

**EFEKTIVITAS *e*-LKPD BERDIFERENSIASI PADA PEMBELAJARAN
BERBASIS PROYEK UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR KRITIS**

(Tesis)

Oleh

**UMAMAH APRIYANTI
2223025003**



**PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN IPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

EFEKTIVITAS *e*-LKPD BERDIFERENSIASI PADA PEMBELAJARAN BERBASIS PROYEK UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

Oleh

UMAMAH APRIYANTI

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan produk, mendeskripsikan kepraktisan dan keefektifan *e*-LKPD berdiferensiasi pada pembelajaran berbasis proyek untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Hasil studi pendahuluan mengungkapkan 80% guru belum menggunakan *e*-LKPD berdiferensiasi dalam pembelajaran berbasis proyek. Metode penelitian yang digunakan adalah R&D yang mengacu pada model pengembangan 4D menurut Thiagarajan. Subyek untuk uji coba produk adalah siswa kelas VIII E SMP Negeri 1 Candipuro tahun pelajaran 2024/2025. Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan *purposive sampling* dan desain yang digunakan untuk uji coba produk adalah *One-Group Pretest Posttest Design*. Instrumen pengambilan data pada penelitian ini adalah angket analisis kebutuhan *e*-LKPD menurut guru dan menurut siswa, angket validasi produk oleh ahli, angket respon guru dan siswa, soal *pretest-posttest*, dan lembar keterlaksanaan pembelajaran. Teknik analisis data menggunakan uji-*t* terhadap rata-rata *n-Gain* keterampilan berpikir kritis. Hasil penelitian ini produk *e*-LKPD berdiferensiasi berbasis proyek untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Produk ini merupakan bahan ajar yang digunakan sebagai panduan terhadap proses pemecahan masalah yang disebabkan oleh sampah organik. Hasil validasi ahli pada kesesuaian isi dan kesesuaian konstruksi memperoleh persentase nilai sebesar 96% yang menunjukkan bahwa produk *e*-LKPD berdiferensiasi ini valid. Rata-rata persentase respon guru 99% dan siswa sebesar 97% yang menunjukkan bahwa produk *e*-LKPD berdiferensiasi ini praktis. Keefektifan produk *e*-LKPD berdiferensiasi dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dilihat dari rata-rata *n-Gain* siswa sebesar 0,61 dengan kriteria sedang. Adapun hasil penilaian keterlaksanaan pembelajaran menggunakan *e*-LKPD berdiferensiasi berbasis proyek pengolahan sampah organik pada aspek sintaks 97% dan aspek sistem sosial 100%, menunjukkan kriteria tingkat keterlaksanaan “sangat tinggi”.

Kata kunci : *e*-LKPD berdiferensiasi, pembelajaran berbasis proyek, keterampilan berpikir kritis, sampah organik

ABSTRACT

EFFECTIVENESS OF DIFFERENTIATED ELECTRONIC STUDENT WORKSHEET (e-LKPD) IN PROJECT-BASED LEARNING TO IMPROVE CRITICAL THINKING SKILLS

By

UMAMAH APRIYANTI

This study aims to develop a product, describe the practicality and effectiveness of differentiated e-LKPD in project-based learning to improve critical thinking skills. The results of a preliminary study revealed that 80% of teachers have not used differentiated e-LKPD in project-based learning. The research method used is R&D which refers to the 4D development model according to Thiagarajan. The subjects for the product trial were students of class VIII E of SMP Negeri 1 Candipuro in the 2024/2025 academic year. The sampling technique was carried out using purposive sampling and the design used for the product trial was One-Group Pretest Posttest Design. The data collection instruments in this study were questionnaires on the analysis of e-LKPD needs according to teachers and students, product validation questionnaires by experts, teacher and student response questionnaires, pretest-posttest questions, and learning implementation sheets. The data analysis technique used a t-test on the average n-Gain of critical thinking skills. The results of this study are project-based differentiated e-LKPD products to improve students' critical thinking skills. This product is a teaching material used as a guide to the problem-solving process caused by organic waste. The results of expert validation on the suitability of content and suitability of construction obtained a percentage value of 96% which indicates that this differentiated e-LKPD product is valid. The average percentage of teacher responses is 99% and students are 97% which indicates that this differentiated e-LKPD product is practical. The effectiveness of the differentiated e-LKPD product in improving critical thinking skills is seen from the average n-Gain of students of 0.61 with moderate criteria. The results of the assessment of the implementation of learning using differentiated e-LKPD based on organic waste processing projects on the syntax aspect of 97% and the social system aspect of 100%, indicating the criteria for the level of implementation of "very high".

Key words: differentiated e-LKPD, project-based learning, critical thinking
organic waste

**EFEKTIVITAS *e*-LKPD BERDIFERENSIASI PADA PEMBELAJARAN
BERBASIS PROYEK UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR KRITIS**

Oleh

UMAMAH APRIYANTI

Tesis

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

Pada

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



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER PENDIDIKAN IPA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2025**

Judul Tesis

: **EFEKTIVITAS e-LKPD BERDIFERENSIASI
PADA PEMBELAJARAN BERBASIS
PROYEK UNTUK MENINGKATKAN
KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS**

Nama Mahasiswa

: **Amamah Apriyanti**

Nomor Pokok Mahasiswa

: **2223025003**

Program Studi

: **Magister Pendidikan IPA**

Jurusan

: **Pendidikan MIPA**

Fakultas

: **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**

Menyetujui

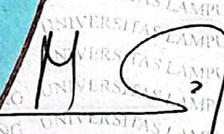
1. **Komisi Pembimbing**

Pembimbing I

Pembimbing 2


Prof. Dr. Chansyanah Diawati, M.Si.

NIP 19660824 199111 2 002

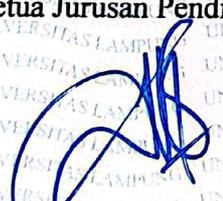

Dr. M. Setyarini, M.Si.

NIP 19670511 199103 2 001

2. **Mengetahui**

Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

Ketua Program Studi


Dr. Nurhanurawati, M. Pd.

NIP 19670808 199103 2 001


Prof. Dr. Neni Hasnunidah, M.Si.

NIP 19700327 199403 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Prof. Dr. Chansyanah Diawati, M.Si.

Sekretaris

: Dr. M. Setyarini, M.Si.

Penguji

Bukan Pembimbing : I. Prof. Dr. Neni Hasnunidah, M.Si.

II. Dr. Kartini Herlina, M.Si.

2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Dr. Abet Maydiantoro, M. Pd.

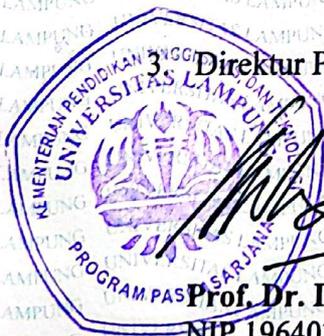
NIP 19870504 201404 1 001



3. Direktur Program Pascasarjana

Prof. Dr. Ir. Murhadi, M. Si.

NIP 19640326 198902 1 001



Tanggal Lulus Ujian Tesis : 16 Juni 2025

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Umamah Apriyanti
Nomor Pokok Mahasiswa : 2223025003
Program Studi : Magister Pendidikan IPA
Jurusan : Pendidikan MIPA

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

Apabila kelak di kemudian hari ini terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka saya bertanggung jawab sepenuhnya.

Bandar Lampung, 17 Juni 2025

Yang menyatakan,



Umamah Apriyanti
NPM 2223025003

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Desa Sidodadi, Kecamatan Sidomulyo, Kabupaten Lampung Selatan pada tanggal 8 April 1986, penulis merupakan anak ketiga dari pasangan Bapak Misbach dan Ibu Sri Yuliani. Penulis mengawali pendidikan formal pada tahun 1991 di SDN Bumi Jaya dan menyelesaikan pada tahun 1997. Pada tahun 1997, penulis melanjutkan pendidikan di SLTPN 2 Sidomulyo dan diselesaikan pada tahun 2000. Pada tahun 2000 penulis melanjutkan pendidikan di SMUN 1 Sidomulyo, diselesaikan pada tahun 2003. Selanjutnya, pada tahun 2003 penulis melanjutkan studi S-1 pada program studi Pendidikan Kimia di Universitas Lampung lewat jalur SPMB, dan diselesaikan pada tahun 2007.

Selama menjadi mahasiswa S-1 pada program studi Pendidikan Kimia, penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Kimia Dasar II. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif di Unit Kegiatan Mahasiswa Universitas Pencak Silat Tapak Suci Unila dan Unit Kegiatan Mahasiswa Fakultas Forum Pembinaan dan Pengkajian Islam (FPPI). Pada semester 6, penulis mengikuti Program Pengalaman Lapangan (PPL) di SMA Negeri 8 Bandar Lampung.

Setelah menyelesaikan studi S-1 di Pendidikan Kimia Universitas Lampung, pada tahun 2009 penulis diterima menjadi PNS guru di Pemda Kabupaten Lampung Selatan dan bertugas sebagai guru IPA di SMPN 1 Candipuro hingga sekarang. Penulis kemudian melanjutkan studi S-2 pada Program Studi Magister Pendidikan IPA Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Lampung pada tahun 2022.

PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah SWT yang selalu melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya karena atas kehendak-Nya penulis dapat menyelesaikan studi ini. Dengan kerendahan hati, kupersembahkan karya tulis ini sebagai ungkapan terimakasih kepada:

Bapak (Misbach) dan Ibu (almh. Ainul Mardiyah)

Suami (Irwanto)

Anak-anak (Hammad Annabil, Nazhifatul Husna, dan Muhammad Husni Alhafid)

Terima kasih atas segala ridho, pengorbanan, dukungan, dan doa tanpa henti yang senantiasa dipanjatkan untuk mengiringi langkah ini agar dapat menyelesaikan studi magister.

MOTTO

Tidak sempurna adalah suatu kesempurnaan manusia, terus belajar bukan untuk menjadi sempurna namun untuk hidup bermakna dan bermanfaat.

(Umamah Apriyanti)

SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan ke hadirat Allah SWT, karena atas rahmat-Nya dan hidayah-Nya Tesis ini dapat diselesaikan. Tesis dengan judul “Efektivitas *e-LKPD* Berdiferensiasi pada Pembelajaran Berbasis Proyek untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis” adalah sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.S.S.IPM. selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Prof. Dr. Ir. Murhadi, M. Si. selaku Direktur Pascasarjana Universitas Lampung;
3. Dr. Albet Maydiantoro, M. Pd. selaku Dekan FKIP Universitas Lampung;
4. Dr. Nurhanurawati, M. Pd. selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA;
5. Prof. Dr. Neni Hasnunidah, M. Si. selaku Ketua Program Studi Magister Pendidikan IPA dan Pembahas I atas kesediaan, kesabaran, dan keikhlasannya memberikan bimbingan, saran dan masukan untuk tesis;
6. Prof. Dr. Chansyanah Diawati, M. Si. selaku Pembimbing I atas kesediaan, kesabaran, dan keikhlasannya dalam memberikan saran dan masukan selama penulisan tesis;
7. Dr. M. Setyarini, M. Si. selaku Pembimbing II atas kesediaan, kesabaran, dan keikhlasannya dalam memberikan saran dan masukan selama penulisan tesis;
8. Dr. Kartini Herlina, M. Si. selaku Pembahas II atas kritik dan saran perbaikan yang telah diberikan;
9. Dr. Dina Maulina, M. Si. selaku Validator I atas bimbingan, kritik, dan saran perbaikan produk penelitian yang telah diberikan;
10. Dra. Nina Kadaritna, M. Si. selaku Validator II atas bimbingan, kritik dan saran perbaikan produk penelitian yang telah diberikan;

11. Dra. Ila Rosilawati, M.Si. selaku Validator III atas bimbingan, kritik dan saran perbaikan produk penelitian yang telah diberikan;
12. Dosen-dosen Program Studi Magister Pendidikan IPA Universitas Lampung atas ilmu yang telah Bapak dan Ibu berikan;
13. Kepala SMP Negeri 1 Candipuro Bapak Sugiyanto, S.Pd. dan Ibu Tri Utami, S.Pd., M.Pd. selaku guru mata pelajaran IPA yang telah bersedia membantu penelitian tesis ini;
14. Keluarga SMPN 1 Candipuro tempat mengabdikan yang selalu memberikan dukungan dan doa untuk kelancaran studi;
15. Keluarga besarku yang selalu memberikan dukungan, cinta, kasih sayang, serta doa yang tak pernah putus untuk kelancaran studi;
16. Teman seperjuangan magister Pendidikan IPA angkatan 2022, kakak-kakak dan adik-adik tingkat di Magister Pendidikan IPA, terima kasih atas kerjasamanya.

Semoga Allah SWT memberikan balasan atas bantuan dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis dan semoga tesis ini dapat bermanfaat.

Bandar Lampung, 17 Juni 2025
Penulis,

Umamah Apriyanti

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	7
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Teori Belajar Konstruktivisme	9
2.2 Teori Pembelajaran Multimedia	12
2.3 Pembelajaran Berdiferensiasi	13
2.4 Pembelajaran Berbasis Proyek	16
2.5 Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (<i>e-LKPD</i>).....	18
2.6 Keterampilan Berpikir Kritis.....	20
2.7 Sampah Organik.....	23
2.8 Analisis Pemecahan Masalah	25
2.9 Kerangka Pemikiran.....	26
2.10 Hipotesis Penelitian.....	27
III. METODE PENELITIAN.....	29
3.1 Metode Penelitian.....	29
3.2 Alur Penelitian	30
3.3 Prosedur Penelitian.....	31
3.4 Subyek dan Lokasi Penelitian	35
3.5 Sumber Data.....	35
3.6 Instrumen Penelitian.....	36
3.7 Teknik Pengumpulan Data	39
3.8 Teknik Analisis Data.....	40
3.9 Teknik Pengujian Hipotesis.....	45
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	48

4.1 Hasil Penelitian	48
4.2 Pembahasan.....	75
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	103
5.1 Kesimpulan	103
5.2 Keterbatasan Penelitian	104
5.3 Saran	104
DAFTAR PUSTAKA.....	105
LAMPIRAN.....	116
Lampiran 1. Angket Kebutuhan <i>e</i> -LKPD Berdiferensiasi Menurut Guru	117
Lampiran 2. Angket Kebutuhan <i>e</i> -LKPD Berdiferensiasi Menurut Siswa	119
Lampiran 3. Hasil <i>Output</i> Angket <i>e</i> -LKPD Berdiferensiasi Menurut Guru.....	120
Lampiran 4. Hasil <i>Output</i> Angket <i>e</i> -LKPD Berdiferensiasi Menurut Siswa	124
Lampiran 5. Modul Ajar	126
Lampiran 6. Kisi-Kisi Soal Keterampilan Berpikir Kritis	135
Lampiran 7. Soal <i>Pretest/Posttest</i>	136
Lampiran 8. Rubrikasi Penilaian <i>Pretest/Posttest</i> Keterampilan Berpikir Kritis	142
Lampiran 9. Angket Validasi Oleh Ahli.....	152
Lampiran 10. Lembar Penilaian Kinerja	158
Lampiran 11. Rubrikasi Penilaian Kinerja	161
Lampiran 12. Lembar Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran	167
Lampiran 13. Angket Respon Siswa	169
Lampiran 14. Hasil Validasi Ahli.....	171
Lampiran 15. Hasil Respon Guru.....	175
Lampiran 16. Hasil Respon Siswa.....	179
Lampiran 17. Hasil Observasi Oleh Guru	180
Lampiran 18. Hasil Penilaian Kinerja	182
Lampiran 19. Data <i>Pretest-Posttest</i> dan <i>n-Gain</i> Keterampilan Berpikir Kritis.....	189
Lampiran 20. Data Uji Validitas dan Reliabilitas Soal <i>Pretest/Posttest</i>	190
Lampiran 21. Hasil Analisis Uji Validitas Dan Reliabilitas Soal <i>Pretest/Posttest</i> Keterampilan Berpikir Kritis	192
Lampiran 22. Hasil <i>Pretest</i> Per Indikator Keterampilan Berpikir Kritis.....	194
Lampiran 23. Hasil <i>Posttest</i> Per Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	196
Lampiran 24. Hasil Uji Normalitas, Uji Homogenitas, Uji Dua Sampel Berpasangan	198

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kerangka Berpikir Kritis menurut Norris dan Ennis (Stiggins, 1997).....	22
2. Desain Penelitian	34
3. Kriteria Persentase Analisis Validasi	41
4. Kriteria Persentase Analisis Kepraktisan	43
5. Kriteria Keterlaksanaan Pembelajaran	43
6. Kriteria Koefisien Validitas	44
7. Kriteria Koefisien Reliabilitas.....	44
8. Kategori N-Gain.....	45
9. Sumber LKPD yang digunakan oleh guru.....	50
10. Sumber LKPD yang digunakan siswa	52
11. Tujuan Pembelajaran dan Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran.....	55
12. Desain Produk e-LKPD Berdiferensiasi Berbasis Proyek	58
13. Hasil Validasi Ahli.....	59
14. Hasil Validasi Kesesuaian Isi	60
15. Hasil Validasi Konstruksi.....	64
16. Persentase Hasil Respon Guru Terhadap e-LKPD Berdiferensiasi.....	66
17. Hasil Respon Guru Terhadap Isi Produk e-LKPD.....	66
18. Hasil Respon Guru Terhadap Konstruksi Produk e-LKPD	68
19. Hasil Uji Validitas Soal Pretest/Posttest.....	69
20. Hasil rata-rata pretest dan posttest Keterampilan Berpikir Kritis	70
21. Hasil Uji Normalitas Pretest, Posttest, dan N-Gain	72
22. Hasil Uji t Nilai Pretest-Posttest.....	72
23. Hasil Angket Respon Terhadap e-LKPD dengan Responden Siswa	73
24. Keterlaksanaan Sintaks dan Sistem Sosial	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ilustrasi ZPD dan Scaffolding	12
2. Kerucut Pengalaman Dale (Sumber; Dale, 1969; Halaman 108).....	15
3. Analisis Pemecahan Masalah Sampah Organik.....	25
4. Skema Kerangka Pemikiran Penelitian	28
5. Alur Pengembangan e-LKPD Berdiferensiasi Pada PBP	30
6. Hasil Angket Analisis Ujung-Depan	49
7. Hasil Angket Analisis Siswa	51
8. Cover Sebelum dan Sesudah Revisi	60
9. Arahan Pada Tahap Mengidentifikasi dan Menentukan Proyek	63
10. Arahan Pada Tahap Merencanakan Proyek	64
11. Nilai Rata-Rata Keterampilan Berpikir Kritis Per Indikator.....	71
12. Jawaban Siswa Pada Tahap Mengidentifikasi Masalah.....	77
13. Jawaban Siswa Pada Tahap Mengidentifikasi Informasi yang Diperlukan	78
14. Jawaban Siswa Pada Tahap Mengumpulkan Informasi Dasar.....	79
15. Rencana Proyek Kelompok 1	82
16. Rencana Proyek Kelompok 2	83
17. Rencana Proyek Kelompok 4	84
18. Rencana Proyek Kelompok 4	85
19. Rencana Proyek Kelompok 5	86
20. Rencana Proyek Kelompok 6	87
21. Alat dan Bahan yang Digunakan Dalam Proyek	90
22. Desain atau Diagram Alir Proyek	92
23. Jadwal Kegiatan Proyek dan Pembagian Tugas	94
24. Pengecekan dan Kendala Selama Pelaksanaan Proyek	95
25. Hasil Proyek Kelompok Pembuatan Kompos.....	97
26. Hasil Proyek Kelompok Pembuatan <i>ecoenzyme</i>	98
27. Hasil Proyek Kelompok Pembuatan POC	98
28. Kendala yang Dihadapi Siswa Beserta Saran Untuk Perbaikan.....	101

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pada tahun 2045, Indonesia menuju usia emas yang genap berusia 100 tahun dengan target menjadi negara maju. Salah satu faktor menuju Indonesia Emas ialah sumber daya manusia. Untuk mencapai kualitas sumber daya manusia yang mumpuni, salah satu aspek penting dalam prosesnya ialah berpikir kritis (Mastan *et al.*, 2023). Saat ini dan di masa depan, pekerjaan yang akan terus relevan adalah yang memerlukan keterlibatan berpikir kritis dalam proses pengambilan keputusan (Rahardian, 2022). Bahkan dalam perkembangan bisnis di sektor ekonomi kreatif, menuntut pelaku bisnis untuk memiliki kemampuan berpikir kritis, kreatif, dan inovatif dalam mengembangkan usaha mereka (Pancawati & Widaswara, 2023). Tanpa pemikiran kritis, masyarakat rentan dieksploitasi tidak hanya secara politik, tetapi juga ekonomi (Fascione, 2011).

Berpikir kritis adalah suatu bentuk berpikir yang reflektif dan rasional dalam menentukan keyakinan atau tindakan yang tepat (Ennis, 2011). Dengan demikian, berpikir secara kritis merupakan proses bernalar yang memiliki tujuan tertentu seperti membuktikan suatu pernyataan, menginterpretasikan makna dari suatu hal, atau membuat keputusan dalam menyelesaikan masalah berdasarkan informasi yang diperoleh dengan berpikir secara reflektif (Facione, 2011; Alharbi *et al.*, 2022; Van Laar *et al.*, 2020).

Perlu dicermati kenyataan sebagian warga Indonesia belum mengadopsi pola pikir yang kritis, fenomena ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kecenderungan untuk menyesuaikan diri dan cara media menyajikan informasi (Mastan *et al.*, 2023). Selain itu berdasarkan data hasil penelitian *Program for International*

Student Assessment (PISA) 2022, Indonesia berada di peringkat 68 dengan skor; matematika (379), sains (398), dan membaca (371). Data ini menunjukkan bahwa peserta didik Indonesia berada di bawah rata-rata OECD, yang seharusnya berada di level 5 atau level 6 namun pada kenyataannya peserta didik Indonesia baru mencapai level 1 atau level 2. Pada asesmen literasi sains pada PISA menguji seberapa baik siswa dapat memecahkan masalah yang rumit, berpikir kritis, dan berkomunikasi secara efektif. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik di Indonesia tergolong sangat rendah (PISA, 2022).

Penyebab rendahnya keterampilan berpikir kritis peserta didik di Indonesia karena pembelajaran yang kurang efektif dalam meningkatkan bakat, potensi, dan minat peserta didik dengan guru mendominasi pembelajaran (Anisa *et al.*, 2021; Hairida, 2016). Oleh sebab itu, peserta didik Indonesia perlu dilatihkan dalam pembelajaran yang berpeluang untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis, mengingat masih ada kapasitas dan potensi yang belum dimanfaatkan sepenuhnya (Lidiawati & Aurelia, 2023).

Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis salah satunya melalui pembelajaran dengan menyajikan masalah yang terjadi di lingkungan sekitar (Solikhin, 2023; Millati, 2024). Dalam konteks pembelajaran di era abad ke-21 ini, tidak hanya diharapkan peserta didik mampu menghafal atau memahami materi, tetapi juga mampu mengaplikasikan pengetahuan yang diperoleh sehingga pembelajaran memiliki relevansi yang lebih besar. Kemampuan untuk berpikir kritis sangat penting agar peserta didik dapat melakukan analisis, sintesis, dan konstruksi terhadap konsep-konsep yang dipelajari (Pérez *et al.*, 2017). Di lingkungan peserta didik baik di rumah maupun lingkungan sekitar memiliki permasalahan nyata yang dapat dijadikan media dalam pembelajaran. Permasalahan yang terjadi adalah banyaknya sampah organik dari sampah daun, sisa sayuran dan buah di rumah yang berdampak pada pencemaran lingkungan karena menghasilkan gas rumah kaca (Febrianti *et al.*, 2023). Di sisi lain sampah organik ini dapat dimanfaatkan sebagai pupuk kompos, pupuk organik cair, dan *ecoenzym* (Kompos, 2019; Sulistyianingrum *et al.*, 2023; Yuliananda *et al.*, 2019).

Adapun model pembelajaran yang dapat memberikan permasalahan nyata yakni pembelajaran berbasis proyek. Menurut Barrows dan Tamblyn (1980), pembelajaran berbasis proyek menggunakan masalah sebagai titik fokus atau stimulus bagi penggunaan keterampilan dalam menyelesaikan masalah atau berpikir logis, serta untuk mencari dan memperoleh informasi yang diperlukan guna memahami cara penyelesaian masalah tersebut. Hal ini sejalan dengan penelitian Hulu & Sinaga (2020) dan Hariyanti *et al.*, (2024) bahwa penerapan model pembelajaran berbasis proyek dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada mata pelajaran IPA melalui pengalaman bermakna karena memungkinkan siswa menguasai suatu konsep secara mendalam, memberi kesempatan memunculkan ide-ide atau gagasan untuk menyelesaikan masalah. Model pembelajaran ini mengacu pada teori konstruktivisme dimana peserta didik meningkatkan pemahaman kognitifnya berdasarkan informasi yang diperoleh dari pengalaman belajarnya sendiri (Masgumelar & Mustafa, 2021).

Pada sebagian besar kegiatan proyek peserta didik dilakukan di luar ruang kelas, dimana peserta didik bekerja sama dalam kelompok mereka dengan jangka waktu tertentu untuk menyelesaikan suatu masalah. Oleh karena itu, diperlukan suatu panduan berupa lembar kerja peserta didik (LKPD) untuk membimbing jalannya proyek tersebut. LKPD merupakan media pembelajaran yang terdiri dari rangkaian lembaran yang mencakup ringkasan materi, petunjuk, serta berbagai kegiatan yang harus dilakukan oleh peserta didik yang berperan sebagai panduan yang dapat memudahkan, menambah daya tarik, dan minat belajar peserta didik dalam proses pembelajaran (Prastowo, 2011). Perkembangan teknologi masa kini membuat lembar kerja peserta didik (LKPD) dapat disajikan dalam bentuk *e-LKPD*, *e-LKPD* merupakan bahan ajar dan lembar kerja yang berisi teks, gambar, video ataupun ilustrasi dengan format elektronik yang bersifat interaktif untuk peserta didik (Sari & Agustini, 2020).

Beberapa penelitian yang pernah dilakukan mengenai pengembangan *e-LKPD* berbasis proyek diantaranya pengembangan *e-LKPD* berbasis proyek menggunakan *liveworksheet* sangat layak baik secara teoritis maupun secara empiris untuk digunakan dalam proses pembelajaran dan efektif dalam meningkatkan

keterampilan berpikir (Ghani *et al.*, 2024), demikian pula penelitian Oktaviana *et al* (2024) pengembangan *e-LKPD* berbasis proyek dengan bantuan aplikasi *liveworksheet* sangat valid dan sangat praktis, dan pengembangan *e-LKPD* berbasis proyek meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa (Wahyuni *et al.*, 2021). *e-LKPD* menggunakan *liveworksheet* memiliki kelebihan diantaranya; 1) lebih praktis, dapat diakses secara mudah, dan gratis; 2) dapat diakses melalui laptop, komputer, maupun gawai; 3) dapat digunakan untuk penugasan secara online; dan 4) tidak memakan ruang penyimpanan karena diakses melalui website (N.F. *et al.*, 2022). Penelitian Burnama & Hariyono (2024) menunjukkan terjadi peningkatan kemampuan berpikir kritis melalui *e-LKPD* dengan *liveworksheet*.

Menurut Agusdianita (2024) penerapan bahan ajar berdiferensiasi dalam pembelajaran berbasis proyek bertujuan untuk mengakomodasi keberagaman siswa, baik dalam hal gaya belajar, minat, maupun tingkat kesiapan akademis, sehingga setiap siswa dapat menyelesaikan proyek dengan pendekatan yang paling sesuai dengan karakteristik mereka masing-masing. Pembelajaran berdiferensiasi adalah pembelajaran di mana guru menggunakan berbagai metode pengajaran untuk memenuhi kebutuhan individual setiap siswa sesuai dengan kebutuhan mereka (Purnawanto, 2023). Menurut Tomlinson (2014) pembelajaran berdiferensiasi meliputi aspek diferensiasi konten, proses, dan produk dilaksanakan dengan memperhatikan individu dalam memenuhi kebutuhan belajar. Dalam hal ini aspek tersebut yaitu aspek konten yang akan diajarkan, aspek proses atau kegiatan-kegiatan bermakna yang akan dilakukan oleh peserta didik, dan aspek asesmen berupa pembuatan produk yang dilakukan di bagian akhir yang dapat mengukur ketercapaian tujuan pembelajaran. Artinya pembelajaran berdiferensiasi mendukung pembelajaran yang inovatif sesuai dengan minat dan kemampuan peserta didik (Suwandi *et al*, 2023). Dalam pembelajaran berdiferensiasi guru memiliki keleluasaan untuk memilih berbagai perangkat ajar sehingga pembelajaran dapat disesuaikan dengan kebutuhan belajar dan minat peserta didik, dalam hal ini dengan upaya mengembangkan bahan ajar yang berdiferensiasi.

Pada bahan ajar yang berdiferensiasi, memberikan kesempatan bagi setiap individu untuk belajar secara efektif sesuai dengan preferensinya, sehingga peserta

didik dapat lebih terlibat dan juga memahami materi pembelajaran dengan lebih baik (Pertwi *et al.*, 2023). Dalam penelitian Herwina (2021) menyatakan bahwa pembelajaran berdiferensiasi mampu membantu siswa mencapai hasil belajar optimal, karena produk yang akan dihasilkan sesuai minat mereka. Perlu upaya pengembangan *e-LKPD* yang mendukung pembelajaran berdiferensiasi dengan model pembelajaran berbasis proyek sesuai dengan minat dan kebutuhan belajar peserta didik. Berdasarkan kajian pada penelitian tersebut dapat disimpulkan belum banyak kajian terdapat penelitian pengembangan *e-LKPD* berdiferensiasi dalam pembelajaran berbasis proyek yang mempertimbangkan pemenuhan minat dan kebutuhan belajar peserta didik dengan berbagai aktivitas belajar. Adapun permasalahan nyata yang ada lingkungan siswa adalah masalah sampah organik, sehingga masalah ini menjadi materi dalam *e-LKPD* berdiferensiasi pembelajaran berbasis proyek yang akan dikembangkan.

Berdasarkan hasil studi pendahuluan yang telah dilakukan, sebanyak 60% dari 10 responden guru pada SMP Negeri dan swasta di Lampung Selatan menyatakan telah menerapkan pembelajaran berbasis proyek di kelasnya dengan tujuan untuk melatih siswa dalam kegiatan pemecahan masalah dan melatih keterampilan berpikir kritis pada peserta didik. Namun, permasalahan yang diterapkan oleh para guru belum memberikan permasalahan nyata. Sementara 80% responden guru menyatakan belum pernah menerapkan *e-LKPD* berdiferensiasi yang mengakomodasi gaya belajar peserta didik dalam pembelajaran berbasis proyek dikarenakan belum memahami dengan baik perlakuan yang diberikan dalam pembelajaran. Kemudian, 70% guru belum melakukan tes pengukuran keterampilan berpikir kritis.

Mengacu pada permasalahan rendahnya keterampilan berpikir kritis peserta didik, guru belum menggunakan *e-LKPD* berdiferensiasi pada pembelajaran berbasis proyek, dan guru belum pernah membimbing peserta didik menyelesaikan permasalahan nyata berupa sampah organik dan belum melakukan tes pengukuran keterampilan berpikir kritis. Sebagai salah satu upaya memberikan solusi atas masalah yang telah dijabarkan, maka peneliti melakukan penelitian dengan judul “Efektivitas *e-LKPD* Berdiferensiasi Pada Pembelajaran Berbasis Proyek Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis.”

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimanakah karakteristik *e*-LKPD berdiferensiasi pada pembelajaran berbasis proyek pengolahan sampah organik yang valid untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis?
2. Bagaimanakah kepraktisan *e*-LKPD berdiferensiasi pada pembelajaran berbasis proyek pengolahan sampah organik untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis?
3. Bagaimanakah keefektifan *e*-LKPD berdiferensiasi pada pembelajaran berbasis proyek pengolahan sampah organik untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengembangkan produk *e*-LKPD berdiferensiasi pada pembelajaran berbasis proyek pengolahan sampah organik yang valid untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis.
2. Mendeskripsikan kepraktisan *e*-LKPD berdiferensiasi pada pembelajaran berbasis proyek pengolahan sampah organik untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis.
3. Mendeskripsikan keefektifan *e*-LKPD berdiferensiasi pada pembelajaran berbasis proyek pengolahan sampah organik untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan berbagai manfaat bagi pihak yang bersangkutan, yaitu:

1. Manfaat Teoritis

Diperoleh prinsip-prinsip untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik melalui serangkaian kegiatan pemecahan masalah nyata melalui *e-LKPD* berdiferensiasi pada pembelajaran berbasis proyek pengolahan sampah organik.

2. Manfaat Praktis

- a. Manfaat bagi peneliti: memberikan pengetahuan, wawasan dan pengalaman dalam mengembangkan bahan ajar berupa *e-LKPD* berdiferensiasi pada pembelajaran berbasis proyek pengolahan sampah organik untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis.
- b. Manfaat bagi guru: memberikan pengalaman menerapkan bahan ajar yang tepat berupa *e-LKPD* berdiferensiasi pada pembelajaran berbasis proyek pengolahan sampah organik untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis.
- c. Manfaat bagi peserta didik: menerapkan pengetahuannya untuk berkontribusi terhadap permasalahan lingkungan.
- d. Manfaat bagi sekolah: melalui penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi dan sumbangan pemikiran dalam upaya meningkatkan mutu pembelajaran IPA di sekolah.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian pengembangan ini adalah sebagai berikut:

1. Desain penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah desain penelitian pengembangan 4D (*Define, Desain, Develop, Disseminate*) (Thiagarajan *et al.*, 1974).
2. Produk *e-LKPD* yang diimplementasikan dibuat dengan menggunakan aplikasi *liveworksheet*.
3. Sintaks Pembelajaran Berbasis Proyek (PBP) yang digunakan pada penelitian ini yaitu menurut Colley (Diawati *et al.*, 2017), dengan 6 tahap pembelajaran, yaitu tahap orientasi, mengidentifikasi dan menentukan proyek, merencanakan proyek, melaksanakan proyek, mendokumentasikan dan melaporkan serta

mengevaluasi proyek dan menjalankan proyek.

4. Berpikir kritis dalam penelitian ini mengacu pada *framework* dari Ennis (2011).
5. Efektivitas produk *e-LKPD* yang dikembangkan dilihat dari peningkatan keterampilan berpikir kritis ditinjau dari nilai rata-rata *N-Gain* dengan kriteria minimal sedang.
6. Materi pembelajaran dalam penelitian ini adalah pengolahan sampah organik.
7. Pembelajaran diferensiasi yang dimaksud dalam penelitian ini adalah diferensiasi proses dan produk.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam kajian pustaka ini akan diuraikan mengenai teori belajar konstruktivisme, teori pembelajaran multimedia, pembelajaran berdiferensiasi, pembelajaran berbasis proyek (PBP), Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (*e-LKPD*), keterampilan berpikir kritis, sampah organik, analisis pemecahan masalah, kerangka pemikiran, dan hipotesis penelitian.

2.1 Teori Belajar Konstruktivisme

Teori belajar yang digunakan dalam penelitian ini adalah teori belajar konstruktivisme oleh Piaget dan Vigotsky. Dalam pandangan konstruktivisme, pengetahuan tumbuh dan berkembang melalui pengalaman. Pengalaman tersebut sebagai proses belajar, menurut Piaget, dalam belajar telah terjadi proses organisasi informasi yang menghubungkan informasi yang diterima dengan struktur-struktur pengetahuan yang dimiliki dan proses adaptasi dengan kegiatan pertama asimilasi yaitu mengintegrasikan pengetahuan yang diterima dan yang kedua mengubah struktur pengetahuan yang sudah dimiliki dengan pengetahuan baru (Baharuddin & Wahyuni, 2016).

Menurut Piaget (1977), perkembangan kognitif merupakan indikator perkembangan berpikir anak. Di bawah ini adalah uraian Piaget tentang setiap tahap perkembangan kognitif anak.

1. Tahap Sensorimotor (0-2 tahun)

Selama dua tahun pertama kehidupan, bayi mengembangkan pemahaman mereka tentang dunia dengan mengkoordinasikan pengalaman sensorik (melihat, mendengar) dan gerakan motorik (menggapai, menyentuh).

2. Tahap Pra-Operasional (2-7 tahun)

Pada tahap ini, anak-anak berpikir pada tingkat simbolis tetapi belum menggunakan manipulasi kognitif. Artinya anak tidak bisa menggunakan logika seperti mengubah, menggabungkan atau memisahkan ide dan pikiran. Tingkatan ini

diidentifikasi melalui penggunaan bahasa simbolik berupa gambar dan kata-kata lisan.

3. Tahap Perilaku Konkret (7-11 tahun)

Perkembangan kognitif anak pada tahap ini ditandai dengan perkembangan pemikiran yang terorganisir dan rasional. Piaget percaya bahwa tahap-tahap konkret menjadi titik balik terpenting yang menandai awal berpikir logis dalam perkembangan kognitif anak.

4. Tahap Perilaku Formal (11 tahun ke atas)

Pada tahap ini, anak sudah mampu menalar dan menarik kesimpulan dari informasi yang tersedia tanpa harus berhadapan langsung dengan objek dan peristiwa. Keterampilan yang dapat dilatih antara lain berhitung matematis, berpikir kreatif, bernalar abstrak, dan membayangkan akibat dari tindakan tertentu.

Berdasarkan tahapan perkembangan peserta didik untuk peserta pada jenjang Sekolah Menengah Pertama (SMP), sudah memasuki tahap operasional formal, sehingga peserta didik sudah mampu menalar dan menarik kesimpulan atas permasalahan yang disajikan, oleh sebab itu teori ini menjadi dasar peneliti dalam melatih keterampilan berpikir kritis.

Prinsip pembelajaran kognitif yang diajukan oleh Piaget (1971) terdiri dari tiga prinsip utama, yaitu:

- 1) Pembelajaran adalah proses aktif yang melibatkan subyek belajar. Anak perlu diberikan kesempatan untuk belajar secara mandiri dengan melakukan eksperimen, mengajukan pertanyaan, mencari jawaban, atau membandingkan penemuan dengan teman sebaya.
- 2) Interaksi sosial merupakan bagian penting dalam pembelajaran. Melalui interaksi dengan teman sebaya dan orang dewasa, anak dapat mengembangkan kognisinya dan mengatasi sikap egosentris.
- 3) Pengalaman pribadi memiliki peran krusial dalam pembelajaran. Penggunaan pengalaman nyata akan memberikan perkembangan kognitif yang lebih baik daripada hanya mengandalkan komunikasi verbal.

Proses pembelajaran anak melibatkan tahapan perkembangan yang dipengaruhi oleh tingkat pemahaman yang berbeda-beda serta penggunaan model, metode, dan

pendekatan yang harus disesuaikan dengan usia anak. Pembelajaran yang menggunakan pendekatan yang berfokus pada perkembangan kognitif anak dapat menjadi panduan bagi guru dalam mengajar agar pembelajaran menjadi lebih efektif, efisien, dan sesuai dengan tujuan yang ditetapkan (Wardani *et al.*, 2023).

Menurut Oakley (2004), implikasi teori Vygotsky dalam pembelajaran adalah sebagai berikut:

- 1) Pentingnya kesesuaian proses pembelajaran yang diberikan oleh guru dengan tingkat perkembangan potensial siswa. Siswa seharusnya diberikan tugas yang mampu membantu mereka mencapai tingkat perkembangan potensialnya.
- 2) Vygotsky mendorong penggunaan pembelajaran kolaboratif dan kooperatif, di mana siswa dapat saling berinteraksi dan saling memunculkan strategi pemecahan masalah yang efektif di dalam zona perkembangan proksimal (ZPD) masing-masing.

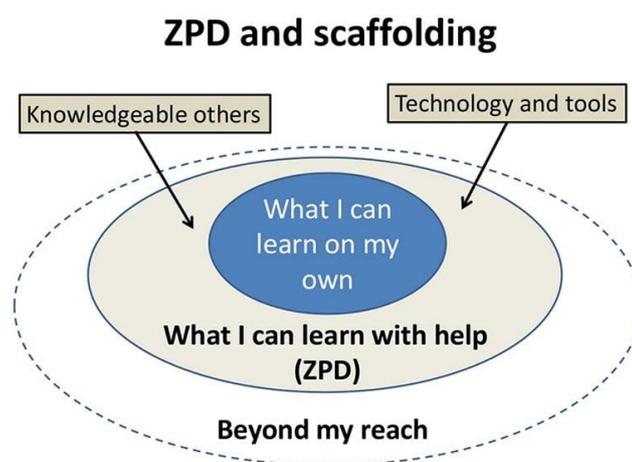
Rusefendi (1992) menjelaskan implikasi teori Vygotsky dalam pembelajaran sebagai berikut:

- 1) Tugas guru adalah menyediakan atau mengatur lingkungan belajar siswa dan mengatur tugas-tugas yang harus dikerjakan siswa.
- 2) Guru juga perlu memberikan dukungan dinamis kepada siswa, sehingga setiap siswa dapat berkembang secara maksimal dalam zona perkembangan proksimal mereka.

Zone Of Proximal Development (ZPD) menurut Vygotsky ialah suatu jarak antara tingkat perkembangan aktual dengan tingkat perkembangan potensial pada siswa (Dewi & Fauziah, 2021). Tingkat perkembangan aktual siswa dapat diketahui melalui pemecahan masalah yang dilakukan secara mandiri oleh siswa. Sedangkan perkembangan potensial tampak ketika seseorang dapat menyelesaikan tugas dan dapat memecahkan masalahnya dengan bimbingan orang lain yang lebih kompeten (Wardani *et al.*, 2023).

Guru memberikan bantuan kepada peserta didik kemudian memberikan tanggung jawab pada peserta didik untuk dapat menyelesaikan tanggung jawabnya. Bantuan yang dapat diberikan oleh guru berupa peringatan, petunjuk, dorongan, dan semangat dalam memecahkan masalah sehingga anak lebih bertanggung jawab. Pada

saat kompetensi seorang peserta didik telah meningkat maka akan semakin sedikit bantuan yang diberikan. *Scaffolding* ialah suatu pemberian bantuan kepada peserta didik yang mengalami kesulitan dalam belajar pada tahap awal dan secara bertahap akan dikurangi (Kusmaryono, 2020). Oleh karena itu, *scaffolding* digunakan untuk membantu peserta didik dalam mencapai batas atas dari zona perkembangan proksimal peserta didik. Gambar 1 berikut menunjukkan ilustrasi ZPD dan *scaffolding* (Agustyaningrum *et al.*, 2022).



Gambar 1. Ilustrasi ZPD dan *Scaffolding*

Berdasarkan teori belajar menurut Vygotsky maka pada penelitian ini akan dikembangkan suatu *e-LKPD* berdiferensiasi pembelajaran berbasis proyek yang diharapkan dapat menjadi *scaffolding* bagi peserta didik dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis.

2.2 Teori Pembelajaran Multimedia

Adapun teori kognitif pembelajaran multimedia yang dikemukakan oleh Mayer (2005) menjelaskan bahwa pembelajaran melalui media multimedia yang menggabungkan teks, gambar, suara, dan animasi berjalan efektif dengan mengacu pada tiga prinsip utama.

1. Saluran ganda (*dual channel*), yaitu manusia memproses informasi melalui dua jalur berbeda: visual (gambar) dan verbal (suara atau teks).
2. Kapasitas terbatas, yang berarti tiap jalur hanya mampu menampung sejumlah

informasi tertentu, sehingga penyajian materi perlu dirancang agar tidak membebani daya pikir siswa secara berlebihan.

3. Pemrosesan aktif, yaitu pembelajaran akan lebih bermakna jika siswa secara aktif terlibat dalam memilah, mengorganisasi, dan menghubungkan informasi untuk membentuk pemahaman yang utuh.

Teori ini bertujuan untuk menjelaskan bagaimana siswa belajar secara efektif melalui kombinasi teks, gambar, dan suara, serta memberikan panduan desain instruksional berbasis multimedia agar mendukung proses pembelajaran yang bermakna. Pembelajaran multimedia ditujukan agar siswa mampu membangun representasi mental yang koheren dari materi yang dipelajari, bukan sekadar menghafal fakta. Pemahaman tersebut tercapai ketika siswa mengintegrasikan informasi visual dan verbal melalui proses kognitif aktif.

Lebih lanjut, Mayer (2005) menjelaskan bahwa desain pembelajaran multimedia yang efektif perlu mempertimbangkan kapasitas terbatas memori kerja dan dua saluran pemrosesan (verbal dan visual), yang ia tuangkan dalam prinsip-prinsip seperti *multimedia principle*, *modality principle*, dan *redundancy principle*. Tujuannya adalah untuk mengurangi beban kognitif yang tidak perlu dan mendukung konstruksi pengetahuan baru secara optimal.

Dengan kata lain, teori ini bertujuan untuk membantu guru dan pengembang bahan ajar dalam menciptakan media pembelajaran digital yang tidak hanya menarik secara visual, tetapi juga efektif dalam mendukung proses belajar siswa.

2.3 Pembelajaran Berdiferensiasi

Pembelajaran berdiferensiasi adalah usaha untuk menyesuaikan proses pembelajaran di kelas untuk memenuhi kebutuhan belajar individu, setiap peserta didik memiliki potensi dan bakatnya masing-masing sesuai dengan bagaimana dan di mana manusia tersebut memperoleh pengalaman dan kematangan berpikir (Tomlinson, 2001). Artinya substansi dari pembelajaran berdiferensiasi adalah pembelajaran yang memfasilitasi semua perbedaan yang dimiliki peserta didik secara terbuka dengan kebutuhan yang akan dicapai olehnya (Maryam, 2021).

Pembelajaran berdiferensiasi dapat mengakomodasi permasalahan pada *zone of proximal development* (ZPD) peserta didik.

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, dan sebagainya. 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, yaitu:

- 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).

Gaya belajar peserta didik adalah preferensi individu yang mempengaruhi bagaimana peserta didik memperoleh, memproses, dan mengingat informasi (Cassidy, 2004). Pentingnya memahami gaya belajar peserta didik terletak pada kebutuhan untuk menyajikan materi pembelajaran dengan cara yang paling efektif dan sesuai dengan preferensi individu setiap peserta didik (Ritonga & Rahma, 2021).

Pembelajaran berdiferensiasi memperhatikan tiga aspek utama, yaitu konten, proses dan produk. Uraian ketiganya adalah sebagai berikut:

a) Diferensiasi Konten

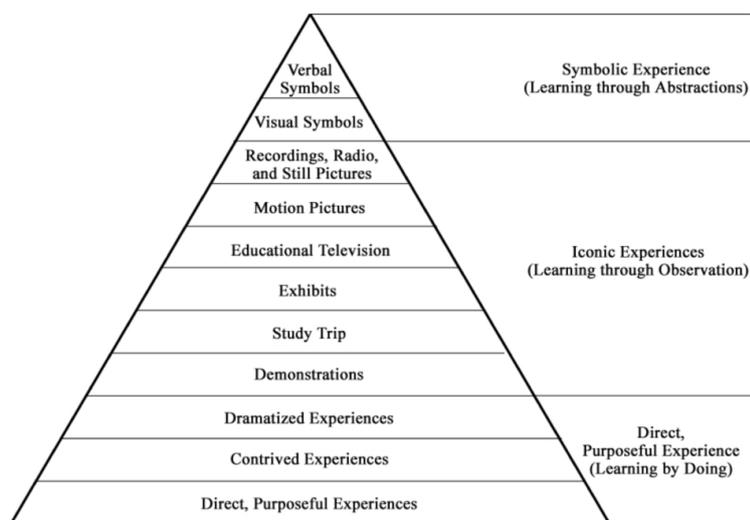
Diferensiasi konten adalah kegiatan belajar yang dilakukan dengan cara menyampaikan konten pembelajaran yang variatif sesuai dengan profil belajar peserta didik sehingga peserta didik dapat menerima materi pembelajaran dengan baik (Sarie, 2022). Diferensiasi Proses

b) Diferensiasi proses merupakan kegiatan belajar yang dilakukan dengan pembagian daftar tugas, perbedaan waktu pengerjaan tugas peserta didik dan perbedaan kegiatan belajar yang diberikan peserta didik (Wahyuni, 2022). Penerapan diferensiasi proses dalam pengembangan modul ajar, yaitu dengan pembagian proyek sesuai dengan gaya dan minat belajar peserta didik, yaitu visual, auditori dan kinestetik.

c) Diferensiasi Produk

Diferensiasi produk merupakan kegiatan belajar yang memberikan hasil berupa produk seperti gambar, diagram maupun tulisan berwujud (Herwina, 2021).

Kerucut pengalaman dari Dale (1969) terkait pengalaman belajar siswa diilustrasikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kerucut Pengalaman Dale (Sumber; Dale, 1969; Halaman 108)

Dalam kerucut pengalaman itu disebutkan gambaran 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. Pemilihan media pembelajaran yang tepat diharapkan dapat memaksimalkan hasil belajar peserta didik serta mengarahkan proses pembelajaran yang lebih berkualitas. Kerucut pengalaman Dale dan konsep pengetahuan gaya belajar dapat mempengaruhi pandangan dalam proses menentukan media pembelajaran (Sari, 2019).

Dalam konteks pengembangan *e*-LKPD berdiferensiasi, pemahaman yang baik tentang preferensi peserta didik akan memungkinkan peneliti untuk dapat menyediakan media pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan dan mempertimbangkan pemenuhan kebutuhan belajar peserta didik dengan berbagai aktivitas belajar.

2.4 Pembelajaran Berbasis Proyek

Pembelajaran berbasis proyek (PBP) adalah pendekatan pembelajaran yang menempatkan proyek atau tugas autentik di tengah perhatian pembelajaran siswa. Konsep ini mendorong siswa untuk mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam tentang materi pelajaran dengan berfokus pada pemecahan masalah dunia nyata (Ginanjari *et al.*, 2021). Sesuai dengan Diawati, *et al* (2017) PBP merupakan pembelajaran kontekstual berdasarkan pertanyaan atau masalah yang menantang, melibatkan peserta didik dalam memilih topik, mempertimbangkan pendekatan, merancang, menyelesaikan masalah, membuat keputusan, memberikan kesempatan untuk bekerja secara relatif independen untuk waktu lama, dan menghasilkan produk nyata terkait masalah.

Colley (2008) menjelaskan bahwa pembelajaran berbasis proyek adalah identifikasi proyek, menemukan informasi, membuat rencana proyek, menjalankan proyek, pendokumentasian, pelaporan dan evaluasi proyek. Sebagian besar proyek peserta didik dilakukan di luar kelas. Peserta didik diberikan lembar kerja untuk membimbing proyek mereka. Selama proyek, peserta didik berkonsultasi dengan guru secara berkala terkait dengan rencana proyek, kemajuan proyek, dan kendala

proyek. Peran guru adalah memfasilitasi, menasihati, membimbing, dan mengawasi peserta didik.

Adapun tahapan PBP menurut Colley dalam Diawati, *et al* (2018) sebagai berikut:

- 1) Tahap orientasi dilakukan di dalam kelas pada minggu pertama. Pada tahap ini, peserta didik memperhatikan penjelasan yang berkaitan dengan tujuan pembelajaran proyek, pentingnya kolaborasi tim, pentingnya berbagi informasi, masalah-masalah keamanan, serta kewajiban dan peran yang diharapkan. Peserta didik juga berdiskusi tentang bagaimana mereka seharusnya berkomunikasi satu sama lain dan bagaimana pembelajaran mereka akan dinilai.
- 2) Pada tahap identifikasi dan menentukan proyek, peserta didik membaca ilustrasi masalah dalam bentuk wacana. Peserta didik diberi tantangan dengan masalah tersebut: “Apa yang harus Anda lakukan untuk menyelesaikan masalah tersebut?”. Selanjutnya peserta didik mengidentifikasi masalah berdasarkan wacana yang disajikan.
- 3) Tahap merencanakan proyek dilakukan di luar kelas. Berdasarkan pedoman yang ada pada *e-LKPD*, peserta didik harus mencari dan mempelajari informasi yang berhubungan dengan masalah dari berbagai sumber, seperti buku, artikel, dan internet. Selanjutnya, peserta didik melaporkan dan mendiskusikannya dengan guru. Peserta didik juga diberikan tugas untuk merumuskan masalah, menentukan tujuan proyek, menentukan pentingnya proyek, daftar rinci alat dan bahan proyek, deskripsi prosedur proyek. Setelah melengkapinya tugas tersebut, peserta didik mendiskusikannya dengan guru. Kemudian, mereka memperbaiki tugas tersebut berdasarkan arahan guru. Guru mendokumentasikan tugas ini sebagai artefak, yang merupakan hasil belajar PBP. Peserta didik juga menggambar desain proyek disertai deskripsi tentang fungsi setiap komponen.
- 4) Tahap melaksanakan proyek dilakukan di luar kelas. Pada tahap ini, peserta didik menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan sesuai rencana proyek sebelumnya. Kemudian, peserta didik mengonstruksi proyek. Peserta didik menghasilkan produk PBP pada tahap ini. Guru bertanggung-jawab untuk melakukan monitor terhadap aktivitas peserta didik selama menyelesaikan proyek. Monitoring dilakukan dengan cara memfasilitasi peserta didik pada

setiap proses. Agar mempermudah proses monitoring, dibuat sebuah rubrik yang dapat merekam keseluruhan aktivitas yang penting.

- 5) Tahap mendokumentasikan dan melaporkan proyek dibagi menjadi dua bagian. Bagian pertama, peserta didik menyiapkan laporan proyek, pada tahap ini peserta didik melakukan pembahasan hasil proyek. Selanjutnya peserta didik menyusun laporan proyek secara lengkap. Bagian lainnya adalah peserta didik mempresentasikan hasil proyek di dalam kelas. Guru dan peserta didik melakukan refleksi terhadap aktivitas dan hasil proyek yang sudah dijalankan baik secara individu atau kelompok. Pada tahap ini peserta didik diminta untuk mengungkapkan perasaan dan pengalamannya selama menyelesaikan proyek. Guru dan peserta didik mengembangkan diskusi dalam rangka memperbaiki kinerja selama proses pembelajaran, sehingga pada akhirnya ditemukan suatu temuan baru (*new inquiry*) untuk menjawab permasalahan.
- 6) Tahap mengevaluasi dan menjalankan proyek tidak dilaksanakan dalam proses pembelajaran, namun tahap ini masih menjadi bagian dari PBP. Pada tahap ini, peserta didik mendorong sekolah untuk memperkenalkan produk hasil PBP kepada masyarakat, baik masyarakat yang ada di sekolah maupun masyarakat yang ada di sekitar sekolah.

Salah satu cara agar peserta didik memiliki keterampilan berpikir kritis yaitu dengan menggunakan model pembelajaran yang menghasilkan produk berupa model pembelajaran berbasis proyek. Guru sebagai fasilitator, mengevaluasi produk hasil kerja peserta didik yang ditampilkan dalam hasil proyek yang dikerjakan, sehingga mendorong peserta didik mampu berpikir kritis dalam menganalisis permasalahan nyata (Ridwan, 2024).

2.5 Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (e-LKPD)

LKPD adalah sebuah arahan bagi siswa yang bertujuan untuk memperluas pemahaman dalam berbagai aspek kognitif dan juga sebagai panduan untuk mengembangkan seluruh aspek pembelajaran. Ini merupakan alat bantu bagi siswa untuk menyelidiki atau menyelesaikan masalah sesuai dengan tujuan pembelajaran yang harus dicapai (Trianto, 2010). Seiring majunya teknologi, LKPD saat ini

telah diubah menjadi format digital yang dapat diakses melalui komputer atau gawai. Format ini sering disebut sebagai LKPD elektronik atau dikenal juga sebagai *e-LKPD* (Lorenza, 2021).

Beberapa karakteristik dari *e-LKPD* yang berfokus pada pembelajaran berbasis proyek adalah: (1) *e-LKPD* tersebut mudah diakses, (2) *e-LKPD* dirancang dengan tampilan menarik, (3) Isinya berisi rangkaian kegiatan pembelajaran yang berbasis proyek tentang pencemaran lingkungan, dan (4) *e-LKPD* tersebut menawarkan serangkaian kegiatan pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik (Maulida, 2022).

Adapun aplikasi yang mampu menunjang dalam pembuatan dan pengerjaan *e-LKPD* pembelajaran berbasis proyek dalam situs web *liveworksheet* (Musthafa, 2019; Andriyani, 2020). *Liveworksheets* adalah aplikasi yang dapat meningkatkan kepuasan peserta didik dalam mengerjakan tugas secara daring dari rumah dan kapan saja (Sele, 2022).

Manfaat lainnya penggunaan *liveworksheets* membantu guru, tidak hanya saat pemberian materi tapi juga pada saat proses penilaian (Kharismawati & Kaltsum, 2022). Penggunaan platform *liveworksheets* juga memiliki kelebihan lainnya yaitu akses gratis, tidak perlu proses cetak, dapat digunakan pada gawai atau laptop, dapat digunakan sebagai penugasan dan tidak memakan ruang penyimpanan (N.F. *et al.*, 2022).

Dalam membuat *e-LKPD* dengan web *liveworksheet*, yakni dengan mengunggah lembar kerja siswa dalam format file (PDF) yang telah disiapkan terlebih dahulu, kemudian mengeditnya menggunakan perintah yang tersedia di platform pengeditan yang disediakan. Situs web ini dapat diakses dengan mudah melalui mesin pencari *google*, dan peserta didik dapat mengerjakannya secara daring pada lembar kerja tersebut. Selain itu, lembar kerja ini juga bersifat ramah lingkungan karena tidak memerlukan pencetakan dan dapat menghemat kertas, sementara peserta didik hanya perlu menyediakan kuota internet untuk mengaksesnya. Ini memungkinkan peserta didik untuk belajar mandiri dengan cara yang lebih fleksibel. *Liveworksheets* menyediakan berbagai fitur menarik yang dapat dimanfaatkan

oleh guru untuk merancang *e-LKPD* dengan kreativitas, sehingga menciptakan pengalaman belajar yang segar dan menarik bagi peserta didik (Sholehah *et al.*, 2021).

Langkah–langkah pengembangan *e-LKPD* menurut Haqsari (2014), yaitu:

- 1) Menentukan tujuan instruksional
Dimulai dengan menganalisis peserta didik dengan mengenali peserta didik, perilaku awal dan karakteristik awal peserta didik. Kemudian dapat diperoleh peta kompetensi yang telah dan akan dicapai peserta didik, baik kompetensi umum maupun kompetensi khusus. Kedua kompetensi tersebut akan menjadi tujuan pembelajaran umum dan khusus. Tujuan pembelajaran menunjukkan kompetensi yang akan dicapai peserta didik setelah melalui proses belajar.
- 2) Mengumpulkan materi
Menentukan materi dan tugas yang akan dimuat dan disesuaikan dengan tujuan instruksional. Mengumpulkan bahan atau materi dan membuat rincian tugas yang harus dikerjakan peserta didik. Bahan yang akan dimuat dapat dikembangkan sendiri atau memanfaatkan materi yang sudah tersedia.
- 3) Menyusun elemen
Elemen atau unsur pokok lembar kerja peserta didik meliputi materi, tugas, dan latihan.
- 4) Membuat *e-LKPD*
Mendesain *e-LKPD* dengan menggunakan aplikasi *liveworksheet*. Desain kemudian diberi animasi atau video supaya lebih menarik tetapi tetap memperhatikan aturan-aturan yang ada.
- 5) Cek dan penyempurnaan
Prototype *e-LKPD* dikonsultasikan kepada para ahli agar tidak ada kesalahan pada isinya, jadi ketika terdapat kesalahan maka dapat segera diperbaiki.

2.6 Keterampilan Berpikir Kritis

Menurut Lipman (1988), berpikir kritis yaitu mampu mempertanggungjawabkan pemikirannya dalam mengambil sebuah keputusan yang terbaik. John Dewey menyatakan bahwa berpikir kritis pada dasarnya merupakan sebuah proses yang

aktif, di mana individu secara intensif mempertimbangkan berbagai aspek, mengajukan pertanyaan-pertanyaan, dan mencari informasi yang relevan, daripada hanya menerima informasi secara pasif (Fisher, 2001). Selain itu, berpikir kritis merupakan proses bernalar yang memiliki tujuan tertentu seperti membuktikan suatu pernyataan, menginterpretasikan makna dari suatu hal, atau membuat keputusan dalam menyelesaikan masalah berdasarkan informasi yang diperoleh dengan berpikir secara reflektif (Facione, 2011; Alharbi *et al.*, 2022; Van Laar *et al.*, 2020).

Berpikir kritis merupakan kemampuan berpikir terorganisir menjadi salah satu keterampilan yang harus dimiliki peserta didik di abad 21 dalam menghadapi tantangan hidup (Hidayati *et al.*, 2021; Azizah *et al.*, 2021). Peserta didik juga perlu memiliki kemampuan berpikir kritis ini agar dapat digunakan dalam mengambil keputusan dalam kehidupan sehari-hari. Seseorang yang memiliki kemampuan berpikir kritis akan mampu menganalisis permasalahan yang dihadapi, menemukan dan memilih solusi yang tepat, logis, dan bermanfaat (Kurniasih, 2012; Rachmantika & Wardono, 2019). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa keterampilan berpikir kritis merupakan keterampilan yang digunakan dalam menentukan keputusan terbaik sebagai solusi atas tantangan permasalahan secara bertanggung jawab. Sejalan dengan berpikir kritis menurut Norris dan Ennis, secara sadar diarahkan pada suatu tujuan, yang mana tujuannya adalah untuk menemukan tindakan atau kesimpulan terbaik.

Norris dan Ennis dalam (Stiggins, 1997) menyarankan agar kita dapat menangkap esensi dari “berpikir kritis” dalam lima langkah:

- 1) Mengklarifikasi isu dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan kritis
- 2) Mengumpulkan informasi penting mengenai isu tersebut
- 3) Mulai berpikir secara logis melalui berbagai sisi atau sudut pandang
- 4) Mengumpulkan informasi klarifikasi dan melakukan analisis lebih lanjut jika diperlukan
- 5) Membuat dan mengomunikasikan keputusan

Kerangka Norris dan Ennis memfokuskan analisis mereka terhadap proses

berpikir dengan melibatkan pengumpulan informasi dan penerapan kriteria yang tepat untuk menilai tindakan dari sudut pandang yang berbeda-beda. Kerangka Norris dan Ennis ditunjukkan dalam Tabel 1 dalam bentuk lima langkah proses penalaran.

Tabel 1. Kerangka Berpikir Kritis menurut Norris dan Ennis (Stiggins, 1997)

Langkah dalam Proses	Berpikir yang diperlukan
Melakukan Klarifikasi Dasar dari Masalah	Memahami masalah yang ada Menganalisis poin dari sudut pandang Mengajukan dan menjawab pertanyaan yang mengklarifikasi dan menantang
Mengumpulkan Informasi Dasar	Menilai kredibilitas berbagai sumber informasi Mengumpulkan dan menilai informasi
Membuat Kesimpulan	Membuat dan menilai keputusan dengan menggunakan informasi yang tersedia Membuat dan menilai tindakan yang akan dilakukan Membuat dan menilai <i>value judgement</i>
Melakukan Klarifikasi Lanjutan	Mendefinisikan istilah dan menilai definisi sesuai kebutuhan Mengidentifikasi asumsi
Mendapatkan Kesimpulan Terbaik	Memutuskan suatu tindakan Mengomunikasikan keputusan kepada orang lain

Kerangka berpikir kritis yang dikembangkan oleh Norris dan Ennis menggambarkan proses penalaran yang kompleks dan melibatkan berbagai tahapan berpikir yang terintegrasi. Untuk mengevaluasi penalaran berdasarkan kerangka ini, diperlukan alat asesmen tertentu. Penilaian berbasis kinerja dapat digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis, misalnya dengan memberikan masalah kepada peserta didik untuk diselesaikan secara individu atau kelompok, kemudian mengamati proses pemecahannya dan mengevaluasi keterampilan berpikir kritis berdasarkan kriteria tertentu. Selain itu, kemampuan penalaran peserta didik juga dapat dievaluasi melalui komunikasi langsung dengan menyisipkan pertanyaan strategis saat mereka menghadapi suatu masalah. Dengan kedua pendekatan ini, kemampuan berpikir kritis peserta didik dapat dinilai secara menyeluruh (Stiggins, 1997).

2.7 Sampah Organik

Sampah organik adalah limbah yang berasal dari bahan biologis yang bisa diuraikan oleh mikroorganisme, seperti sisa makanan, sayuran, daun, dan buah-buahan (Hartati, 2019). Sampah organik memiliki kandungan air yang tinggi sehingga cepat membusuk. Bau tidak sedap dari sampah organik dapat mencemari lingkungan dan menimbulkan wabah penyakit (Azmin *et al.*, 2022). Dampak dari bau yang ditimbulkan dapat mengganggu pernafasan karena adanya senyawa amonia pada sampah organik (Cundari *et al.*, 2019).

Soemarwoto (1992) menyatakan pemanasan global merupakan gejala naiknya suhu permukaan bumi karena naiknya intensitas efek rumah kaca. Efek rumah kaca disebabkan oleh adanya gas rumah kaca di atmosfer. Gas rumah kaca sendiri adalah gas yang timbul secara alamiah dan merupakan akibat kegiatan industri. Contoh gas rumah kaca (GRK) adalah CO₂ (karbon dioksida), CH₄ (methana), N₂O (nitrogen oksida), CFC (chloro fluoro karbon), HFC (hidro fluoro karbon), PFC (perfluoro karbon), dan SF₆ (sulphur heksafluoro). Jika GRK terlepas ke atmosfer dan sampai pada ketinggian troposfer, akan terbentuk lapisan 'selimut' atau 'rumah kaca' yang mengungkung bumi. Salah satu gas rumah kaca yang dapat berperan sebagai gas rumah kaca yang berasal dari sampah organik adalah methana (CH₄) (Puger, 2018).

Minimnya pengelolaan sampah dapat menyebabkan berbagai dampak, seperti pencemaran air tanah, gangguan pada rantai makanan, polusi udara, dan pencemaran tanah (Fauzi *et al.*, 2020). Sampah organik bisa didaur ulang (*recycling*) menjadi bentuk lain, yang dapat mendatangkan kesejahteraan bagi umat manusia. Setiap 1 ton sampah padat menghasilkan 50 kg gas CH₄. Gas CH₄ memiliki potensi merusak 20 kali lebih besar dari gas CO₂. Oleh karena itu, untuk mengurangi dampak sampah terhadap perubahan iklim, perlu dilakukan kegiatan pengelolaan sampah (Rochmawati *et al.*, 2019).

Beberapa teknik pengolahan sampah organik diantaranya pembuatan pupuk kompos, pupuk organik cair, dan *ecoenzyme*. Pupuk kompos organik adalah pupuk yang ramah lingkungan dan memiliki berbagai manfaat, seperti meningkatkan

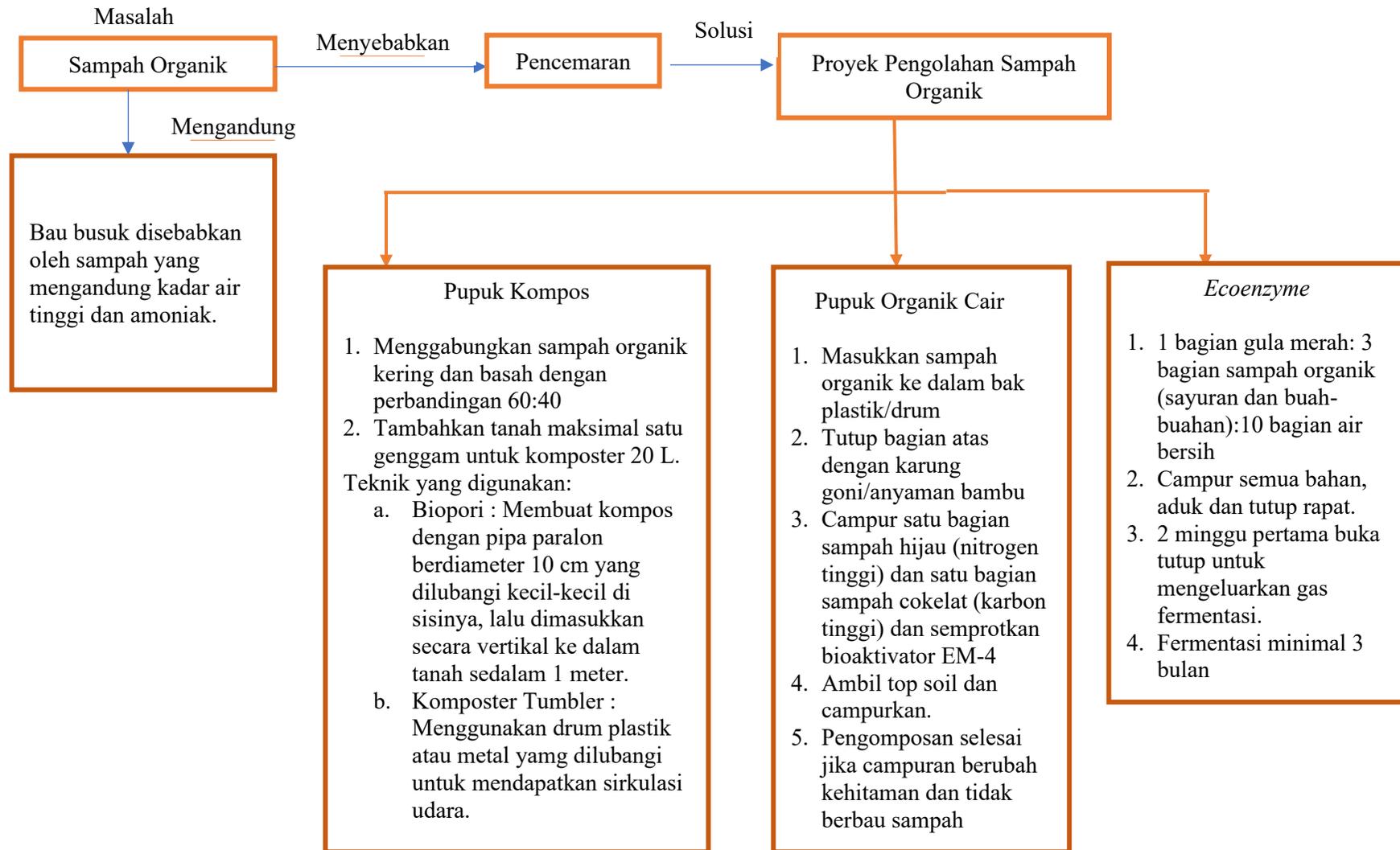
kesuburan tanah, memperbaiki struktur tanah, menyediakan nutrisi bagi tanah dan tanaman, serta meningkatkan produktivitas lahan dalam jangka panjang. Kompos dapat dibuat dalam kondisi lingkungan aerob maupun anaerob. Kompos aerob dihasilkan melalui penguraian bahan organik dengan kehadiran oksigen, menghasilkan karbon dioksida, air, dan panas. Sebaliknya, kompos anaerob dihasilkan dari penguraian bahan organik tanpa oksigen dalam wadah tertutup, menggunakan mikroorganisme untuk membantu dekomposisi, dan menghasilkan metana, karbon-dioksida, serta asam organik (Anwar *et al.*, 2019).

Pupuk kompos terdiri dari pupuk kompos padat dan pupuk kompos cair (pupuk organik cair). Pupuk organik cair atau lazim disingkat POC mengandung unsur hara yang dapat diserap dengan mudah oleh tanaman dan cepat larut dalam tanah. Proses pembuatan kompos dapat dilakukan dengan penambahan bioaktivator yang berperan untuk menguraikan bahan organik menjadi unsur-unsur N, P, K, Ca, Mg yang dikembalikan ke tanah dan unsur hara CH_4 dan CO_2 yang dapat diserap oleh tanaman (Rahmawanti & Dony, 2014). Salah satu bioaktivator yang digunakan dalam pembuatan kompos adalah *Effective Microorganism-4* (EM-4). Definsi EM-4 menurut Jalaluddin (2016) adalah kultur campuran variasi mikroorganisme seperti bakteri fotosintetik, bakteri asam laktat, ragi aktinomisetes dan jamur fermentasi yang berperan untuk memperbanyak varietas mikroorganisme tanah. Penambahan biokativator EM-4 dalam pembuatan kompos berfungsi untuk mempercepat proses pembusukan dan dapat menghilangkan bau yang muncul selama proses pengomposan (Nur & Elma, 2016).

Adapun pengolahan sampah organik menjadi *ecoenzyme* merupakan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Dr. Rasukon Poompanvong dari Thailand. *Ecoenzyme* merupakan hasil dari fermentasi limbah sampah organik seperti ampas buah dan sayuran segar, gula merah, dan air. Warnanya coklat gelap dan memiliki bau khas fermentasi asam manis yang kuat. *Ecoenzyme* memiliki manfaat yang berlipat ganda. Dengan memanfaatkan sampah organik sebagai bahan bakunya, kemudian dicampur dengan gula merah dan air, proses fermentasinya menghasilkan gas O_3 (ozon) dan hasil akhirnya adalah cairan pembersih serta pupuk yang ramah lingkungan (Imron, 2020).

2.8 Analisis Pemecahan Masalah

Adapun pemecahan masalah sampah organik pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Analisis Pemecahan Masalah Sampah Organik

2.9 Kerangka Pemikiran

Berawal dari kenyataan peserta didik dan informasi masyarakat di Indonesia yang memiliki keterampilan berpikir kritis yang rendah, padahal keterampilan berpikir kritis sedemikian penting dipenuhi untuk mengatasi tantangan abad 21. Tantangan yang beragam dari berbagai lini kehidupan, seperti sosial, politik, ekonomi bahkan lingkungan. Dalam rangka membekali keterampilan berpikir kritis pada peserta didik, maka diupayakan pembelajaran IPA yang memberikan permasalahan nyata dari lingkungan untuk dipecahkan oleh peserta didik.

Berdasarkan permasalahan tersebut, dilakukan perumusan tujuan pembelajaran dimana keterampilan berpikir kritis peserta didik dapat dilatihkan dengan menghadapkan peserta didik pada masalah nyata yang ada di lingkungan, seperti sampah organik. Salah satu model pembelajaran yang dapat digunakan untuk melatih keterampilan berpikir kritis adalah pembelajaran berbasis proyek (PBP). PBP memungkinkan peserta didik menggunakan pengetahuan yang dimiliki untuk menyelesaikan masalah nyata dalam bentuk proyek.

Pada tahapan pembelajaran berbasis proyek yaitu mengidentifikasi dan menentukan proyek, peserta didik dilatihkan untuk dapat mengidentifikasi permasalahan sampah organik yang ada di lingkungannya dengan terhadap masalah sampah organik dengan menyediakan stimulus untuk tiga gaya belajar seperti memberikan stimulus wacana berbentuk tulisan disertai gambar, rekaman audio, video, dan observasi ke lokasi secara langsung, hal ini melatih untuk mengklarifikasi isu tersebut dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan kritis.

Kemudian pada tahapan merencanakan proyek, peserta didik dilatihkan untuk mengumpulkan informasi tentang isu tersebut melalui berbagai sumber dan mendesain diagram alir sesuai minat peserta didik. Dalam tahap merencanakan proyek ketika peserta didik menggunakan informasi yang mereka dapatkan digunakan dalam membuat produk dilatihkan keterampilan berpikir kritis membuat keputusan dengan informasi yang tersedia dan ketika mengidentifikasi fungsi alat dan bahan yang digunakan dalam membuat produk melatih keterampilan berpikir kritis mengidentifikasi asumsi. Pada tahapan melaksanakan proyek, peserta didik mulai

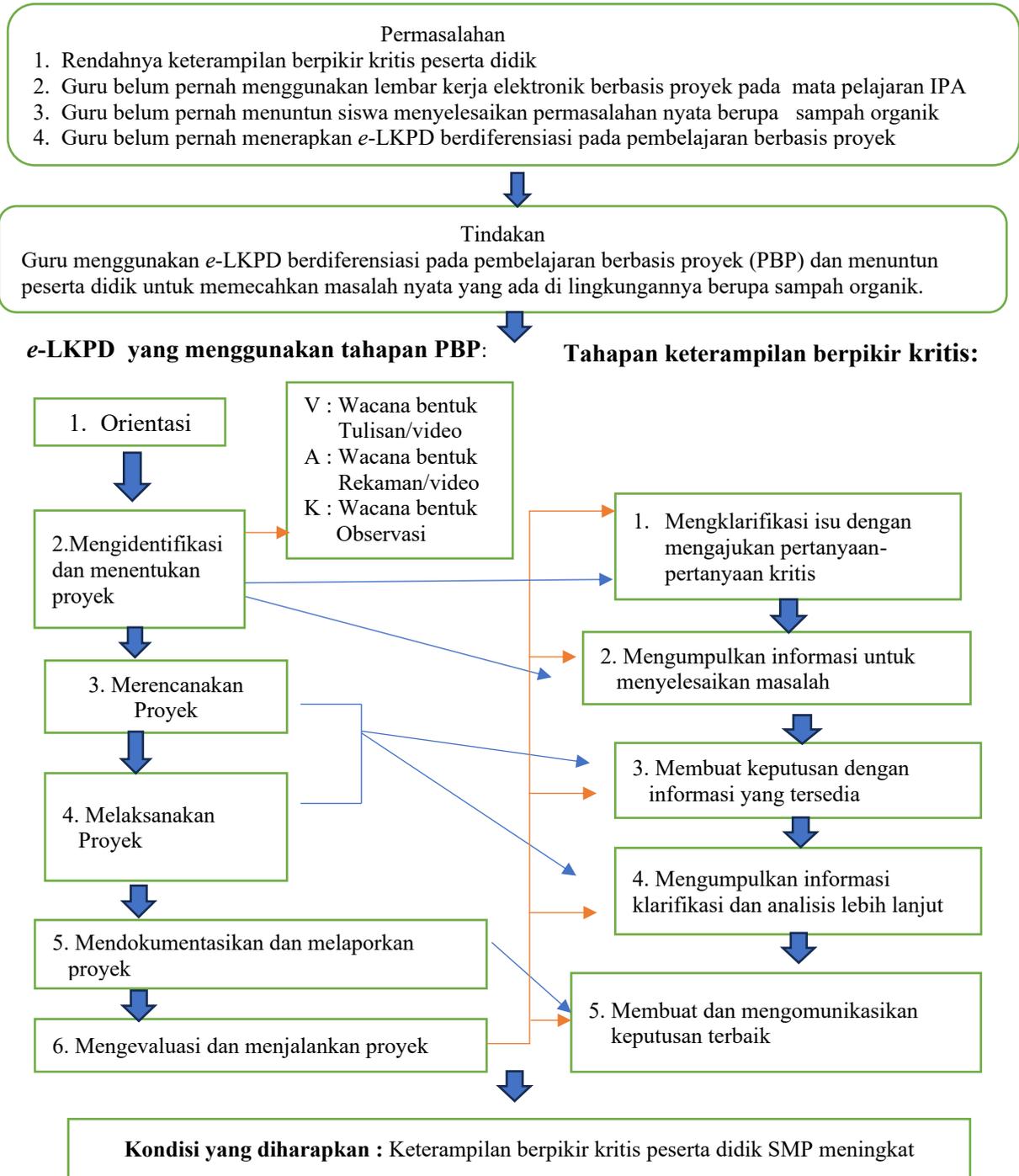
dilatih untuk berpikir logis melalui berbagai sudut pandang demi menyelesaikan permasalahan sampah organik tersebut. Ketika melaksanakan proyek, peserta didik menggunakan informasi yang diperoleh untuk melaksanakan prosedur pembuatan produk. Kemudian saat pelaksanaan proyek melakukan pengamatan dan perlakuan berdasarkan informasi yang diperoleh, hal ini melatih keterampilan berpikir kritis membuat keputusan dengan informasi yang tersedia dan mengidentifikasi asumsi. Peserta didik juga dapat mengumpulkan informasi klarifikasi dan analisis lebih lanjut jika diperlukan. Tahapan selanjutnya yaitu mendokumentasikan dan melaporkan proyek dengan media sesuai minat peserta didik dan laporan tertulis disusun sistematis. Hal ini dapat melatih peserta didik untuk bisa membuat dan mengomunikasikan keputusan penyelesaian masalah sampah organik yang telah mereka capai sesuai dengan minatnya.

Sebagian besar kegiatan proyek yang dilakukan peserta didik dilaksanakan di luar kelas, yang mana peserta didik dapat bekerja dengan mandiri untuk menyelesaikan suatu masalah dalam kurun waktu tertentu. Pengembangan *e-LKPD* saat ini dilengkapi dengan media audio, gambar, dan video serta disajikan dengan fitur-fitur belajar yang menarik. Adapun *e-LKPD* yang berkembang saat ini belum disesuaikan dengan pelaksanaan kurikulum merdeka yakni pembelajaran berdiferensiasi yang menghadirkan *e-LKPD* yang memfasilitasi keberagaman aspek preferensi belajar dan dapat diwujudkan dalam diferensiasi proses hingga diferensiasi produk. Dengan demikian, penting bagi guru untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis pada peserta didik melalui penyelesaian masalah yang menantang melalui *e-LKPD* berdiferensiasi pembelajaran berbasis proyek.

Adapun skema kerangka pikir penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.

2.10 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dalam penelitian ini adalah implementasi *e-LKPD* berdiferensiasi yang efektif pada pembelajaran berbasis proyek dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik SMP.



Gambar 4. Skema Kerangka Pemikiran Penelitian

Keterangan :

- : Tahap selanjutnya
- : Melatihkan
- : Meliputi

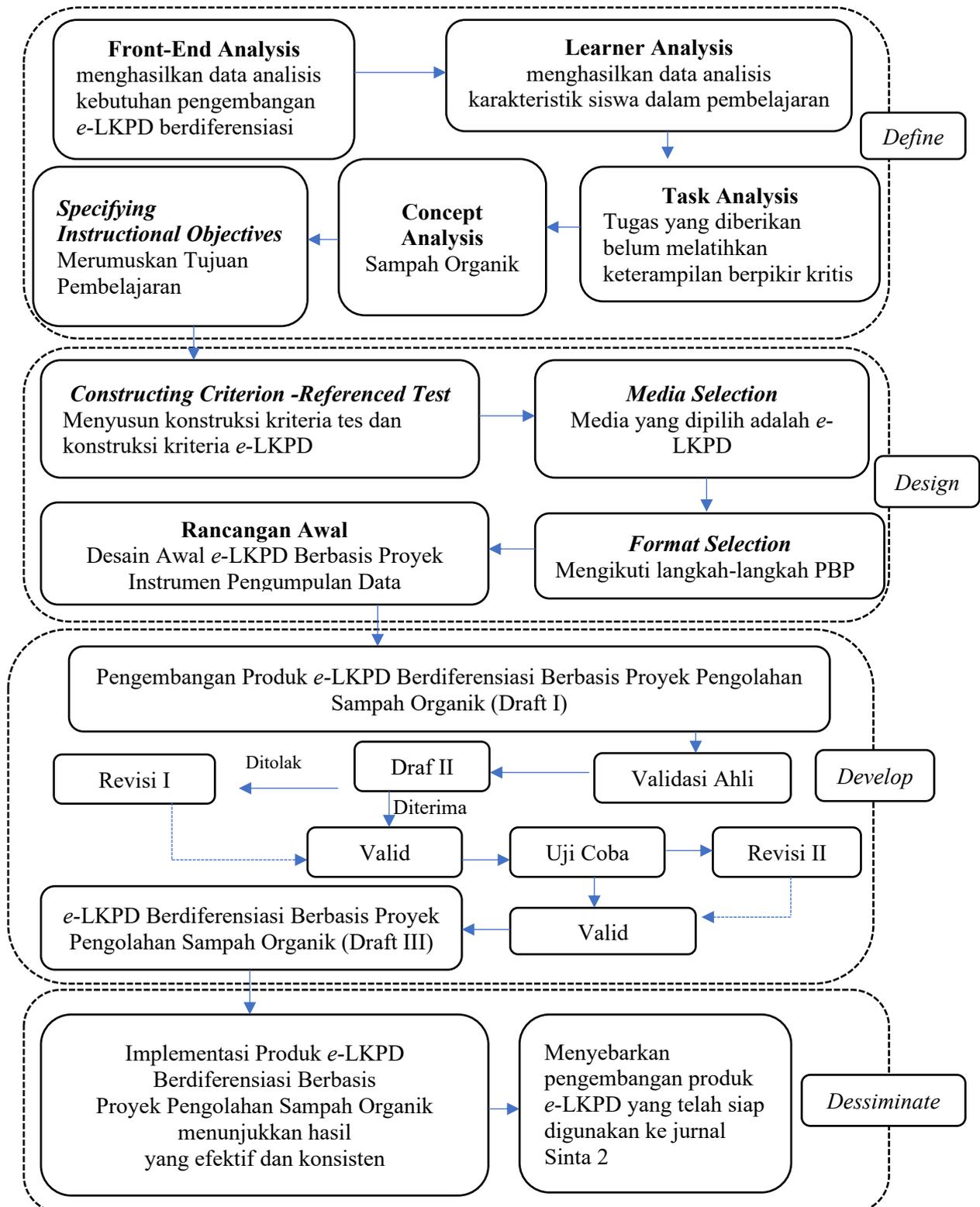
III. METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) yang mengacu pada model pengembangan 4D menurut Thiagarajan (1974). Model 4D terdiri dari empat tahapan, yaitu *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan), dan *Disseminate* (penyebaran). Adapun produk yang dihasilkan dari penelitian dan pengembangan ini adalah *e-LKPD* berdiferensiasi pada pembelajaran berbasis proyek pengolahan sampah organik untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis.

3.2 Alur Penelitian

Alur penelitian dan pengembangan produk pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 5 sebagai berikut :



Gambar 5. Alur Pengembangan e-LKPD Berdiferensiasi Pada PBP

3.3 Prosedur Penelitian

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

3.3.1 Tahap pendefinisian (*Define*)

Tahap pendefinisian dilakukan dengan tujuan dapat menentukan dan mendefinisikan kebutuhan-kebutuhan di dalam proses pembelajaran serta mengumpulkan berbagai informasi yang berkaitan dengan produk yang dikembangkan. Tahap pendefinisian dibagi atas beberapa langkah di antaranya dijabarkan sebagai berikut.

3.3.1.1 Analisis ujung-depan (*front-end analysis*)

Analisis ujung-depan bertujuan untuk memunculkan dan menetapkan masalah dasar yang dihadapi guru meliputi keterampilan berpikir kritis peserta didik dan penggunaan *e-LKPD* berdiferensiasi pada pembelajaran berbasis proyek dalam pembelajaran IPA. Dengan analisis ini didapatkan gambaran fakta, harapan dan alternatif penyelesaian masalah sehingga memudahkan untuk menentukan langkah awal dalam pengembangan *e-LKPD* berdiferensiasi pada pembelajaran berbasis proyek untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Untuk menetapkan masalah dasar, peneliti melakukan analisis kebutuhan dengan memberikan angket kepada guru IPA jenjang SMP tentang kebutuhan *e-LKPD* berdiferensiasi pada pembelajaran berbasis proyek untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis.

3.3.1.2 Analisis peserta didik (*learner analysis*)

Analisis peserta didik dilakukan dengan tujuan untuk menggali informasi berupa permasalahan dalam pembelajaran IPA, yang meliputi penggunaan *e-LKPD* berdiferensiasi pada pembelajaran IPA, model pembelajaran berbasis proyek (PBP), pembelajaran berbasis pemanfaatan sampah organik dan memeriksa preferensi gaya belajar. Analisis peserta didik dilakukan dengan menggunakan angket dengan media *google form* dibagikan kepada peserta didik.

3.3.1.3 Analisis Konsep

Analisis konsep bertujuan untuk mengidentifikasi, merinci, dan menyusun secara

sistematis konsep utama yang akan diajarkan dan dikembangkan dengan mengkaji capaian dan tujuan pembelajaran.

3.3.1.4 Analisis tugas (*task analysis*)

Analisis tugas berupa tugas-tugas yang harus diselesaikan peserta didik dalam memecahkan masalah sampah organik yang terkait dalam proyek pengolahan sampah organik.

3.3.1.5 Perumusan tujuan pembelajaran (*specifying instructional objectives*)

Pada tahap ini dilakukan perumusan hasil analisis tugas dan analisis konsep menjadi kriteria Ketuntasan Tujuan Pembelajaran (KKTP) yang selanjutnya dirumuskan menjadi tujuan pembelajaran. Hasil perumusan tujuan pembelajaran tersebut menjadi dasar dalam menyusun rancangan *e-LKPD* yang dikembangkan. Adapun komponen-komponen yang terdapat di dalam *e-LKPD* dapat melatih keterampilan berpikir kritis siswa menurut kerangka Norris dan Ennis yang meliputi lima langkah, antara lain: 1) Mengklarifikasi isu dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan kritis; 2) Mengumpulkan informasi penting mengenai isu tersebut; 3) Mulai berpikir secara logis melalui berbagai sudut pandang; 4) Mengumpulkan informasi klarifikasi dan melakukan analisis lebih lanjut jika diperlukan; dan 5) Membuat dan mengomunikasikan keputusan.

3.3.2 Tahap perancangan (*Design*)

Di tahap ini dilakukan perancangan *draft e-LKPD*. Adapun langkah-langkah pada tahap *design* ini menurut Thiagarajan (1974) adalah sebagai berikut:

3.3.2.1 Penyusunan kriteria konstruksi (*criterion -test construction*)

Pada tahap ini dilakukan analisis untuk konstruksi *e-LKPD* yang dikembangkan dan isi dari *e-LKPD*. Adapun konstruksi yang dibuat untuk *e-LKPD* ini didesain sesuai dengan langkah-langkah pembelajaran berbasis proyek pengolahan sampah organik, yaitu orientasi, mengidentifikasi dan menentukan proyek, merencanakan proyek, melaksanakan proyek, mendokumentasikan dan melaporkan proyek. Selain itu, *e-LKPD* juga dirancang untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa.

3.3.2.2 Pemilihan media (*media selection*)

Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk mengidentifikasi media pembelajaran yang relevan dengan karakteristik materi pembelajaran. Proses pemilihan media disesuaikan dengan karakteristik siswa. Hal ini bertujuan untuk membantu siswa untuk mencapai kompetensi yang telah dirumuskan. Media yang dipilih dalam penelitian ini adalah *e-LKPD* berdiferensiasi pada pembelajaran berbasis proyek pengolahan sampah organik yang dapat menuntun siswa dalam menyelesaikan kegiatan proyek.

3.3.2.3 Pemilihan format (*format selection*)

Pemilihan format *e-LKPD* berdiferensiasi yang dikembangkan dalam penelitian ini disesuaikan dengan preferensi gaya belajar peserta didik dan langkah-langkah pembelajaran berbasis proyek pengolahan sampah organik untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis.

3.3.2.4 Rancangan awal (*initial design*)

Pada tahap ini peneliti membuat rancangan awal dari *e-LKPD* berdiferensiasi berbasis proyek untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Rancangan awal dari *e-LKPD* ini berisi *cover* dengan *canva* dan lembar kerja dirancang menggunakan *ms.word*, tampilan *e-LKPD* yang dibuat menggunakan *liveworksheet*. Rancangan awal *e-LKPD* yang dihasilkan pada tahap ini disebut sebagai Draft I.

3.3.3 Tahap pengembangan (*Develop*)

Tahap ini bertujuan untuk menghasilkan produk pengembangan. Adapun langkah-langkah pada tahap *develop* adalah sebagai berikut:

3.3.3.1 Validasi produk *e-LKPD* berdiferensiasi oleh ahli (*expert appraisal*)

Setelah dilakukan pengembangan produk awal, langkah yang selanjutnya adalah validasi yang dilakukan oleh para validator ahli yang terdiri dari 3 dosen ahli IPA dari FKIP Universitas Lampung. Penilaian para ahli terhadap *e-LKPD* ini menggunakan angket yang mencakup aspek kesesuaian isi dan kesesuaian konstruksi *e-LKPD* berdiferensiasi dengan pembelajaran berbasis proyek dan keterampilan berpikir kritis. Angket berisi pernyataan semi tertutup dengan pilihan jawaban

respon positif dan respon negatif, dilengkapi dengan kolom tanggapan atau masukan untuk perbaikan. Kemudian *e*-LKPD akan direvisi mengikuti tanggapan dan masukan dari para ahli sehingga menghasilkan produk *e*-LKPD yang lebih baik. Draft *e*-LKPD yang telah direvisi mengikuti saran dan masukan dari para ahli disebut sebagai Draft II.

3.3.3.2 Uji coba produk (*developmental testing*)

Tahap uji coba produk ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas *e*-LKPD berdiferensiasi yang dikembangkan dan mengetahui respon guru dan siswa terhadap *e*-LKPD yang dikembangkan. Sebelum implementasi *e*-LKPD berdiferensiasi diberikan soal pretes dan setelahnya soal postes. Pada uji coba produk, 3 orang guru IPA yang memahami pembelajaran berbasis proyek, pembelajaran berdiferensiasi, dan keterampilan berpikir kritis diminta untuk memberikan respon terkait aspek kesesuaian konstruksi dan kesesuaian isi dari *e*-LKPD berdiferensiasi dengan pembelajaran berbasis proyek dan keterampilan berpikir kritis dengan mengisi angket dan memberikan tanggapan dengan respon positif atau respon negatif terhadap pernyataan yang tersedia. Kemudian siswa juga diminta untuk memberikan tanggapan dengan respon positif atau respon negatif terhadap *e*-LKPD dengan mengisi angket respon peserta didik yang telah disediakan. Uji coba dilakukan di SMP Negeri 1 Candipuro.

Di mana pengambilan sampel dilakukan menggunakan teknik *purposive sampling*. Desain yang digunakan untuk uji coba produk adalah *One-Group Pretest Posttest Design*.

Tabel 2. Desain Penelitian

Pretes	Perlakuan	Postes
O	X	O

Keterangan:

O: Pretes keterampilan berpikir kritis

X: Perlakuan menggunakan *e*-LKPD berdiferensiasi berbasis proyek

O: Postes keterampilan berpikir kritis (Fraenkel & Wallen, 2012)

Kemudian revisi dilakukan berdasarkan hasil respon guru yang meliputi aspek

kesesuaian isi dan konstruksi. Draft *e*-LKPD yang direvisi berdasarkan hasil respon guru dan siswa disebut Draft III.

3.3.4 Tahap Penyebaran (*Disseminate*)

Tahap *disseminate* bertujuan untuk menyebarluaskan produk yang telah dikembangkan supaya dapat dimanfaatkan oleh berbagai pihak yang membutuhkan. Adapun langkah-langkah pada tahap ini adalah sebagai berikut.

3.3.4.1 *Validation Testing*

Pada tahap ini produk *e*-LKPD yang sudah direvisi pada tahap pengembangan diimplementasikan pada target atau sasaran yang sesungguhnya. Pada tahap ini juga dilakukan pengukuran ketercapaian tujuan untuk mengetahui efektivitas produk *e*-LKPD yang dikembangkan.

3.3.4.2 *Packaging, Diffusion, dan Adoption*

Pada tahap ini produk *e*-LKPD berdiferensiasi pada pembelajaran berbasis proyek pengolahan sampah organik yang telah diimplementasikan disebarluaskan agar dapat diserap atau dipahami oleh para guru dan dapat digunakan dalam pembelajaran.

3.4 Subyek dan Lokasi Penelitian

Subyek penelitian pengembangan yaitu *e*-LKPD berdiferensiasi berbasis proyek untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Subyek untuk uji coba produk adalah peserta didik kelas VIII E SMP Negeri 1 Candipuro. Kelas ini dipilih dengan Teknik *purposive sampling*. Lokasi penelitian pada tahap *define* adalah SMP dari beberapa sekolah negeri dan swasta di Kabupaten Lampung Selatan.

3.5 Sumber Data

Sumber data pada penelitian ini terdiri atas dua sumber data, yaitu sumber data pada tahap pendefinisian (*define*) dan pada tahap pengembangan (*develop*). Pada tahap pendefinisian (*define*), sumber data diperoleh dari analisis ujung depan, yaitu untuk mengetahui kebutuhan sekolah akan *e*-LKPD berdiferensiasi pada pembelajaran berbasis proyek, sumber data yang digunakan adalah 10 guru mata

pelajaran IPA dan 96 peserta didik yang berasal dari SMP Negeri dan swasta di Kabupaten Lampung Selatan. Pada tahap pengembangan (*develop*) sumber data adalah 3 orang dosen FKIP Universitas Lampung. Pada tahap uji coba produk, yaitu untuk mengetahui respon guru dan respon peserta didik terhadap produk *e-LKPD* berbasis proyek, yang menjadi sumber data adalah 3 guru IPA, kemudian untuk mengetahui respon peserta didik dan efektivitas produk, yang menjadi sumber data diperoleh dari peserta didik kelas VIII E di SMP tersebut.

3.6 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah instrumen pada tahap *define* dan *develop*. Adapun penjelasan instrumen-instrumen tersebut adalah sebagai berikut:

3.6.1 Instrumen pada tahap *define*

3.6.1.1 Angket analisis kebutuhan *e-LKPD* berdiferensiasi menurut guru

Angket analisis kebutuhan *e-LKPD* berdiferensiasi menurut guru disusun untuk mengetahui fakta-fakta di lapangan terkait wawasan guru tentang pembelajaran berbasis proyek (PBP), keterampilan berpikir kritis siswa SMP, penggunaan sumber belajar yang biasa digunakan, pembelajaran berdiferensiasi, serta penggunaan *e-LKPD* berdiferensiasi pembelajaran berbasis proyek dalam pembelajaran. Angket analisis ujung-depan berisi pertanyaan menggunakan skala Guttman yang memiliki pilihan jawaban “Ya” dan “Tidak” dengan skor “1” dan “0” disertai dengan alasan mengapa memilih jawaban tersebut.

3.6.1.2 Angket analisis kebutuhan *e-LKPD* berdiferensiasi menurut siswa

Angket analisis kebutuhan *e-LKPD* berdiferensiasi menurut siswa disusun untuk mengetahui karakteristik *e-LKPD* yang mereka gunakan di sekolah. Angket berisi pertanyaan menggunakan skala Guttman yang memiliki pilihan jawaban “Ya” dan “Tidak” dengan skor “1” dan “0” disertai dengan alasan mengapa memilih jawaban tersebut.

3.6.2 Instrumen pada tahap *develop*

3.6.2.1 Angket validasi aspek kesesuaian

Instrumen yang digunakan untuk validasi ahli meliputi validasi kesesuaian isi dan konstruksi pada *e*-LKPD berdiferensiasi pada pembelajaran berbasis proyek yang akan dikembangkan. Angket yang digunakan berbentuk pernyataan semi tertutup yang berisi pernyataan dengan menuliskan tanda *checklist* (√) pada kolom yang tersedia.

a. Angket validasi aspek kesesuaian isi

Angket ini berisikan validasi produk yang berupa kesesuaian Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP) dengan tujuan pembelajaran, kesesuaian panduan kerja dengan tahap-tahap yang ada dalam PBP, kesesuaian KKTP dalam mengukur keterampilan berpikir kritis, dan kesesuaian wacana yang disajikan pada *e*-LKPD berdiferensiasi dengan konteks dari materi. Angket analisis validasi aspek kesesuaian isi menggunakan skala Likert 4 yang memiliki pilihan jawaban “Sangat Sesuai (SS)” dengan skor “4”, “Sesuai (S)” dengan skor “3”, “Kurang Sesuai (KS)” dengan skor “2” dan “Tidak Sesuai (TS)” dengan skor “1”, angket ini dilengkapi dengan kolom saran, yang mana validator dapat menuliskan saran dan masukannya pada kolom yang tersedia yang berguna untuk perbaikan produk.

b. Angket validasi aspek konstruksi

Angket ini disusun untuk mengetahui kesesuaian konstruksi *e*-LKPD berdiferensiasi yang dikembangkan dengan tahapan-tahapan PBP, mengetahui kesesuaian *e*-LKPD berdiferensiasi dengan struktur *e*-LKPD yang baik dan benar, juga mengetahui apakah *e*-LKPD berdiferensiasi yang akan dikembangkan sudah melatih keterampilan berpikir kritis atau belum. Angket analisis validasi aspek konstruksi menggunakan skala Guttman yang memiliki pilihan jawaban “Ya” dengan skor “1” dan “Tidak” dengan skor “0”. Angket ini juga dilengkapi dengan kolom saran, yang mana validator dapat menuliskan saran pada kolom yang tersedia yang berguna untuk perbaikan produk.

3.6.2.2 Instrumen pada uji coba produk

a. Angket respon guru

Instrumen ini berbentuk angket yang di dalamnya terdapat pernyataan-pernyataan yang dimaksudkan untuk menilai aspek kesesuaian isi dan konstruksi dari *e-LKPD* berdiferensiasi. Angket respon guru untuk menilai kesesuaian isi menggunakan skala Likert 4 yang memiliki pilihan jawaban “Sangat Sesuai (SS)” dengan skor “4”, “Sesuai (S)” dengan skor “3”, “Kurang Sesuai (KS)” dengan skor “2” dan “Tidak Sesuai (TS)” dengan skor “1”. Angket analisis validasi aspek konstruksi menggunakan skala Guttman yang memiliki pilihan jawaban “Ya” dengan skor “1” dan “Tidak” dengan skor “0”. Angket ini dilengkapi dengan kolom saran, yang mana guru dapat menuliskan saran pada kolom yang tersedia yang berguna untuk perbaikan produk.

b. Angket respon peserta didik

Instrumen ini berbentuk angket yang didalamnya terdapat pernyataan-pernyataan yang dimaksudkan untuk mengetahui respon positif dan respon negatif peserta didik dalam menggunakan *e-LKPD* berdiferensiasi dengan pembelajaran berbasis proyek memperhatikan indikator dalam keterampilan berpikir kritis. Angket respon peserta didik menggunakan skala Guttman yang memiliki pilihan jawaban “Ya” dengan skor “1” dan “Tidak” dengan skor “0”. Angket ini dilengkapi dengan alasan yang dapat diberikan oleh siswa terkait penggunaan *e-LKPD*.

c. Tes keterampilan berpikir kritis

Instrumen ini berupa soal *pretest* dan *posttest* untuk mengukur keterampilan berpikir kritis siswa. Supaya data yang diperoleh dapat dipercaya, maka instrumen yang akan digunakan harus valid dan bersifat reliabel. Karena itu, perlu dilakukan pengujian dengan *SPSS for windows* versi 27.0 terhadap instrumen yang akan digunakan.

d. Lembar observasi keterlaksanaan sintaks pembelajaran

Lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran bertujuan untuk mengetahui seberapa besar keterlaksanaan pembelajaran IPA di kelas eksperimen. Lembar observasi ini akan diisi oleh 1 orang guru IPA berisi pertanyaan-pertanyaan yang berkaitan dengan keterlaksanaan unsur-unsur pembelajaran, yang meliputi sintaks

pembelajaran dan sistem sosial. Indikator dalam lembar observasi mengidentifikasi keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran berbasis proyek menggunakan *e-LKPD* berdiferensiasi. Penilaian yang akan dilakukan oleh guru IPA diukur dengan menggunakan skala Likert 4 yang memiliki pilihan jawaban “Sangat Sesuai (SS)” dengan skor “4”, “Sesuai (S)” dengan skor “3”, “Kurang Sesuai (KS)” dengan skor “2” dan “Tidak Sesuai (TS)” dengan skor “1”.

3.7 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan angket, tes, dan lembar observasi. Pada penelitian ini, penyebaran angket analisis ujung-depan dan angket analisis siswa dilakukan pada tahap *define* dengan tujuan untuk mengetahui kebutuhan *e-LKPD* berdiferensiasi di sekolah menurut guru dan menurut siswa. Angket guru disebar via *whatsapp* dalam bentuk *google form* dan angket siswa disebar via *whatsapp* dalam bentuk *google form* dengan dibantu guru IPA. Pemberian angket juga akan dilakukan pada tahap *develop*, dimana angket yang diberikan adalah angket validasi *e-LKPD* oleh ahli dan angket respon guru terhadap kesesuaian isi dan konstruksi dari *e-LKPD* berdiferensiasi pembelajaran berbasis proyek pengolahan sampah organik.

Aspek kepraktisan diukur menggunakan angket repon guru dan angket respon siswa. Pada tahap uji coba produk, peneliti meminta guru untuk mengamati proses pembelajaran sambil mengisi lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran. Guru atau observer akan menilai kesesuaian dari unsur-unsur model pembelajaran, seperti sintaks dan sistem sosial. Sintaks pembelajaran yang diamati apakah sesuai dengan langkah-langkah dari pembelajaran berbasis proyek (PBP). Selanjutnya pada pengisian angket respon siswa, pengumpulan data dilakukan setelah siswa menggunakan produk *e-LKPD* berdiferensiasi.

Teknik pengumpulan data yang digunakan untuk mengetahui efektivitas dari *e-LKPD* yang telah dikembangkan yaitu dengan menggunakan tes. Tes yang diberikan berupa tes tertulis dengan soal *pretest* dan *posttest*. *Pretest* diberikan sebelum pelaksanaan pembelajaran dan *posttest* diberikan setelah pelaksanaan pembelajaran.

3.8 Teknik Analisis Data

3.8.1 Teknik analisis data pada tahap *define*

Pada tahap *define*, dilakukan analisis terhadap angket analisis awal dan angket analisis siswa yang dideskripsikan dalam bentuk persentase, kemudian data yang diperoleh diinterpretasikan secara kualitatif. Adapun kegiatan dalam teknik analisis data angket dilakukan dengan cara:

1. Mengklasifikasi data, yang bertujuan untuk mengelompokkan jawaban berdasarkan pertanyaan pada angket.
2. Melakukan tabulasi data berdasarkan klasifikasi yang dibuat, yang bertujuan untuk memberikan gambaran frekuensi dan kecenderungan dari setiap jawaban berdasarkan pertanyaan pada angket dan banyaknya sampel penelitian.
3. Menghitung frekuensi jawaban, yang berfungsi untuk memberikan informasi tentang kecenderungan jawaban yang banyak dipilih dalam setiap angket pertanyaan.
4. Menghitung persentase skor, yang bertujuan untuk melihat besarnya persentase setiap jawaban dari pertanyaan sehingga data yang diperoleh dapat dianalisis sebagai suatu temuan dalam penelitian. Perhitungan skor pada setiap item adalah sebagai berikut:

$$\% J_{in} = \frac{\sum Ji}{N} \times 100\% \quad (\text{Sudjana, 2005})$$

Keterangan:

$\%J_{in}$ = Persentase pilihan jawaban-i

$\sum Ji$ = Jumlah responden yang menjawab jawaban-i

N = Jumlah seluruh responden

5. Menjelaskan hasil penafsiran presentase jawaban responden dalam bentuk deskriptif naratif.

3.8.2 Teknik analisis data kevalidan

Teknik analisis data kevalidan terhadap produk *e-LKPD* berdiferensiasi yang akan dikembangkan dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Mengelompokkan jawaban berdasarkan pertanyaan angket.

2. Memberikan skor pada jawaban responden. Skor yang digunakan di dalam angket menggunakan skala *Likert* 4 untuk angket validasi isi dan skala Guttman untuk angket validasi konstruksi.
3. Menghitung persentase jawaban angket pada setiap pertanyaan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% X_{in} = \frac{\Sigma S}{S_{Maks}} \times 100\% \quad (\text{Sudjana, 2005})$$

Keterangan:

$\%X_{in}$ = Persentase jawaban responden pada angket

ΣS = Jumlah skor jawaban

S_{maks} = Skor maksimum yang diharapkan

Selanjutnya menghitung rata-rata presentase skor jawaban dari setiap angket untuk mengetahui tingkat kesesuaian isi dan konstruk *e-LKPD* yang dikembangkan adalah dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% X_i = \frac{\Sigma \%X_{in}}{n} \times 100\% \quad (\text{Sudjana, 2005})$$

Keterangan:

$\%X_i$ = rata-rata presentase jumlah terhadap pernyataan pada angket

$\Sigma \%X_{in}$ = jumlah presentase jawaban terhadap semua pernyataan pada angket

n = jumlah pernyataan pada angket

4. Menafsirkan kriteria analisis persentase validasi produk dari hasil validasi ahli menggunakan tafsiran dari (Arikunto, 2013) berdasarkan Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria Persentase Analisis Validasi

Persentase	Tingkat Kevalidan	Keterangan
76%– 100%	Valid	Layak/tidak harus revisi
51%– 75%	Cukup valid	Cukup layak/revisi Sebagian
26% – 50%	Kurang Valid	Kurang Layak/revisi Sebagian
< 26%	Tidak valid	Tidak layak/revisi total

3.8.3 Teknik analisis data kepraktisan

Teknik analisis data kepraktisan meliputi analisis data angket respon guru, dan angket respon siswa. Analisis kepraktisan dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

1. Mengelompokkan jawaban berdasarkan pertanyaan angket.
2. Memberikan skor pada jawaban responden. Skor yang digunakan di dalam angket menggunakan skala *Likert 4* untuk angket respon guru terhadap isi *e-LKPD* berdiferensiasi dan skala Guttman untuk angket respon guru terhadap konstruksi *e-LKPD* berdiferensiasi dan untuk angket respon siswa.
3. Menghitung persentase jawaban angket pada setiap pertanyaan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% X_{in} = \frac{\Sigma S}{S_{Maks}} \times 100\% \quad (\text{Sudjana, 2005})$$

Keterangan:

$\%X_{in}$ = Persentase jawaban responden pada angket

ΣS = Jumlah skor jawaban

S_{maks} = Skor maksimum yang diharapkan

Selanjutnya untuk menghitung rata-rata presentase skor jawaban dari setiap angket untuk mengetahui ketrelaksanaan dan repon guru dan siswa terhadap *e-LKPD* berdiferensiasi yang dikembangkan adalah dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% X_i = \frac{\Sigma \% X_{in}}{n} \times 100\% \quad (\text{Sudjana, 2005})$$

Keterangan:

$\%X_i$ = rata-rata presentase jumlah terhadap pernyataan pada angket

$\Sigma \%X_{in}$ = jumlah presentase jawaban terhadap semua pernyataan pada angket

n = jumlah pernyataan pada angket

4. Menafsirkan kriteria kepraktisan analisis persentase produk hasil tanggapan guru dan peserta didik dengan menggunakan tafsiran Arikunto (2013) sesuai dengan Tabel 4.

Tabel 4. Kriteria Persentase Analisis Kepraktisan

Persentase	Tingkat Kepraktisan	Keterangan
76%– 100%	Praktis	Praktis /tidak harus revisi
51%– 75%	Cukup praktis	Cukup praktis /revisi Sebagian
26% – 50%	Kurang praktis	Kurang praktis/revisi Sebagian
< 26%	Tidak praktis	Tidak praktis/revisi total

3.8.4 Keterlaksanaan pembelajaran menggunakan *e-LKPD* berdiferensiasi pada pembelajaran berbasis proyek

Analisis keterlaksanaan pembelajaran menggunakan *e-LKPD* berdiferensiasi berbasis proyek dilakukan dengan menghitung skor yang diberikan oleh observer untuk setiap aspek pengamatan. Kemudian menghiung ketercapaian keterlaksanaan dengan 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

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

Tabel 5. 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

3.8.5 Teknik analisis data uji validitas dan reliabilitas soal pretes/postes

Uji validitas dan reliabilitas soal tes dilakukan sebelum soal digunakan untuk pretes dan postes. Uji validitas dilakukan untuk mengetahui kelayakan soal. Uji validitas pada penelitian ini dilakukan menggunakan dengan versi SPSS 27.0 *for windows* hasil yang didapatkan diinterpretasikan menggunakan tabel kriteria koefisien validitas yang tersaji pada Tabel 6.

Tabel 6. Kriteria Koefisien 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
$0,00 \leq r_{xy} \leq 0,20$	Sangat rendah

(Arikunto, 2010)

Selanjutnya, 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 7. Kriteria Koefisien Reliabilitas

Koefisien Realibilitas	Keterangan
$0,80 \leq r_{11} \leq 1,00$	Reliabilitas sangat tinggi
$0,60 \leq r_{11} \leq 0,80$	Reliabilitas tinggi
$0,40 \leq r_{11} \leq 0,60$	Reliabilitas sedang
$0,20 \leq r_{11} \leq 0,40$	Reliabilitas rendah
$0,00 \leq r_{11} \leq 0,20$	Tidak Reliabel

3.8.6 Teknik analisis data skor hasil pretes dan postes

Skor hasil pretes dan postes diubah menjadi nilai. Lalu nilai pretes dan postes digunakan untuk mencari *n-Gain* kelas eksperimen untuk mengetahui seberapa besar peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

3.8.6.1 Perhitungan nilai peserta didik

Peningkatan kemampuan siswa meliputi peningkatan kemampuan faktual, konseptual, dan prosedural yang ditunjukkan oleh skor yang diperoleh peserta didik dalam tes pengetahuan siswa (pretes dan postes). Teknik penskoran nilai pretes dan postes yaitu:

$$\text{Nilai peserta didik} = \frac{\text{jumlah skor jawaban yang diperoleh}}{\text{jumlah skor maksimal}} \times 100$$

3.8.6.2 Menghitung *N-Gain*

Data nilai yang diperoleh kemudian dianalisis dengan menghitung nilai *n-Gain* yang kemudian digunakan pengujian hipotesis. Nilai *n-Gain* yang didapat kemudian digunakan untuk mengetahui efektivitas pembelajaran menggunakan *e-LKPD* berdiferensiasi. Perhitungan nilai *n-Gain* dengan menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Hake (2002) adalah sebagai berikut:

$$N\text{-gain} = \frac{\text{Nilai posttest} - \text{Nilai pretest}}{100 - \text{Nilai pretest}}$$

Perhitungan selanjutnya adalah menghitung rata-rata nilai *n-Gain* dengan rumus sebagai berikut:

$$\langle g \rangle = \frac{\text{Jumlah } n\text{-gain peserta didik}}{\text{Jumlah peserta didik}}$$

Hasil *gain* ternormalisasi (*N-Gain*) ini diinterpretasikan untuk menyatakan peningkatan kemampuan peserta didik dengan kriteria seperti disajikan pada Tabel 8 di bawah ini.

Tabel 8. Kategori *N-Gain*

Besarnya <i>N-Gain</i>	Kategori
$g \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq g < 0,7$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

Sumber : Hake, 2002.

3.9 Teknik Pengujian Hipotesis

Pengujian hipotesis menggunakan uji-t. Langkah-langkah pengujian hipotesis adalah uji normalitas, uji homogenitas, dan uji perbedaan dua rata-rata.

3.9.1 Uji normalitas

Uji normalitas digunakan untuk mengetahui apakah sampel penelitian berasal dari populasi yang berdistribusi normal atau tidak, dan untuk menentukan uji yang akan digunakan selanjutnya, apakah menggunakan uji statistik parametrik atau non parametrik. Uji normalitas dilakukan dengan program SPSS versi 27.0 *for windows*.

Rumusan hipotesis untuk uji normalitas adalah sebagai berikut:

H_0 : sampel berasal dari populasi yang berdistribusi tidak normal

H_1 : sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal

Kriteria uji normalitas:

Jika $z_{hitung} < z_{tabel}$ atau nilai $sig. > 0,05$ maka H_0 ditolak (data berdistribusi normal).

Jika $z_{hitung} > z_{tabel}$ atau nilai $sig. < 0,05$ maka H_0 diterima (data berdistribusi tidak normal).

3.9.2 Uji homogenitas

Uji homogenitas dilakukan guna untuk meyakinkan bahwa sampel memiliki varians yang homogen. Uji homogenitas menggunakan program *SPSS for windows versi 27.0* yang dilakukan menggunakan uji *Levene Test* dengan taraf signifikansi 95% dan $(\alpha) = 0,05$. Pengujian diawali dengan memberikan hipotesis nilai signifikansi.

H_0 : Varian data homogen

H_1 : Varian data tidak homogen

Kriteria pengambilan keputusan didasarkan pada nilai signifikansi yang telah diperoleh. Apabila nilai signifikansi *asympt.Sig (2-tailed)* $> 0,05$ maka H_0 diterima dan data homogen.

3.9.3 Uji *paired sample t-test*

Paired sample t-test digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rata-rata tes keterampilan berpikir kritis peserta didik sebelum dan sesudah diterapkan pembelajaran menggunakan *e-LKPD* berdiferensiasi pada pembelajaran berbasis proyek pengolahan sampah organik. Uji *paired sample t-test* menggunakan program *SPSS for windows versi 27.0*.

Pengujian diawali dengan memberikan hipotesis.

H_0 : $\mu_{post} < \mu_{pre}$: Rata-rata nilai *posttest* keterampilan berpikir kritis siswa lebih rendah dari rata-rata nilai *pretest* keterampilan berpikir kritis siswa.

$H_1: \mu \text{ post} > \mu \text{ pre}$: Rata-rata nilai *posttest* keterampilan berpikir kritis siswa lebih tinggi dari rata-rata nilai *pretest* keterampilan berpikir kritis siswa.

Kriteria pengambilan keputusan didasarkan pada nilai probabilitas yang telah diperoleh. Apabila nilai signifikansi $> 0,05$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. Jika nilai signifikansi $sig < 0,05$ maka H_1 diterima dan H_0 ditolak.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan mengenai penelitian yang telah dilaksanakan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil dari penelitian ini berupa produk *e-LKPD* berdiferensiasi pada pembelajaran berbasis proyek pengolahan sampah organik dengan karakteristik untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMP. *e-LKPD* ini dinyatakan valid dan layak digunakan, berdasarkan hasil validasi ahli, dari aspek kesesuaian isi sebesar 93% dan aspek kesesuaian konstruksi sebesar 99%. Artinya produk *e-LKPD* berdiferensiasi ini juga sesuai dengan tahapan dari PBP berupa tahap orientasi, mengidentifikasi dan menentukan masalah, merencanakan proyek, melaksanakan proyek, mendokumentasikan dan melaporkan proyek, sesuai untuk pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa SMP.
2. Produk *e-LKPD* berdiferensiasi pada pembelajaran berbasis proyek pengolahan sampah organik ini praktis sebagai upaya untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMP. *e-LKPD* ini dinyatakan praktis, berdasarkan data dari respon guru dengan hasil respon positif sebesar 99% dan hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran sebesar 97% untuk sintaks pembelajaran serta 100% untuk sistem sosial. Adapun respon positif siswa terhadap penggunaan *e-LKPD* berdiferensiasi pada pembelajaran berbasis proyek pengolahan sampah organik sebesar 97%.
3. Produk *e-LKPD* berdiferensiasi pada pembelajaran berbasis proyek pengolahan sampah organik ini efektif sebagai upaya untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMP. Hal ini berdasarkan dari perolehan rata-

rata *n-gain* yang berkategori “sedang” sebesar 0,61 serta mengalami peningkatan yang signifikan di semua indikator keterampilan berpikir kritis.

5.2 Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini masih memiliki keterbatasan, di antaranya adalah sebagai berikut:

1. Aplikasi atau situs *liveworksheet* yang digunakan untuk membuat *e-LKPD* pada penelitian ini memiliki keterbatasan, yang mana tidak menyediakan fitur bagi siswa untuk secara langsung menyematkan gambar atau video dokumentasi pelaksanaan proyeknya namun harus dibantu dengan membuat *link* dokumentasi masing-masing kelompok. Selain itu, situs *liveworksheet* tidak menyediakan ruang fitur untuk konsultasi secara intensif, sehingga guru harus menggunakan grup *whatsapp* sebagai media komunikasi.
2. Waktu pelaksanaan proyek kelompok pembuat produk *ecoenzyme* yang masih dalam masa pemantauan dan menunggu produk jadi, sedangkan masa pembelajaran berbasis proyek kelompok lain telah selesai.

5.3 Saran

Adapun saran yang dapat peneliti berikan berdasarkan keterbatasan penelitian yang telah dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Peneliti menyarankan kepada guru/calon peneliti lainnya yang ingin mengembangkan *e-LKPD* berdiferensiasi pada pembelajaran berbasis proyek lebih lanjut agar mempertimbangkan aplikasi atau situs yang digunakan untuk membuat *e-LKPD* yang menyediakan fitur bagi siswa untuk secara langsung menyematkan gambar atau video dokumentasi pelaksanaan proyeknya dan ruang konsultasi dengan guru.
2. Bagi guru/calon peneliti lainnya hendaknya memperhatikan waktu yang akan digunakan oleh siswa dalam pada tahap merencanakan proyek agar waktu digunakan memiliki lama proyek yang relatif sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusdianita, N. (2024). Pengaruh Bahan Ajar Berbasis PBL Terintegrasi Pendekatan Berdiferensiasi Terhadap Hasil Belajar Matematika Siswa Kelas V SD. *Jurnal PGSD: Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 17(2), 149-156.
- 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
- Ahsanti, A., & Husen, A. 2022. Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat dalam Mitigasi Perubahan Iklim: Suatu Telaah Sistematis. *Jurnal Green Growth dan Manajemen Lingkungan*, 11(1), 19-26.
- Alharbi, S. M., Elfeky, A. I., & Ahmed, E. S. 2022. The Effect Of E-Collaborative Learning Environment On Development Of Critical Thinking And Higher Order Thinking Skills. *Journal of Positive School Psychology*, 6848–6854.
- Almujab, S. 2023. Pembelajaran berdiferensiasi: Pendekatan efektif dalam menjawab kebutuhan diversitas siswa. *Oikos: Jurnal Kajian Pendidikan Ekonomi Dan Ilmu Ekonomi*, 8(1).
- Alyushin, M. V., & Kolobashkina, L. V. 2019. Monitoring Of The Current Status Of Students As A Means Of Increasing The Effectiveness Of Educational Process. *The Education and Science Journal*, 21(2), 176– 197.
- Andriyani, D. 2020. Penerapan Model Problem Based Learning Berbantuan LKPD Live Worksheet Untuk Meningkatkan Keaktifan Mental Siswa Pada Pembelajaran Tematik Kelas VA SD Negeri Nogopuro. *Prosiding Pendidikan Profesi Guru*, September, 122–130.
- Anisa, A. R., Ipungkarti, A. A., & Saffanah, K. N. (2021). Pengaruh kurangnya literasi serta kemampuan dalam berpikir kritis yang masih rendah dalam pendidikan di Indonesia. In *Current research in education: conference series journal* (Vol. 1, No. 1, pp. 1-12).

- Anwar, M. C., Rudijanto I.W, H., Triyantoro, B., & Wibowo, G. M. 2019. Pembuatan Pupuk Kompos Dengan Komposter Dalam Pemanfaatan Sampah Di Desa Bringin Kecamatan Bringin Kabupaten Semarang. *Jurnal LINK*, 15(1), 47–49.
- Arikunto, S. 2010. *Penilaian Program Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara
- Arikunto, S. 2013. *Evaluasi Program Pendidikan Edisi kedua*. Bumi Aksara, Jakarta.
- Azizah, J. F., Muzzazinah, M., & Susanti, E. 2021. Peran Keterampilan Berpikir Kritis Siswa di Sekolah Menengah Pertama pada Materi Sistem Pencernaan. *SAP (Susunan Artikel Pendidikan)*, 6(2), 226-231
- Azmin, N., Irfan, I., Nasir, M., & Hartati, H. 2022. Pelatihan Pembuatan Pupuk Kompos Dari Sampah Organik Di Desa Woko Kabupaten Dompu. *Jompa Abdi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(3), 137-142
- Baharuddin & Esa Nur Wahyuni. 2016. *Teori Belajar dan Pembelajaran*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media
- Barrows, H.S. & Tamblyn, R. M. . 1980. *Problem-Based Learning, an Approach to Medical Education*, New York: Springer Publishing Company.
- Burnama, N. C., & Hariyono, E. 2024. Penerapan E-LKPD Interaktif Berbasis PBL Pada Pembelajaran Fisika untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Pada Kelas X SMA Kartika IV-3 Surabaya. *IPF: Inovasi Pendidikan Fisika*, 13(2), 94-101.
- Burns, A., & de Silva, J.H. 2005. *Teachers' Voices: Explicitly Supporting Reading and Writing in the Classroom*. Australia. Macquarie University
- Bustami, Y., Syafruddin, D., & Afriani, R. 2018. The implementation of contextual learning to enhance biology students critical thinking skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(4), 451-457.
- Cassidy, S. 2004. Learning styles: An overview of theories, models, and measures. *Educational Psychology*, 24(4), pp. 419– 444.
- Coffield., Frank., Moseley, D., Elaine, H., and Ecclestone, K. 2004. “Learning Styles and Pedagogy in Post-16 Learning A Systematic and Critical Review.” *Learning84*
- Colley, K. 2008. Project-based science instruction: A primer. *The Science Teacher*, 75(8), 23.

- Cundari, L., Arita, S., Komariah, L. N., Agustina, T. E., & Bahrin, D. 2019. Pelatihan dan pendampingan pengolahan sampah organik menjadi pupuk kompos di desa burai. *Jurnal Teknik Kimia*, 25(1), 5–12.
- Dale, E. 1969. *Audiovisual methods in teaching* (3rd ed.). New York: Dryden Press.
- Dewi, L., & Fauziati, E. 2021. Pembelajaran Tematik di Sekolah Dasar dalam Pandangan Teori Konstruktivisme Vygotsky. *Jurnal Papeda: Jurnal Publikasi Pendidikan Dasar*, 3(2), 163-174.
- Diawati, C., Liliarsari, Setiabudi, A., & Buchari. (2017). Students' Construction of a Simple Steam Distillation Apparatus and Development of Creative Thinking Skills: A Project-Based Learning. *MSCEIS 2016*, 1–6.
- Diawati, C., Liliarsari, Setiabudi, A., & Buchari. 2018. Using Project-Based Learning To Design, Build, and Test Student Made Photometer by Measuring the Unknown Concentration of Colored Substances. *Journal of Chemical Education*, 95(3), 468–475.
- Ennis, R. H. 2011. *The Nature of Critical Thinking*. University of Illinois.
- Facione, P. A. 2011. Critical thinking: What it is and why it counts. *Insight assessment*, 1(1), 1-23.
- Fauzi, M., Sumiarsih, E., Adriman, Rusliadi., & Hasibuan, I. F. 2020. Pemberdayaan masyarakat melalui pelatihan pembuatan ecobrick sebagai upaya mengurangi sampah plastik di Kecamatan Bunga Raya. *Riau Journal of Empowerment*, 3(2), 87–96.
- Febrianti, N., Prambudi, D. A., & Anggraeny, R. D. (2023). Analisis Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) pada Pengelolaan Sampah Organik (Studi Kasus: ITF Kota Hijau Balikpapan). *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 15(2), 106-120.
- Fisher, A. 2001. *Critical Thinking: An Introduction*. Cambridge: Cambridge University Press
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. 2012. *How to Design and Evaluate Research in Education 8th Edition*. Mc Graw Hill Higher Education
- Gani, R. A., Windiyani, T., Hikmah, N., & Sabila, F. H. 2024. Pengembangan E-LKPD Berbasis Project Based Learning Berbantuan Liveworksheet Pada Pembelajaran IPA Di Siswa Sekolah Dasar. In *Seminar Nasional & Prosiding Pendidikan Dasar* (Vol. 1, No. 1, pp. 231-242).

- Ginanjar, H., Septiana, T., Ginanjar, D., & Agustin, S. 2021. Keberhasilan Implementasi Pembelajaran Berbasis Proyek: Faktor-faktor Kunci dalam Proses Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 5(2), 5542-5548.
- Glaser, E. 1941. *An Experiment in the Development of Critical Thinking*. New York: Bureau of Publications, Teachers College, Columbia University.
- Hairida, H. 2016. The effectiveness using inquiry based natural science module with authentic assessment to improve the critical thinking and inquiry skills of Junior High School Students. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(2): 209-215.
- Hake, R. R. 2002. Relationship of Individual Student Normalized Learning Gains in Mechanics with Gender, High School Physics, and Pretest Score in Mathematics and Spatial Visualization. *Physic Education Research Conference*, 66(1), 1-14.
- Haqsari, R. 2014. Pengembangan dan Analisis e-LKPD (elektronik-Lembar kerja peserta didik) Berbasis Multimedia Pada Materi Mengoperasikan Software Spreadsheet. *Universitas Negeri Yogyakarta*, 53(9), 1689–1699.
- Hariyanti, F. D., Hilal, A., & Hariyadi, A. 2024. Pembelajaran Berbasis Proyek (PJBL) dalam Mendorong Pemikiran Kritis dan Kreativitas Siswa Pada Mata Pelajaran IPA. *Scientia*, 3(2).
- Hartati, H., Azmin, N., Andang, A., & Hidayatullah, M. E. 2019. Pengaruh Kompos Limbah Kulit Kopi (*Coffea*) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kacang Panjang (*Vigna sinensis* L.). *Florea: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 6(2), 71-78.
- Herwina, W. 2021. Optimalisasi kebutuhan murid dan hasil belajar dengan pembelajaran berdiferensiasi. *Perspektif Ilmu Pendidikan*, 35(2), 175-182.
- Hidayati, A. R., Fadly, W., & Ekapti, R. F. 2021. Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Pembelajaran IPA Materi Bioteknologi. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 1(1), 34–48.
- Hulu, I. L., & Sinaga, D. P. 2020. Peningkatan Berpikir Kritis dan Sikap Ilmiah Siswa Kelas X Pada Mata Pelajaran Biologi Melalui Penerapan Model Berbasis Proyek di Kelas X SMA Yayasan Perguruan Keluarga Kota Pematangsiantar. *BEST Journal (Biology Education, Sains and Technology)*, 3(2), 191-197.
- Imron, M. 2020. Manajemen Sampah. <https://zerowaste.id/zero-waste-lifestyle/eco-enzyme/> diakses pada 12 Agustus 2024 pukul 10.40 WIB.

- Indriyanti, N., & Ningsih, T. 2023. Landasan Psikologis dalam Pembelajaran IPA di Madrasah Ibtidaiyah. *J-PGMI: Jurnal Pendidikan Guru MI*, 6(2), 163-174.
- Iriani, T., & Nugraheni, P. L. 2023. Pembangunan Kampung Iklim Ramah Lingkungan di Jatinegara Kaum Sebagai Bentuk Aksi Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim. In *Seminar Nasional Lahan Suboptimal* (Vol. 10, No. 1, pp. 469-479).
- Jalaluddin, Nasrul, Z., & Syafrina, R. 2016. Pengolahan Sampah Organik Buah-Buahan Menjadi Pupuk dengan Menggunakan Effektive Mikroorganisme. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 5(1), 17–29.
- Kharismawati, A., & Kaltsum, H. U. 2022. Implementasi Metode Pembelajaran Blended Learning dengan Bantuan Platform Liveworksheet Oleh Guru pada Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(3), 4531–4538.
- Kompos, K. (2019). Rancang Bangun Komposter Anaerob Untuk Mengolah Sampah Menjadi Pupuk Kompos Dan Pupuk Cair Di Nagari Parambahan. *Jurnal Aerasi Vol*, 1(2).
- Kurniasih, A. W. 2012. Scaffolding Sebagai Alternatif Upaya Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Matematika. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 3(2), 113-124.
- Kusmaryono, I. 2020. Strategi Scaffolding pada Pembelajaran Matematika. In *Seminar Nasional Pendidikan Sultan Agung IV* (Vol. 2, No. 1), 26-37.
- Lidiawati, K. R., & Aurelia, T. 2023. Kemampuan Berpikir Kritis Siswa di Indonesia: Rendah atau Tinggi. *Buletin KPIN*, 9(02), 1-2.
- Lipman, M. 1988. *Critical thinking—What can it be?* Educational Leadership, 45, 38-43.
- Lorenza, A. 2021. Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Berbasis Proyek Pada Tematik Di Kelas III Madrasah Ibtidaiyah Nurul Ittihad Kota Jambi. (*Skripsi*). Jakarta : Universitas Islam Negeri Sulthan Thaha Saifuddin.
- Oakley, L. 2004. *Cognitive Development*. London: Routledge-Taylor & Francis Group.
- Oktaviana, E., Aima, Z., & Ramadoni, R. 2024. Pengembangan E-LKPD Berbasis Project Based Learning (PjBL) Berbantuan Aplikasi Liveworksheet Pada Materi Program Linear Kelas X SMK. *Juring (Journal for Research in Mathematics Learning)*, 7(1), 031-044.

- Marudut, M. R. H., Bachtiar, I. G., Kadir, K., & Iasha, V. 2020. Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis dalam Pembelajaran IPA melalui Pendekatan Keterampilan Proses. *Jurnal Basicedu*, 4(3), 577-585.
- Maryam, A. S. 2021. *Strategi Pelaksanaan Pembelajaran Berdiferensiasi*. Jakarta: Kemdikbudristek.
- Masgumelar, N. K., & Mustafa, P. S. 2021. Teori Belajar Konstruktivisme dan Implikasinya dalam Pendidikan dan Pembelajaran. *GHAITSA: Islamic Education Journal*, 2(1), 49–57.
- Mastan, R., & Sukendro, G. G. 2023. Minimnya Kualitas Sumber Daya Manusia Indonesia dalam Berpikir Kritis (Salah Satu Aspek dalam Komunikasi Periklanan) yang diteliti dari Komentar Unggahan Instagram. *Koneksi*, 7(1), 213-221.
- Mayer, R. E. (2005). Cognitive theory of multimedia learning. *The Cambridge handbook of multimedia learning*, 41(1), 31-48.
- Maulida, Niza. 2022. *Pengembangan E-LKPD Berbasis Pembelajaran Proyek Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Materi Pencemaran Lingkungan*. (Skripsi). UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG.
- Milatti, S. I., & Fitrihidajati, H. 2024. Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Berbasis Problem Based Learning pada Materi Perubahan Lingkungan untuk Melatihkan Kemampuan Berpikir Kritis. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 13(1), 66-78.
- Miqro, F. I., & Baiq, N. H. Z. 2021. Efektifitas LKPD Elektronik sebagai Media Pembelajaran Pada Masa Covid-19 untuk Guru di YPI Bidayatul Hidayah Ampenan. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(1), 25-30.
- Morgan, H. (2014). Maximizing student success with differentiated learning. *The Clearing House*, 87(1), 34-38
- Musthafa, A. 2019. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Menggunakan Model Kooperatif Tipe Stad (Student Teams Achievement Division) Berbantuan Aplikasi Live Worksheet Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa.
- Nisa, F., & Nasrudin, H. 2022. Development of Student Worksheet with Guided Inquiry to Train High Order Thinking Skills on the Reaction Rate Materials. *Prisma Sains: Jurnal Pengkajian Ilmu*. 69-83.

- N.F., I. A., Roesminingsih, M. V., & Yani, M. T. 2022. Pengembangan LKPD Interaktif Berbasis Liveworksheet untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPS Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(5), 8153–8162.
- Noormiati, N., Zaini, M., & Karim, K. 2023. Desain dan uji coba e-LKPD IPA menggunakan Liveworksheet untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis. *Journal of Banua Science Education*, 3(2), 127-134.
- Nur, T., Noor, A. R., & Elma, M. 2016. Pembuatan pupuk organik cair dari sampah organik rumah tangga dengan penambahan bioaktivator EM4 (*Effective Microorganism*). *Konversi*, 5(2), 5–12.
- Oktaviana, E., Aima, Z., & Ramadoni, R. (2024). Pengembangan E-LKPD berbasis Project Based Learning (PjBL) berbantuan aplikasi Liveworksheet pada materi program linear kelas X SMK. *Juring (Journal for Research in Mathematics Learning)*, 7(1), 031-044.
- Pancawati, A. P. A., & Widaswara, R. Y. 2023. Pengembangan Ekonomi Kreatif dalam Meningkatkan Potensi Pariwisata. *Jurnal Ekonomi Bisnis dan Akuntansi*, 3(1), 166-178.
- Pertiwi, I., Marlina, L., & Wiyono, K. 2023. Analisis Profil Gaya Belajar Peserta Didik Sebagai Data Pembelajaran Berdiferensiasi di Kelas VII. *JIIIP- Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 6(10), 8173-8177.
- Pérez, A., Santamaria, E. K., Operario, D., Tarkang, E. E., Zotor, F. B., Cardoso, S. R. de S. N., Autor, S. E. U., De, I., Dos, A., Vendas, O. D. E., Empresas, Volk, J. E. 2017. No Title. *BMC Public Health*, 5(1), 1–8.
- Piaget, J. (1971). The Theory of Stages in Cognitive Development. In D. Green, M. P. Ford, & G. B. Flamer (Eds.), *Measurement and Piaget* (pp. 1-11). New York, NY: McGraw-Hill.
- Piaget, J. (1977). *The development of thought: Equilibration of cognitive structures*. (Trans A. Rosin). Viking.
- PISA, O. (2022). Results Factsheets Indonesia. *The Language of Science Education*, 1(2023), 1-9.
- Prastika, Y., & Masniladevi, M. 2021. Pengembangan E-LKPD Interaktif Segi Banyak Beraturan dan Tidak Beraturan Berbasis Liveworksheets Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Kelas IV Sekolah Dasar. *Journal of Basic Education Studies*, 4(1), 2601-2614.
- Prastowo, A. 2011. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif: Menciptakan Metode Pembelajaran yang Menarik dan Menyenangkan*. Yogyakarta: Diva Press.

- Prastowo, A. 2014. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*: Yogyakarta: Diva Press
- Pribadi, Y. T., Sholeh, D. A., & Auliaty, Y. 2021. Pengembangan E-LKPD Materi Bilangan Pecahan Berbasis Problem Based Learning pada Kelas IV Sekolah Dasar. *Prima Magistra: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 2(2), 273–275.
- Puger, I. G. N. 2018. Sampah Organik, Kompos, Pemanasan Global, Dan Penanaman Aglaonema di Pekarangan. *Agro Bali: Agricultural Journal*, 1(2), 127-136.
- Purnawanto, A. T. (2023). Pembelajaran berdiferensiasi. *Jurnal Pedagogy*, 16(1), 34-54.
- Puspita, V., & Dewi, I. P. 2021. Efektifitas E-LKPD Berbasis Pendekatan Investigasi Terhadap Kemampuan Berfikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(1), 86-96.
- Rachmantika, A. R., & Wardono, W. 2019. Peran Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Pembelajaran Matematika dengan Pemecahan Masalah. In *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika* (Vol. 2, pp. 439-443).
- Rachmasari, M., Serevina, V., & Budi, A. S. 2019. Lembar Kerja Elektronik Peserta Didik dengan Model Pembelajaran Berbasis Masalah untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi. *Prosiding Seminar Nasional Fisika* (E-Journal) Snf2019, viii, 223–232.
- Rachmawati, N., Susilawati, S., & Prihatiningtyas, E. 2019. Pengolahan Sampah Organik Menjadi Kompos untuk Mendukung Kampung Pro Iklim. *Jurnal Pengabdian Al-Ikhlas Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjary*, 4(2), 69-83.
- Rahardhian, A. 2022. Kajian Kemampuan Berpikir Kritis (Critical Thinking Skill) Dari Sudut Pandang Filsafat. *Jurnal Filsafat Indonesia*, 5(2), 87-94.
- Rahmawanti, N., & Dony, N. 2014. Pembuatan Pupuk Organik Berbahan Sampah Organik Rumah Tangga dengan Penambahan Aktivator EM4 di Daerah Kayu Tangi. *ZIARAA'AH*, 39(1), 1–7.
- Ridwan, N. 2024. Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Proyek Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Pada Mata Pelajaran IPA Kelas V UPTD SD Negeri 111 Barru. *Pinisi Journal Of Education*, 1-20.
- Ritonga, C. & Rahma, F. 2021. Analisis Gaya Belajar VAK Pada Pembelajaran Daring Terhadap Minat Belajar Siswa. *Jurnal Analisa*, 7(1), pp. 76–86.

- Rusefendi, et al. 1992. *Materi Pokok Pendidikan Matematika 3*. Jakarta: Depdikbud.
- Sari, V. A., & Agustini, R. 2020. Pengembangan LKPD Berorientasi Pendekatan Contextual Teaching and Learning Untuk Melatihkan Keterampilan Memecahkan Masalah Pada Materi Koloid SMA. *Unesa Journal Of Chemical Education*, 9(1), 79–83.
- Sarie, F. N. 2022. Implementasi Pembelajaran Berdiferensiasi dengan Model Problem Based Learning pada Siswa Sekolah Dasar Kelas VI. *Tunas Nusantara*, 4(2), 429-498.
- Sari, P. 2019. Analisis Terhadap Kerucut Pengalaman Edgar Dale dan Keragaman Gaya Belajar untuk Memilih Media yang Tepat Dalam Pembelajaran. *Mudir: Jurnal Manajemen Pendidikan*, 1(1), 42-57.
- Sari, N., Suryani, D., Fajari, L. E. W., & Rini, R. Y. 2023. Komunikasi Dengan Pendekatan HOTS Dalam Pendidikan Anak Usia Dini Pada Abad 21. Dwija Cendekia: *Jurnal Riset Pedagogik*, 7(2), 745-752.
- Sele, A. 2022. Survei Kepuasan Siswa Mengerjakan Tugas dengan Aplikasi Live Worksheet pada Pembelajaran Daring. *Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 7(1), 53–60.
- Sholehah, F., Sunarto, S., & Gazali, M. 2021. *Pengembangan E-LKPD Berbasis Kontekstual Menggunakan Liveworksheets pada Materi Aritmetika Sosial Kelas VII SMP Ahmad Dahlan Kota Jambi*. (Doctoral dissertation, UIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi).
- Soemarwoto, O. 1992. *Indonesia dalam Kancah Isu Lingkungan Global*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Soh, T. M. T., Arsad, N. M., & Osman, K. 2010. The relationship of 21st century skills on students' attitude and perception towards physics. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 7, 546-554.
- Solikhin, M., Seno, A. A., & Utami, B. 2023. Pembelajaran Berdiferensiasi dalam Model Problem Based Learning Terintegrasi Role Play untuk Melatihkan Berpikir Kritis Peserta Didik. In *Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Enviromental, and Learning* (Vol. 20, No. 1, pp. 54-60).
- Stiggins, R. J. 1997. *Student-Centered Classroom Assesment Second Edition*. College Macmillan Publishing Company
- Sudjana, N. 2005. *Metode Statistika*. Tarsito.

- Sulistyaningrum, D. E., Amin, M., Suryadi, S., Halim, A., & Wahid, M. S. A. 2023. Pelatihan Pengolahan Sampah Organik Menjadi Ecoenzym Untuk Mengurangi Pencemaran Lingkungan. *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(2), 5154-5162.
- Suwandi, F. P. E., Rahmaningrum, K. K., Mulyosari, E. T., Mulyantoro, P., Sari, Y. I., & Khosiyono, B. H. C. 2023.. Strategi pembelajaran diferensiasi konten terhadap minat belajar siswa dalam penerapan Kurikulum Merdeka. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Dasar* (Vol. 1, No. 1, pp. 57-66).
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. 1974. *Instructional development for training teachers of exceptional children*. Indiana University.
- Tomlinson, C. A. 2001. *How To Differentiate Instruction In Mixed-Ability Classrooms*. ASCD.
- Tomlinson, C. A. 2014. *Differentiated instruction: a guide for middle and High school teachers*. Virginia: ASCD.
- Trianto. 2010. *Model Pembelajaran Terpadu*. Bumi Aksara.
- Trilling, B. & Hood, P. 1999. *Learning, Technology, and Education Reform In The Knowledge Age*, (Online), (https://www.wested.org/online_pubs/learning_technology.pdf.)
- Van Laar, E., Van Deursen, A. J., Van Dijk, J. A., & De Haan, J. 2020. Determinants of 21st-century skills and 21st-century digital skills for workers: A systematic literature review. *Sage Open*, 10(1), 1-14.
- Wahyuni, A. S. 2022. Literature Review: Pendekatan Berdiferensiasi dalam Pembelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 12(2), 118-126.
- Wahyuni, K.S., Candiasa, I., & Wibawa, I. M. 2021. Pengembangan E-LKPD Berbasis Kemampuan Berpikir. *Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia*. 5(2), 301–311.
- Wahyuni, R., Siregar, A., Salwa, G., Hillary, G., Napitupulu, J., Siregar, M., ... & Harahap, S. 2021. Penerapan E-LKPD berbasis project based learning (PjBL) untuk meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa. *Journal of Natural Sciences*, 2(2), 62-71.
- Wangsa, G. N. A. S., Dantes, N., & Suastra, I. W. 2021. Pengembangan instrumen kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar IPA kelas V SD Gugus IV Kecamatan Gerokgak. *PENDASI: Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia*, 5(1), 139-150.

- Wardani, I. R. W., Zuani, M. I. P., & Kholis, N. 2023. Teori Belajar Perkembangan Kognitiv Lev Vygotsky dan Implikasinya dalam Pembelajaran. *DIMAR: Jurnal Pendidikan Islam*, 4(2), 332-346.
- Widyapuraya, N. W., Suryana, A. L., Suyanta, S., & Wilujeng, I. 2023. Profil Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMP Negeri 1 Juwangi pada Pembelajaran IPA. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(3), 1368-1374.
- Wulandari, A. S. 2022. Literature Review: Pendekatan Berdiferensiasi Solusi Pembelajaran dalam Keberagaman. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 12(3), 682-689.
- Yovita, Y., Ningsih, N., Subhan, S., & Vebrianto, R. 2025. Pengembangan e-modul IPA Berbasis Project Based Learning Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Bumi dan Tata Surya kelas VII SMP. *Eduproxima (Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA)*, 7(2), 644-653.
- Yuliananda, S., Utomo, P. P., & Golddin, R. M. 2019. Pemanfaatan sampah organik menjadi pupuk kompos cair dengan menggunakan kompost sederhana. *Jurnal Abdikarya: Jurnal Karya Pengabdian Dosen Dan Mahasiswa*, 3(2). 159–165.