada Tema 2 Selalu Berhemat Energi. *Jurnal Pedagogi Dan Pembelajaran*, 4(2), 222-232.
- Diani, D. R., Nurhayati, N., & Suhendi, D. 2019. Pengembangan lembar kerja peserta didik (lkpd) menulis cerpen berbasis aplikasi android. *Basastra: Jurnal Bahasa, Sastra, Dan Pengajarannya*, 7(2), 1-13.
- Elisabet, E., Relmasira, S. C., & Hardini, A. T. A. 2019. Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar IPA dengan Menggunakan Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL). *Journal of Education Action Research*, 3(3), 285-291.
- Fadhilah, U., Azizah, M., Roshayanti, F., & Handayani, S. 2023. Analisis Model PJBL Dalam Dimensi Kreatif Profil Pelajar Pancasila Pada Peserta Didik Kelas IV SDN Pandean Lamper 04 Semarang. *Jurnal Pendidikan dan Konseling (JPDK)*, 5(2), 4435-4440.
- Fadhilah, A. N. 2022. Steam-based biology learning in the society 5.0 era. *Proceedings: National Conference on Mathematics and Science, University of PGRI Banyuwangi*, 2(1), 182-190.
- Fadhil, M., Kasli, E., & Halim, A. 2021. Impact of Project Based Learning on Creative Thinking Skills and Student Learning Outcomes. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1940, No. 1, p. 012114). IOP Publishing.
- Fajrina, S., Lufri, L., & Ahda, Y. 2020. *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) as a Learning Approach to Improve 21st Century Skills: A Review.* International Journal of Online & Biomedical Engineering, 16(7).
- Fatma, H. 2021. Kreativitas peserta didik dalam pembelajaran bioteknologi dengan pjbl berbasis STEAM. *Pedagonal: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 5(1), 7-14.



- Firmantara, M. R. 2023. Pengaruh STEM-PjBL terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa MTS. *JIPM (Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika)*, 12(1), 179-193.
- Fitriyah, A., & Ramadani, S. D. 2021. Pengaruh pembelajaran STEAM berbasis PjBL (Project-Based Learning) terhadap keterampilan berpikir kreatif dan berpikir kritis. *Jurnal Inspiratif Pendidikan*, 10(1), 209-226.
- Haerani, S. A. S., Setiadi, D., & Rasmi, D. A. C. 2020. Pengaruh model inkuiri bebas terhadap kemampuan literasi sains. *Jurnal Pijar MIPA*, 15(2), 140.
- Hake, R. R. 1998. Interactive-engagement versus traditional methods: A sixthousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74.
- Herwina, W. 2021. Optimalisasi kebutuhan murid dan hasil belajar dengan pembelajaran berdiferensiasi. *Perspektif Ilmu Pendidikan*, 35(2), 175-182.
- Hidayatullah, A., Mulyani, S., & Munir, S. 2022. Validitas Aspek Kebahasaan dan Keterbacaan dalam Pengembangan Bahan Ajar MKWU Bahasa Indonesia Berbasis Kearifan Lokal. *GERAM: Gerakan Aktif Menulis*, 10(1), 134-140.
- Hulu, G., & Dwiningsih, K. 2021. Validitas LKPD berbasis blended learning berbantuan multimedia interaktif untuk melatih visual spasial materi ikatan kovalen. *UNESA Journal of Chemical Education*, 10(1), 56-65.
- Husna, F. E., & Qurrata‘Aini, F. 2023. Perbedaan Hasil Belajar Siswa Antara Pembelajaran Berdiferensiasi Proses Berdasarkan Kesiapan Belajar dengan Berdasarkan Gaya Belajar Pada Materi Ikatan Kimia. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(2), 14189-14196.
- Hudojo, H. 2001. *Pengembangan Kurikulum dan Pembelajaran Matematika*. Malang, Universitas Negeri Malang.
- IEC. 2023. <https://environment-indonesia.com/articles/langkah-untuk-membuat-panel-tenaga-surya-sederhana-sendiri/> diakses pada tanggal 25 Januari 2023 pukul 13.00.
- Jufrida, J., Basuki, F. R., Kurniawan, W., Pangestu, M. D., & Fitaloka, O. 2019. Scientific Literacy and Science Learning Achievement at Junior High School. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 8(4), 630-636.
- Kamal, S., 2021. Implementasi Pembelajaran Berdiferensiasi dalam upaya Meningkatkan Aktivitas dan Hasil Belajar Matematika Siswa Kelas XI mipa SMA Negeri 8 Barabai. *Jurnal Pembelajaran dan Pendidik*, 1(1), p.409651

- Kartina, A. A., Suciati, H., & Harlita, H. 2021. Keterampilan berpikir kreatif siswa SMP kelas VIII dalam memecahkan masalah pada materi zat aditif dan adiktif selama pandemi covid-19. *QUANTUM: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 12(2), 150-160.
- Kemendikbud. 2015. *Ilmu Pengetahuan Alam SMP/MTs Kelas IX Semester 2*. Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Balitbang, Kemdikbud.
- Kemendikbud. 2022. *Ilmu Pengetahuan Alam SMP/MTs Kelas IX Semester 2*. Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Balitbang, Kemdikbud.
- Kimianti, F., & Prasetyo, Z. K. 2019. Pengembangan e-modul ipa berbasis problem based learning untuk meningkatkan literasi sains siswa. *Kwangsan: Jurnal Teknologi Pendidikan*, 7(2), 91-103.
- Kurnia, A. Sukarmin, dan W. Sunarno. 2021. Profil kemampuan berpikir kreatif berpikir kreatif siswa menggunakan soal tes pilihan ganda pada pembelajaran ilmu pengetahuan alam. *Indonesian Journal of Education Sains (IJES)*, 4(1), 27-32.
- Laboy-Rush, D. 2010. *Integrated STEM education through project-based learning*. [www.learning.com/stem/whitepaper/integrated-STEM-throughProject-based-Learning](http://www.learning.com/stem/whitepaper/integrated-STEM-throughProject-based-Learning) diakses pada 09 Februari 2024.
- Listiana, I., Abdurrahman, A., Suyatna, A., & Nuangchalerm, P. 2019. The effect of Newtonian dynamics STEM-integrated learning strategy to increase scientific literacy of senior high school students. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 8(1), 43-52.
- Lucas, G. 2005. *Instructional Module Project Based Learning*. Educational Foundation. <https://www.edutopia.org/project-based-learning> diakses pada 5 januari 2024 pukul 15.00.
- Mardhiyah, R. H., Aldriani, S. N. F., Chitta, F., & Zulfikar, M. R. 2021. Pentingnya keterampilan belajar di abad 21 sebagai tuntutan dalam pengembangan sumber daya manusia. *Lectura: Jurnal Pendidikan*, 12(1), 29-40.
- Marlina, M. 2019. *Panduan Pelaksanaan Model Pembelajaran Berdiferensiasi di Sekolah Inklusif*.
- Marshal, J. 2020. Analysis of Students Worksheet (LKPD) integrated science with the theme of the motion in life using integrated connected type 21st century learning. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1481, No. 1, p. 012046). IOP Publishing.
- Mu'minah, I. H. 2020. Implementasi STEAM (science, technology, engineering,

- art and mathematics) dalam pembelajaran abad 21. *Bio Educatio*, 5(1), 377702.
- Munandar U. 2009. *Pengembangan Kreativitas Anak Berbakat*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Nasution, F. H., & Siregar, D. A. 2019. Validitas Bahan Ajar Fisika Siswa SMA/MA Berbasis Conceptual Change. *Jurnal Education and Development*, 7(3), 75-75.
- Nurlita, R. 2023. *Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Berbasis STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) pada Materi Makromolekul* (Bachelor's thesis, Jakarta: FITK UIN Syarif Hidayatullah Jakarta).
- OECD. 2019. *PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do, PISA*. OECD Publishing, Paris.
- OECD. 2023. *PISA 2022 Assessment and Analytical Framework*, PISA, OECD Publishing, Paris.
- Paivio, A. 1986. *Mental representations: A dual coding approach*. Oxford university press. New York.
- Permanasari, A. 2016. STEM education: Inovasi dalam pembelajaran sains. In *Prosiding SNPS (Seminar Nasional Pendidikan Sains)* (Vol. 3, pp. 23-34).
- Permendikbud. 2016. *Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta.
- Piaget, J. 1977. *The development of thought: Equilibration of cognitive structures*. (Trans A. Rosin). Viking.
- Prastowo, A. 2015. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. DIVA Press. Jogjakarta.
- Priantari, I., Prafitasari, A. N., Kusumawardhani, D. R., & Susanti, S. 2020. Improving Students Critical Thinking through STEAM-PjBL Learning. *Bioeducation Journal*, 4(2), 94-102.
- Qomariyah, D. N., & Subekti, H. 2021. Analyze creative thinking skills. *Pensa: e-journal of science education*, 9(2), 242-246.
- Roberts, A. 2012. A Justification for STEM Education. *Technology and Engineering Teachere*, 1–5.
- Rusilowati, A., Nugroho, S. E., & Susilowati, S. M. 2016. Development of science textbook based on scientific literacy for secondary school. *Jurnal*

*Pendidikan Fisika Indonesia*, 12(2), 98-105.

Saefullah, A., Suherman, A., Utami, R. T., Antarnusa, G., Rostikawati, D. A., & Zidny, R. 2021. Implementation of PjBL-STEM to improve students' creative thinking skills on static fluid topic. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 6(2), 149-157.

Sakti, I., & Swistoro, E. 2021. Penerapan Model Project Based Learning Untuk Meningkatkan Literasi Sains Mahasiswa Pendidikan Ipa. *Jurnal Kumparan Fisika*, 4(1), 35-42.

Şimşek, F., & Hamzaoğlu, E. 2023. The Effect of Context-Based STEM Activities on Secondary School Students' Scientific Literacy and STEM Motivation. *Journal of Theoretical Educational Science*, 16(3), 574-595.

Siswanto, J. 2020. Profil Literasi Sains dan Berpikir Kreatif Siswa SMP Negeri 11 Pekalongan. *Jurnal Edukasi Matematika dan Sains*, 8(2), 150-156.

Srigati, E. 2020. Model pembelajaran berbasis proyek (pjbl) terintegrasi stem untuk meningkatkan literasi sains siswa mts pada materi sistem organisasi kehidupan. *Wawasan: Jurnal Kediklatan Balai Diklat Keagamaan Jakarta*, 1(2), 72-83.

Suciani, R. N., Azizah, N. L., Gusmaningsih, I. O., & Fajrin, R. A. 2023. Strategi Refleksi dan Evaluasi Penelitian Tindakan Kelas. *Jurnal Kreativitas Mahasiswa*, 1(2), 114-123.

Sudjana. 2005. *Metode Statistika*. Tarsito. Bandung.

Sulistiani, Suyatna, A., & Rosidin, U. 2024. Differentiated Learning Assisted by Student Worksheets with STEM Content on Alternative Energy Materials to Improve Science Process Skills and Creative Problem Solving. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(1), 385–395.

Sumantri, B. A. 2019. Pengembangan Kurikulum di Indonesia Menghadapi Tuntutan Kompetensi Abad 21. *EL-HIKMAH: Jurnal Kajian Dan Penelitian Pendidikan Islam*, 13(2), 146-167.

Sumarni, W., & Kadarwati, S. 2020. Ethno-stem project-based learning: Its impact to critical and creative thinking skills. *Journal of Science Education Indonesia*, 9(1), 11-21.

Suryaningsih, S., & Nurlita, R. 2021. pentingnya lembar kerja peserta didik elektronik (E-LKPD) inovatif dalam proses pembelajaran abad 21. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 2(07), 1256-1268.

Sutia, C., dkk. 2022. *Ilmu Pengetahuan Alam SMP/Mts kelas IX*. Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Balitbang, Kemdikbud.

- Tomlinson, C. A. 2000. Differentiation of Instruction in the Elementary Grades. ERIC Digest.
- Tomlinson, C. A. 2001. *How to differentiate instruction in mixed-ability classrooms*. Ascd.
- Tomlinson, C. A. 2017. *How to differentiate instruction in academically diverse classrooms*. Ascd.
- Torlakson, T. 2014. *Berinovasi: Cetak Biru untuk Sains, Teknologi, Teknik*.
- Torrance, E. P. 1974. *Norms technical manual: Torrance Tests of Creative Thinking*. Lexington, Mass: Ginn and Co.
- Torrance, E. P., & Templeton, D. E. 1963. *Manual for Verbal Form a: Minnesota Tests for Creative Thinking*. Bureau of Educational Research, College of Education, University of Minnesota.
- Trilling, B & Fadel, C. 2009. *21st Century Skills : Learning for Life in Our Times*. Jossey-Bass. San Fransisco.
- Tseng, K. H., Chang, C. C., Lou, S. J., & Chen, W. P. 2013. Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(1): 87-102.
- Tukan, M. B., Komisia, F., Leba, M. A. U., & Amtonis, J. S. 2020. Pengembangan lembar kerja peserta didik (LKPD) praktikum kimia berbasis lingkungan pada materi laju reaksi. *Jurnal Koulutus*, 3(1), 108-119.
- Vygotsky, L. S. 1982. *Sobranie sochinenii, Tom pervyi: Voprosy teorii i istorii psikhologii [Collected works, Vol. 1: Problems in the theory and history of psychology]*. Izdatel'stvo Pedagogika. Moscow.
- Wahyuningsari, D., Mujiwati, Y., Hilmiyah, L., Kusumawardani, F., & Sari, I. P. 2022. Pembelajaran Berdiferensiasi Dalam Rangka Mewujudkan Merdeka Belajar. *Jurnal Jendela Pendidikan*, 2(04), 529–535.
- Walsh, K. 2017. Self-directed learning at the point of care. *InnovAiT*, 10(3), 178-182.
- Warsita, B. 2010. Mobile learning sebagai model pembelajaran yang efektif dan inovatif. *Jurnal Teknodik*, 062-073.
- Williams, P. J. 2019. The principles of teaching and learning in STEM education. *In AIP Conference Proceedings*, 2081(1).

- Windyariani, S. 2019. *Pembelajaran Berbasis Konteks Dan Kreativitas:(Strategi Untuk Membelajarkan Sains Di Abad 21)*. Deepublish. Yogyakarta.
- Williams, M., & Burden, R. L. 2000. *Psychology for language teachers (3th ed.)*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Yusneli, Y., & Asrial, A. 2019. Pengembangan E-Lkpd berpendekatan saintifik larutan elektrolit dan non elektrolit. *Journal of The Indonesian Society of Integrated Chemistry*, 11(1), 38-42
- Yusro, A. C., & Ardania, R. 2023. Upaya Peningkatan Hasil Belajar IPA Melalui Implementasi Pembelajaran Berdiferensiasi Model PjBL dengan Media Kartu. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains (JIPS)*, 4(1), 1-9.
- Yusuf, M. 2023. *Inovasi Pendidikan Abad-21: Perspektif, Tantangan, dan Praktik Terkini*. Selat Media Patners. Yogyakarta.