

**PENGEMBANGAN *e*-LKPD ARGUMENTATIF PENGOLAHAN LIMBAH
IKAN DENGAN MODEL *PROJECT BASED LEARNING* UNTUK
MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS
SISWA SMP KELAS VII**

(Tesis)

**Oleh
DHEONARDO PUTRA PERDANA
2123025011**



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

ABSTRAK

PENGEMBANGAN *e*-LKPD ARGUMENTATIF PENGOLAHAN LIMBAH IKAN DENGAN MODEL PROJECT BASED LEARNING UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMP KELAS VII

Oleh

DHEONARDO PUTRA PERDANA

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *e*-LKPD argumentatif pengolahan limbah ikan dengan model PjBL untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMP kelas VII yang praktis dan efektif. Penelitian ini merupakan R&D yang mengacu pada model pengembangan 4D (*Define, Design, Development, Disseminate*) yang disarankan oleh Thiagarajan. Populasi pada penelitian ini adalah seluruh siswa kelas VII di SMPN 17 Bandar Lampung. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan Teknik *purposive sampling* sehingga didapatkan kelas VII.5 dengan 30 siswa sebagai subjek uji coba produk. Instrumen pengambilan data yang digunakan pada penelitian ini meliputi angket analisis kebutuhan pendidik dan siswa, angket validasi *e*-LKPD oleh ahli, angket tanggapan pendidik dan siswa, serta soal *pretest-posttest* keterampilan berpikir kritis. Teknik analisis data pada penelitian ini menggunakan uji *paired sample t-test* yang dianalisis menggunakan *software* SPSS versi 25.0. berdasarkan hasil tanggapan siswa terhadap *e*-LKPD pada indikator kemenarikan, kebermanfaatan, dan keterbacaan didapatkan rata-rata persentase sebesar 78,1% artinya *e*-LKPD argumentatif yang dikembangkan praktis. Hasil uji statistik didapatkan nilai *sig. 2 tailed* sebesar 0,000 yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata nilai *pretest* dan *posttest* keterampilan berpikir kritis siswa setelah menggunakan *e*-LKPD argumentatif. Hal ini didukung dengan nilai rata-rata *N-gain* siswa sebesar 0,55 dengan kategori “sedang” dan hasil uji *effect size* dengan skor 1,18 ber kriteria “besar”.

Kata Kunci : *e*-LKPD, argumentatif, PjBL, keterampilan berpikir kritis

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF ARGUMENTATIVE e-WORKSHEETS FOR FISH WASTE TREATMENT WITH A PROJECT-BASED LEARNING MODEL FOR IMPROVE CRITICAL THINKING SKILLS JUNIOR HIGH SCHOOL STUDENTS GRADE VII

By

DHEONARDO PUTRA PERDANA

This study aims to develop argumentative e-worksheets on fish waste processing with the PjBL model to improve critical thinking skills of junior high school students in grade VII that are practical and effective. This study is an R&D that refers to the 4D development model (Define, Design, Development, Disseminate) suggested by Thiagarajan. The population in this study were all grade VII students at SMPN 17 Bandar Lampung. The sampling technique in this study used the purposive sampling technique so that class VII.5 with 30 students were obtained as product trial subjects. The data collection instruments used in this study included a questionnaire on the analysis of educator and student needs, an e-worksheets validation questionnaire by experts, a questionnaire on educator and student responses, and pretest-posttest questions on critical thinking skills. The data analysis technique in this study used the paired sample t-test which was analyzed using SPSS software version 25.0. based on the results of students' responses to *e-LKPD* on the indicators of attractiveness, usefulness, and readability, an average percentage of 78.1% was obtained, meaning that the argumentative e-worksheets developed was practical. The results of the statistical test obtained a sig. 2-tailed value of 0.000, which means that there is a significant difference between the average pretest and posttest scores of students' critical thinking skills after using argumentative *e-LKPD*. This is supported by the average N-gain value of students of 0.55 with the "moderate" category and the results of the effect size test with a score of 1.18 with the "large" criteria.

Keywords: e-worksheet, argumentative, PjBL, critical thinking skills

**PENGEMBANGAN E-LKPD ARGUMENTATIF PENGOLAHAN LIMBAH
IKAN DENGAN MODEL *PROJECT BASED LEARNING* UNTUK
MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS
SISWA SMP KELAS VII**

Oleh

DHEONARDO PUTRA PERDANA

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
BANDAR LAMPUNG
2025**

Judul Tesis

**: PENGEMBANGAN E-LKPD ARGUMENTATIF
PENGOLAHAN LIMBAH IKAN DENGAN
MODEL PROJECT BASED LEARNING UNTUK
MENINGKATKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR KRITIS SISWA SMP KELAS VII**

Nama Mahasiswa

: DHEONARDO PUTRA PERDANA

Nomor Pokok Mahasiswa : 2123025011

Program Studi

: Magister Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam

Jurusan

: Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam

Fakultas

: Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Pembimbing I,

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

Pembimbing II,

Dr. Noor Fadiawati, M.Si.
NIP. 19660824 199111 2 001

2. Mengetahui

Ketua Jurusan
Pendidikan MIPA

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

Ketua Program Studi
Magister Pendidikan IPA

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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Prof. Dr. Neni Hasnunidah, M.Si.

Sekretaris : Dr. Noor Fadiawati, M.Si.

Penguji Anggota : 1. Tri Jalmo, M.Si.

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

2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd.

NIP. 19870504 201404 1 001

3. Direktur Program Pascasarjana

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

NIP. 19640326 198902 1 001

4. Tanggal Lulus Ujian Tesis: 16 Juni 2025

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dheonardo Putra Perdana
Nomor Pokok Mahasiswa : 2123025011
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. Sepanjang pengetahuan 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 ternyata kelak dikemudian hari terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka saya akan bertanggung jawab sepenuhnya.

Bandar Lampung, 16 Juni 2025

Yang menyatakan



Dheonardo Putra Perdana

NPM. 2123025011

RIWAYAT HIDUP

Penulis Dheonardo Putra Perdana lahir di Bandar Lampung pada tanggal 23 Mei 1996. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara, putra dari pasangan Nardi dan Sri Diana. Penulis memulai pendidikan di TK Al Hukama pada tahun 2000 sampai dengan 2002. Pendidikan dasar ditempuh di SD Al Kautsar pada kelas 1-3 kemudian dilanjutkan di SDN 2 Palapa pada kelas 4 sampai 6 hingga dan lulus pada tahun 2008. Setelah itu, penulis melanjutkan pendidikan di SMP Al Azhar 3 Bandar Lampung (2008-2011) dan SMA di Pondok Pesantren Modern Annida (2011-2014). Pendidikan tinggi jenjang S1 ditempuh di Universitas Islam Negeri (UIN) Raden Intan Lampung pada Program Studi Pendidikan Biologi dan berhasil diselesaikan pada tahun 2019. Kemudian penulis melanjutkan studi magister di Universitas Lampung pada program studi Magister Pendidikan IPA sejak tahun 2021.

Pada dunia pendidikan, penulis telah memiliki pengalaman mengajar sejak tahun 2017, dimulai dengan Praktik Pengalaman Lapangan (PPL) di SMAN 1 Bandar Lampung. Setelah lulus, penulis mengawali karier sebagai guru di SMA Annida Lampung Selatan (2018-2020). Selanjutnya, penulis mengajar di SMP Islam Mumtaz Bandar Lampung (2020-2023) sebelum bergabung sebagai pendidik di SMPN 17 Bandar Lampung pada tahun 2023 hingga sekarang.

Dalam kehidupan pribadi, penulis menikah dengan Elis Novitaria pada tahun 2021 dan telah dikaruniai dua orang anak laki-laki.

MOTTO

“In the middle of difficulty lies opportunity”

(Albert Einstein)

“Kepanikan adalah suatu penyakit, ketenangan adalah separuh obat, dan kesabaran adalah permulaan kesembuhan”

(Ibnu Sina)

“Raihlah ilmu dan untuk meraih ilmu belajarliah untuk tenang dan sabar”

(Umar bin Khottob)

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat, nikmat, kekuatan, kesehatan, dan kesabaran yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Tesis ini dipersembahkan sebagai ungkapan rasa cinta dan terima kasih kepada orang-orang yang berarti dalam kehidupan penulis, yaitu:

“Kedua orang tua tercinta, yang senantiasa mendoakan, memberikan motivasi, semangat, serta kasih sayang tanpa henti selama proses penyelesaian tesis ini”

“Istri tercinta, Elis Novitaria, yang selalu menjadi sumber inspirasi, dukungan, serta penyemangat dalam setiap langkah kehidupan”

“Dua putra tersayang, Leon dan Razka, yang menjadi alasan utama untuk terus berjuang dan berusaha memberikan yang terbaik”

“Adik tersayang, Fergie Nando Dwi Putra, S. Kom. yang selalu memberikan dukungan dan dorongan semangat”

“Almamater tercinta, Universitas Lampung yang telah menjadi tempat menimba ilmu dan berkembang”

SANWACANA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul “Pengembangan *e-LKPD* Argumentatif Pengolahan Limbah Ikan dengan Model *Project Based Learning* untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMP Kelas VII”. Pada kesempatan ini disampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A.I.P.M, ASEAN Eng. 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 Universitas Lampung sekaligus Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, saran, dan motivasinya dalam penyelesaian tesis ini;
6. Dr. Noor Fadiawati, M.Si. selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, saran, dan motivasinya dalam penyelesaian tesis ini;
7. Dr. Tri Jalmo, M.Si. selaku Pembahas I yang telah memberikan bimbingan, saran, dan kritik yang bersifat positif untuk perbaikan tesis ini;
8. Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd. selaku pembahas II yang telah memberikan bimbingan, saran, dan kritik yang bersifat positif untuk perbaikan tesis ini;
9. Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si. selaku validator I yang telah memberikan saran dan masukan dalam pengembangan produk;
10. Dr. Dina Maulida, M.Pd. selaku validator II yang telah memberikan saran dan masukan dalam pengembangan produk;

11. Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Administrasi Magister Pendidikan IPA Universitas Lampung.
12. Jondri Haryadi, S.Pd.I., M.Pd.I selaku kepala sekolah atas izin yang telah diberikan untuk melaksanakan penelitian serta siswa siswi SMP N 17 Bandar Lampung;
13. Rekan seperjuangan Magister Pendidikan IPA Angkatan 2021 yang telah saling memotivasi dalam penyelesaian tesis ini;
14. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tesis ini.

Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan yang telah diberikan berupa rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua. Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi pembaca umumnya.

Bandar Lampung, 16 Juni 2025

Penulis

Dheonardo Putra Perdana

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	7
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Manfaat Penelitian.....	7
1.5 Ruang Lingkup	8
II. TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Teori Belajar Konstruktivisme.....	10
2.2 Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (<i>e</i> -LKPD)	12
2.3 Model <i>Project Based Learning</i> (PjBL).....	15
2.4 Argumentasi.....	18
2.5 Keterampilan Berpikir Kritis	20
2.6 Hubungan berpikir kritis dengan argumentasi.....	22
2.7 Integrasi <i>e</i> -LKPD Argumentatif dalam PjBL	23
2.8 Limbah Ikan.....	24
2.9 Kerangka Berpikir	25
III. METODE PENELITIAN	28
3.1 Desain Penelitian	28
3.2 Prosedur Pengembangan.....	28
3.3 Instrumen Penelitian	34
3.4 Teknik Pengumpulan Data.....	34
3.5 Teknik Analisis Data.....	35
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Hasil Penelitian Pengembangan	42
4.1.1 Tahap Pendefinisian (<i>Define</i>)	42
4.1.2 Tahap Perancangan (<i>Design</i>)	48
4.1.3 Tahap Pengembangan (<i>Develop</i>).....	52

4.1.4 Tahap penyebaran (<i>Disseminate</i>)	63
4.2 Pembahasan.....	69
4.2.1 Validitas	69
4.2.2 Kepraktisan	71
4.2.3 Keefektifan.....	73
V. KESIMPULAN DAN SARAN	86
5.1 Kesimpulan.....	86
5.2 Saran	86
DAFTAR PUSTAKA	88
LAMPIRAN	
1. Angket Kebutuhan Guru	98
2. Hasil Analisis Angket Kebutuhan Guru	103
3. Instrumen Wawancara Terstruktur Siswa.....	109
4. Angket Validasi Kesesuaian Isi.....	111
5. Angket Validasi Kesesuaian Konstruksi	114
6. Hasil Analisis Angket Validasi Ahli	117
7. Hasil Analisis Angket Validasi Praktisi.....	118
8. Modul Ajar, Rubrik Penilaian, dan Instrumen Soal Berpikir Kritis.....	119
9. Tampilan <i>e-LKPD</i>	145
10. Uji Validitas dan Reliabilitas Soal	171
11. Hasil Analisis N-Gain	172
12. Uji Normalitas dan Uji Hipotesis.....	173
13. Angket Kepraktisan Produk	174
14. Hasil Analisis Angket Kepraktisan	178
15. Hasil Uji <i>Effect Size</i>	185
16. Jawaban Validator Ahli dan Praktisi	186
17. Jawaban <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Siswa.....	194
18. Surat Izin dan Balasan Penelitian.....	196
19. Dokumentasi Siswa.....	198

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kerangka Berpikir Kritis Menurut Norris dan Ennis.....	21
2. Desain Penelitian	34
3. Tabel penskoran jawaban responden.....	36
4. Kriteria Validitas	37
5. Kriteria Persentase Analisis Kepraktisan	37
6. Interpretasi Nilai <i>Alpha Cronbach's</i>	38
7. Kriteria nilai n-Gain	39
8. Klasifikasi <i>Effect Size</i>	41
9. Capaian Pembelajaran dan Alur Tujuan Pembelajaran pada materi Pengolahan limbah ikan sebagai upaya mencegah perubahan iklim	46
10. Produk <i>e</i> -LKPD Berbasis Proyek.....	50
11. Persentase Hasil Validasi Ahli.....	52
12. Saran dan Masukan <i>e</i> -LKPD Aspek Kesesuain Isi.....	54
13. Saran dan Masukan <i>e</i> -LKPD Aspek Kesesuain Konstruksi	56
14. Hasil Respon Guru Terhadap Produk	57
15. Hasil Respon Siswa Terhadap Produk	60
16. Hasil Uji Validitas Instrumen Tes.....	63
17. Hasil Uji Coba Produk	64
18. Hasil Uji Normalitas	65

19. Hasil Uji t.....	66
20. Hasil Angket Kepraktisan produk.....	67
21. Proses Pembuatan Produk.....	78
22. Kendala, Saran/perbaikan dan Cerita Menarik Siswa saat Membuat Produk Pengolahan Limbah Ikan.....	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Langkah-langkah pelaksanaan model PjBL.....	16
2. <i>Toulmin's argumentation pattern</i>	19
3. Kerangka Pikir	27
4. Prosedur Pengembangan	31
5. Grafik Hasil Angket Analisis Ujung Depan	43
6. Sumber LKPD yang digunakan oleh Guru	44
7. Hasil Validasi Kesesuaian Isi.....	53
8. Hasil Validasi Kesesuaian Kontruksi	55
9. Respon Guru terhadap Isi Produk.....	58
10. Hasil Respon Guru terhadap Konstruksi Produk.....	59
11. Respon Siswa pada Indikator Kemenarikan	60
12. Respon Siswa pada Indikator Kebermanfaatan	61
13. Respon Siswa pada Indikator Keterbacaan.....	62
14. Tes Keterampilan Berpikir Kritis.....	64
15. Hasil pada Indikator Kemenarikan Produk.....	67
16. Hasil pada Indikator Kebermanfaatan Produk.....	68
17. Hasil pada Indikator Keterbacaan Produk	69
18. Tampilan Foto, Video, Wacana dan <i>Hyperlink</i> tentang Limbah Ikan	70

19. Fitur Interaktif pada <i>e</i> -LKPD Argumentatif.....	72
20. Jawaban Siswa pada <i>e</i> -LKPD Sintaks 1.....	73
21. Jawaban <i>Pretest-Posttest</i> pada Indikator Klarifikasi Dasar dari Masalah	74
22. Jawaban Siswa pada <i>e</i> -LKPD Sintaks 2.....	75
23. Jawaban <i>Pretest-Posttest</i> pada Indikator Mengumpulkan Informasi Dasar	76
24. Jadwal dan Daftar Pembagian Tugas	77
25. Jawaban <i>Pretest-Posttest</i> pada Indikator Menyusun Kesimpulan	77
26. Kegiatan Konsultasi Siswa dengan Guru	80
27. Uji Efektifitas Produk	81
28. Hasil Analisis Sifat Fisik Produk	82
29. Jawaban <i>Pretest-Posttest</i> Indikator Klarifikasi Lanjutan.....	82
30. Jawaban <i>Pretest-Posttest</i> Indikator Membuat Kesimpulan Terbaik	84

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Abad ke-21 merupakan era perubahan zaman menjadi lebih modern yang ditandai dengan pesatnya perkembangan pengetahuan dan teknologi, sebagai peralihan dari era industri menuju era informasi dan digitalisasi. Perubahan ini menyebabkan timbulnya sejumlah tantangan baru yang perlu diatasi. Sebagai upaya untuk menghadapi tantangan tersebut, siswa perlu menguasai keterampilan yang biasa disingkat 6C yaitu *character, citizenship, critical thinking, creativity, collaboration, communication*, sebagaimana dijelaskan oleh Trisnawati *et al* (2023). Salah satu keterampilan yang harus dikuasai adalah keterampilan berpikir kritis. Menurut Norris dan Ennis dalam Stiggins (1997) keterampilan berpikir kritis merupakan sebuah pemikiran yang masuk akal dan reflektif yang fokusnya pada pengambilan keputusan tentang apa yang harus dilakukan atau diyakini.

Selanjutnya seorang individu yang memiliki keterampilan berpikir kritis akan menyadari potensi hambatan dan kesulitan dari sebuah masalah, sebab mereka akan berfokus pada solusi dan pengambilan keputusan tentang apa yang harus dilakukan (Stiggins, 1997; Sarwinda, *et al.*, 2020). Berdasarkan penjelasan tersebut, dapat dipastikan bahwa keterampilan berpikir kritis akan dibutuhkan kelak dalam dunia kerja yang sangat ketat saat ini, sebagaimana diungkapkan oleh Saputra *et al.* (2019). Berkaitan dengan pentingnya keterampilan berpikir kritis tersebut, faktanya di Indonesia keterampilan berpikir kritis masih tergolong rendah. Berdasarkan skor *Programme for International Student Assessment* (PISA) tahun 2022 diketahui keterampilan berpikir kritis siswa Indonesia pada bidang sains masih rendah, dimana Indonesia mendapatkan skor 383 dengan

peringkat 66 dari 80 negara (OECD, 2023). Beberapa penelitian sebelumnya turut mendukung bahwa keterampilan berpikir kritis siswa di tiga wilayah di Indonesia saat ini memang rendah, misalnya di Provinsi D.I.Yogyakarta dengan skor 36.40 dari skor tertinggi 100, di wilayah Jember dengan skor 28.72 dari skor tertinggi 100, dan di wilayah Pemalang dengan skor 43 dari skor tertinggi 100 (Putri dan Prodjosantoso, 2020; Indayani dkk., 2021; Khoiri dkk., 2022).

Berdasarkan 3 hasil penelitian di atas bahwa keterampilan berpikir kritis siswa yang masih rendah, maka peneliti melakukan survei di organisasi MGMP IPA SMP di kota Bandar Lampung. Berdasarkan data hasil survey pada 25 guru IPA SMP, bahwa seluruh guru telah paham tentang konsep keterampilan berpikir kritis dan pentingnya di Abad-21. Selanjutnya, sebanyak (91%) guru telah mengetahui tentang indikator keterampilan berpikir kritis dan sebagian besarnya (72%) telah mengembangkan keterampilan berpikir kritis di kelas. Kendatipun demikian, kemampuan berpikir kritis siswa di 2 sekolah Bandar Lampung masih tergolong rendah. Hasil penelitian yang dilakukan Sutrisno dan Pratama (2020) di SMPN 16 Bandar Lampung, menyatakan bahwa hanya 18,52% siswa mampu mengerjakan soal keterampilan berpikir kritis. Sedangkan hasil penelitian Anggreini dkk (2022) di SMPN 2 Bandar Lampung, menyimpulkan bahwa persentase siswa yang mampu mengerjakan soal keterampilan berpikir kritis hanya sebesar 29,32%.

Keterampilan berpikir kritis harus ditumbuhkan dan diimplementasikan dalam proses pembelajaran karena keterampilan ini tidak datang dengan sendirinya. Seperti yang telah disampaikan di atas, guru-guru IPA SMP Bandar Lampung sudah sadar akan pentingnya keterampilan berpikir kritis dan mencoba mengimplementasikannya dengan memperhatikan setiap indikator yang ada. Namun, terdapat beberapa kendala dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa selama pembelajaran. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru kendala tersebut berasal dari kurangnya motivasi belajar dan rasa percaya diri siswa. Ketika motivasi belajar dan rasa percaya diri siswa rendah, maka dia tidak akan mampu mengemukakan argumen pribadinya terhadap suatu permasalahan yang sedang dihadapi. Padahal, ketika berargumen berarti siswa sedang melakukan

tindakan berpikir kritis sebagaimana dijelaskan oleh Kurnia dkk (2022). Kendala yang terjadi di lapangan juga berasal dari guru. Berdasarkan hasil survei diketahui bahwa, sebanyak (28%) guru IPA di kota Bandar Lampung belum mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa. Mereka mengaku masih perlu mengkaji dan mempelajari lebih lanjut tentang cara mengembangkan keterampilan berpikir siswa di kelas. Selanjutnya, didapatkan data 48% guru menggunakan pendekatan saintifik selama proses pembelajaran, 32% guru menggunakan model pembelajaran seperti *Inquiry Learning*, *Problem Based Learning* dan *Cooperative Learning*, sedangkan 20% dari guru hanya menggunakan metode tertentu seperti: diskusi dan ceramah saat belajar. Data tersebut menunjukkan bahwa guru sudah berupaya menggunakan pendekatan, model dan metode dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis, namun masih sangat sedikit guru yang menggunakan model pembelajaran yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Sementara itu, menurut Iman dkk (2017) siswa akan mampu berpikir kritis dalam belajar apabila selama pembelajaran siswa dituntut terlibat secara aktif sehingga kemampuan berpikir siswa akan berkembang dengan masalah dan tantangan yang dihadapinya.

Keterampilan berpikir kritis merupakan salah satu kompetensi esensial dalam pembelajaran abad 21, maka solusi yang dapat dilakukan adalah penggunaan model yang menjadikan siswa sebagai pusat dan memicu peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa, yaitu menerapkan pembelajaran berbasis proyek (PjBL). Model PjBL mengacu pada model pembelajaran yang melibatkan siswa dengan meminta mereka menyelesaikan proyek yang bermakna dimana siswa memiliki peran sentral dalam mengidentifikasi suatu masalah, mendiskusikan ide-ide, merancang pertanyaan, mengumpulkan dan menganalisis data secara mandiri (Guo *et al.*, 2020; Sumarni, 2023; Chen and Yang, 2018). Penerapan PjBL mampu meningkatkan perkembangan pengetahuan dan keterampilan siswa serta memberikan dampak positif terhadap keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa secara bersamaan (Guo *et al.*, 2020; Sumarni dan Kadarwati, 2020).

Model PjBL memiliki peran penting dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Namun model PjBL lebih berorientasi pada pencapaian tujuan

tertentu, misalnya lebih memperhatikan proses dalam menghasilkan produk-produk inovatif siswa (Sumarni, 2015). Selama proses pembuatan produk siswa tentu dituntut untuk bekerja sama baik itu dalam hal merancang, melakukan penyelidikan, analisis, dan sintesis informasi bahkan mencari solusi terhadap permasalahan yang ditemukan. Berdasarkan hal tersebut, maka guru perlu untuk memperhatikan bagaimana siswa mengemukakan pendapat pribadinya. Kemampuan seseorang dalam mengungkapkan berpendapat dapat menunjukkan kemampuan berpikirnya, maka memberikan kesempatan kepada siswa untuk terlibat dalam diskusi menjadi pondasi utama yang membangun kesadaran kritis dalam menunjukkan kemampuan berpikirnya (Hasnunidah *et al.*, 2020; Ayuni dkk., 2022; Nejmaoui, 2018).

Salah satu permasalahan kontekstual yang dapat diselesaikan siswa melalui penerapan model PjBL adalah permasalahan limbah ikan yang ditemukan di wilayah pesisir, seperti di Gudang Lelang, Kecamatan Teluk Betung Selatan, Kota Bandar Lampung. Daerah tersebut merupakan suatu daerah yang padat penduduk dimana terdapat pasar ikan tepat di atas laut yang menghasilkan limbah ikan setiap harinya. Limbah ikan biasanya dihasilkan selama proses penangkapan, pengolahan, dan konsumsi ikan mencakup ikan busuk, tulang, kulit, sirip, dan organ internal. Berdasarkan hasil survei terhadap masyarakat yang bertempat tinggal di sekitar kawasan Gudang Lelang, limbah tersebut memberikan dampak negatif antara lain menimbulkan bau yang tidak sedap dan mengganggu kenyamanan masyarakat lingkungan sekitar. Oleh karena itu, diperlukan upaya penyelesaian untuk mengolah limbah ikan agar dapat dimanfaatkan secara lebih produktif. Melalui pembelajaran dengan model PjBL, permasalahan tersebut dapat terselesaikan dengan mengaitkan konsep yang ada dalam pembelajaran IPA yaitu menggunakan keterampilan berpikir kritis yang siswa miliki. Limbah ikan ini seharusnya dapat didaur ulang menjadi beberapa produk yang bermanfaat bagi kehidupan seperti diolah menjadi pakan ternak, pupuk organik, dan juga tepung ikan (Fahrizal dan Ratna, 2018; Aulia dkk., 2022; Rafidah dkk., 2023).

Pada proses mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa melalui model PjBL pada proyek pengolahan limbah ikan, dibutuhkan media ajar untuk mem-

bantu keberhasilan guru di kelas, seperti menggunakan LKPD. Penggunaan LKPD dengan model pembelajaran yang tepat dalam pembelajaran IPA mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Hal ini didukung pula dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa implementasi LKPD dengan model PjBL dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis (Wulandari dan Novita, 2018).

LKPD yang digunakan oleh guru IPA di Kota Bandar Lampung adalah LKPD konvensional, yaitu lembar kerja siswa dalam bentuk cetak yang disusun secara manual dan berisi instruksi serta soal latihan yang cenderung bersifat satu arah dan kurang interaktif. Adapun persentasenya yaitu 31% berasal dari buku teks siswa, 32% berasal dari internet dan 37% berasal dari hasil buatan sendiri. Menurut Jannah dan Suciptaningsih (2023), memasuki era digitalisasi saat ini guru-guru perlu mengembangkan bahan ajar inovatif berbentuk digital seperti LKPD elektronik. Hasil penelitian Hikmah dkk., (2024) menyatakan bahwa LKPD cetak terutama yang berasal dari buku siswa, belum efektif sebagai sarana pembelajaran dimana masih terdapat kelemahan dari segi tampilan, isi, maupun kepraktisannya. Dinilai belum efektif dikarenakan LKPD konvensional sering mengambil dari buku teks atau internet tanpa melalui proses penyesuaian dengan kebutuhan dan karakteristik siswa. Sebaliknya, *e-LKPD* disusun secara digital dan interaktif dengan konten yang lebih fleksibel serta dapat disesuaikan dengan konteks pembelajaran. Ditinjau dari manfaatnya, *e-LKPD* dapat menjadikan proses pembelajaran menjadi lebih menarik. Alasannya karena terdapat fitur seperti gambar, video, dan animasi untuk menguatkan pemahaman akan materi yang disampaikan, serta dapat diakses secara online dimanapun dan kapan saja selama tersedia internet (Rahma dkk., 2022; Zahroh, 2021; Bilkisda & Sudibyo, 2021). Berdasarkan penjelasan di atas, maka akan dibuat *e-LKPD* berbasis model PjBL dengan menggunakan *platform wizer.me*.

Wizer.me merupakan salah satu website yang menawarkan fitur lengkap untuk menyelesaikan tugas secara online. *Wizer.me* mendorong kreativitas guru dalam membuat lembar kerja secara elektronik dengan banyak pilihan jenis soal seperti soal terbuka, pilihan ganda, penugasan, menemukan kata, menggambar, mengisi

celah dan tabel. Menurut Dewi dkk., (2023) kelebihan dari *e*-LKPD yang menggunakan *wizer.me* adalah: 1) dapat dikemas secara menarik karena banyak sekali tema yang sudah disediakan oleh *wizer.me*; 2) Fitur-fitur kegiatan siswa disediakan bervariasi yang dapat digunakan sesuai kebutuhan guru; 3) *e*-LKPD dapat memuat gambar, audio, video yang dapat mendukung proses pembelajaran; 4) *Wizer.me* dapat diakses menggunakan *smartphone*, laptop, atau tablet; 5) Semua kegiatan pembelajaran dari mengerjakan tugas sampai dengan mengumpulkan tugas dapat dikumpul secara online; 6) Guru dapat melihat langsung proses pengerjaan dan hasil pengerjaan siswa.

Meninjau keunggulan *e*-LKPD yang memanfaatkan platform digital seperti *Wizer.me*, media ini dinilai mampu mendukung implementasi model PjBL dalam proses pembelajaran. Namun untuk benar-benar mendorong peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa, diperlukan bentuk *e*-LKPD yang tidak hanya bersifat interaktif, tetapi juga mampu melatih siswa dalam mengemukakan dan membangun argumen secara logis. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan kebaruan berupa pengembangan *e*-LKPD argumentatif, yaitu lembar kerja digital yang dirancang agar siswa dapat menyelesaikan suatu masalah melalui proses penyusunan argumen berdasarkan informasi dan teori yang telah mereka temukan, serta menarik kesimpulan secara mandiri. Dengan demikian, siswa tidak hanya memahami materi, tetapi juga dilatih untuk berpikir kritis dan mengkomunikasikan argumen mereka secara lisan maupun tulisan. Sejalan dengan Kusdiningsih dkk (2016) yang menyebutkan bahwa *e*-LKPD berbasis argumen adalah *e*-LKPD yang diawali dengan penyajian masalah, yang kemudian harus diselesaikan oleh siswa melalui penyampaian pendapat atau ide-ide mereka. Kebaruan lainnya dalam penelitian ini terletak pada pemilihan konteks lokal berupa pengolahan limbah ikan di kawasan pesisir Kota Bandar Lampung sebagai tema proyek, sehingga pembelajaran menjadi lebih kontekstual dan bermakna bagi siswa. Berdasarkan paparan tersebut, maka penelitian ini dikembangkan dengan judul “Pengembangan *e*-LKPD argumentatif pengolahan limbah ikan dengan model *Project Based Learning* untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMP kelas VII”.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimanakah karakteristik produk *e*-LKPD argumentatif pengolahan limbah ikan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa?
2. Bagaimanakah kepraktisan *e*-LKPD argumentatif pengolahan limbah ikan yang telah dikembangkan untuk mendukung pelaksanaan pembelajaran dengan model *Project Based Learning* di kelas VII SMP?
3. Bagaimanakah efektivitas *e*-LKPD argumentatif pengolahan limbah ikan yang telah dikembangkan dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dengan model *Project Based Learning*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui :

1. Mendeskripsikan karakteristik produk *e*-LKPD argumentatif pengolahan limbah ikan yang telah dikembangkan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa
2. Menghasilkan produk *e*-LKPD argumentatif pengolahan limbah ikan yang praktis untuk pelaksanaan pembelajaran dengan model *Project Based Learning* di kelas VII SMP.
3. Menghasilkan produk *e*-LKPD argumentatif pengolahan limbah ikan yang efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dengan model *Project Based Learning*.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dalam penelitian ini adalah :

1. Bagi Peneliti
Memberi pengetahuan dan pengalaman tentang cara mengembangkan *e*-LKPD argumentatif dengan model PjBL.
2. Bagi Pendidik

Sebagai alternatif bahan ajar oleh para guru SMP di Lampung untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.

3. Bagi Siswa

Memperoleh pengalaman dalam melaksanakan proyek selama pembelajaran sebagai upaya untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis.

4. Bagi sekolah

Menjadi sumber literasi dan rujukan dalam pengembangan pembelajaran inovatif dalam upaya meningkatkan mutu sekolah.

1.5 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup penelitian pengembangan ini adalah:

1. *e*-LKPD yang dikembangkan adalah *e*-LKPD argumentatif yang menggunakan pola *Toulmin's argumentation pattern* pada sintaks ke-2 model PjBL dikegiatan 3 yaitu merancang produk. Siswa diharuskan menyusun klaim, data, *warrant*, dan *backing* untuk merancang produk.
2. *e*-LKPD argumentatif yang digunakan dalam penelitian ini dikembangkan menggunakan platform *wizer.me* dan mengadopsi model PjBL dengan langkah-langkah yang merujuk pada KEMDIKBUD (2014), yaitu: 1) Penentuan pertanyaan mendasar, 2) Menyusun perencanaan proyek, 3) Menyusun jadwal, 4) Monitoring, 5) Menguji hasil, dan 6) Evaluasi pengalaman.
3. Keterampilan berpikir kritis siswa diukur menggunakan indikator dari Ennis (1997), yang meliputi: 1) melakukan klarifikasi dasar dari masalah, 2) mengumpulkan informasi dasar, 3) membuat kesimpulan, 4) melakukan klarifikasi lanjutan, dan 5) mendapatkan kesimpulan terbaik. Pengukuran keterampilan ini dilakukan melalui pemberian soal *pretest* dan *posttest*. Keefektifan diukur dengan membandingkan skor *pretest* dan *posttest* pada soal-soal yang selaras dengan indikator keterampilan berpikir kritis tersebut.
4. Subyek yang digunakan pada penelitian ini adalah siswa kelas VII SMP Negeri 17 Bandar Lampung.
5. Capaian pembelajaran yang digunakan yaitu, siswa memahami interaksi antar makhluk hidup dan lingkungannya dalam merancang upaya-upaya untuk mencegah dan mengatasi perubahan iklim. Sehingga fokus penelitian ini

mengkaji pemanfaatan limbah ikan sebagai upaya mitigasi perubahan iklim dengan mengajak siswa memahami interaksi makhluk hidup dan lingkungannya melalui pengelolaan limbah ikan secara bijak guna mencegah pencemaran lingkungan dan mengurangi dampak perubahan iklim.

6. Kepraktisan produk diukur berdasarkan angket kepraktisan produk yang memuat tiga indikator utama: kemenarikan, kebermanfaatan, dan keterbacaan. Skor kepraktisan kemudian diperoleh dari rata-rata penilaian pada ketiga indikator dalam angket tersebut.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Belajar Konstruktivisme

Konstruktivisme adalah pendekatan dalam epistemologi yang menekankan proses aktif seorang individu dalam membentuk suatu pengetahuan, bukan hanya sekedar menerima informasi secara pasif. Menurut Suparno (1997) terdapat tiga jenis konstruktivisme: (1) konstruktivisme eksogen, di mana pengetahuan dibentuk berdasarkan realitas eksternal; (2) konstruktivisme endogen, yang menekankan proses internal individu dalam membentuk pengetahuan; dan (3) konstruktivisme dialektik, yang menyoroti peran interaksi sosial dalam pembentukan pengetahuan. Pada konteks pembelajaran, pendekatan konstruktivistik menekankan bahwa siswa secara aktif membangun pengetahuannya sendiri melalui proses berpikir kritis, diskusi, dan refleksi, dengan guru berperan sebagai fasilitator yang menyediakan lingkungan belajar yang mendukung.

Terdapat dua bentuk utama dari teori konstruktivisme, salah satunya adalah konstruktivisme individual yang dikemukakan oleh Jean Piaget. Teori ini menekankan bahwa pengetahuan tidak dapat dipindahkan secara langsung dari guru kepada siswa, melainkan harus dikonstruksi sendiri oleh siswa agar bermakna. Piaget berpendapat bahwa proses belajar yang efektif terjadi ketika siswa secara aktif berinteraksi dengan lingkungannya dan membangun pemahaman melalui pengalaman langsung, bukan melalui metode pembelajaran yang pasif seperti ceramah semata (Suparno, 1997). Menurut pandangan Piaget, apa yang dialami individu adalah hasil konstruksi persepsi subjektif, bukan cerminan langsung dari realitas (Fosnot, 2005). Perkembangan kognitif adalah rangkaian konstruksi dengan elaborasi konstan terhadap struktur baru. Piaget mengidentifikasi empat prinsip utama dalam pembelajaran aktif yaitu:

1. Siswa harus mengonstruksi pengetahuannya sendiri agar bermakna;
2. Pembelajaran paling efektif terjadi ketika siswa aktif dan berinteraksi dengan materi nyata;
3. Pembelajaran harus berpusat pada siswa serta mempertimbangkan perbedaan individual;
4. Interaksi sosial dan kerja sama memainkan peran penting dalam proses pembelajaran.

Berdasarkan prinsip-prinsip tersebut, dapat disimpulkan bahwa belajar adalah proses aktif membangun makna, sementara mengajar adalah suatu cara menciptakan lingkungan yang menstimulasi eksplorasi, percobaan, dan refleksi (Slavin, 2006; Woolfolk, 2016)

Kedua adalah teori konstruktivisme sosial yang dikemukakan oleh Vygotsky. Teori konstruktivisme sosial yang dikemukakan oleh Lev Vygotsky menekankan bahwa proses belajar siswa terjadi melalui interaksi sosial dengan individu yang lebih kompeten, seperti guru atau teman sebaya. Vygotsky berpendapat bahwa pembelajaran berlangsung efektif ketika siswa berkolaborasi dengan orang lain dalam lingkungan sosialnya. Ia juga menekankan bahwa perkembangan fungsi-fungsi mental seperti memori, nalar, dan perhatian melibatkan penggunaan alat-alat budaya, seperti bahasa dan simbol matematika, yang diperoleh melalui interaksi sosial (Vygotsky, 1978).

Menurut Vygotsky, pengetahuan tidak hanya dibentuk oleh individu secara internal, tetapi juga dipengaruhi oleh konteks sosial dan budaya tempat individu tersebut berada. Melalui interaksi dengan kelompoknya, seseorang dapat menguji dan merevisi pemahamannya, sehingga pengetahuan menjadi lebih matang. Vygotsky menekankan bahwa perkembangan kognitif anak terjadi melalui kolaborasi dengan orang lain, di mana proses internalisasi dari interaksi sosial memainkan peran penting dalam pembentukan fungsi-fungsi mental yang lebih tinggi (Vygotsky, 1978).

Salah satu konsep utama dalam teori Vygotsky adalah Zona Perkembangan Proksimal (ZPD), ZPD didefinisikan sebagai jarak antara tingkat perkembangan aktual yang ditentukan melalui pemecahan masalah secara mandiri dan tingkat perkembangan potensial yang dapat dicapai melalui bimbingan orang dewasa atau kolaborasi dengan teman sebaya yang lebih mampu (Vygotsky, 1978). Pada konteks pembelajaran, zona perkembangan proksimal menunjukkan bahwa siswa dapat mencapai tingkat pemahaman yang lebih tinggi dengan bantuan *scaffolding* dari individu yang lebih kompeten. Berdasarkan dari pemaparan di atas dapat disimpulkan bahwa, Pembelajaran dengan teori konstruktivisme melibatkan siswa secara aktif dalam membangun pengetahuan mereka sendiri melalui berbagai kegiatan, pemikiran aktif, pengorganisasian konsep, dan pemberian makna pada materi yang dipelajari.

Kegiatan pembelajaran juga dapat dilakukan secara daring. Teori belajar *e-learning* menurut Rosenberg (2001) menekankan bahwa *e-learning* merupakan penggunaan teknologi internet untuk mengirimkan serangkaian solusi yang dapat meningkatkan pengetahuan dan kinerja. Pada pembelajaran daring, siswa tetap dapat terlibat aktif melalui diskusi online, forum, kuis interaktif, dan tugas berbasis proyek yang mendukung prinsip konstruktivisme. Selain itu, media digital memungkinkan pembelajaran yang bersifat fleksibel, mandiri, serta dapat diakses kapan saja dan di mana saja, sehingga sangat relevan dengan pendekatan konstruktivistik yang menempatkan siswa sebagai subjek utama dalam proses belajar.

2.2 Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (e-LKPD)

Lembar kerja peserta didik merupakan salah satu bahan ajar alternatif yang dapat membantu peserta didik dalam melaksanakan proses pembelajaran (Rizkika dkk., 2022). LKPD dapat didefinisikan sebagai bahan ajar yang dapat memfokuskan pembelajaran yang berpusat kepada peserta didik, mempermudah peserta didik memahami materi dalam proses pembelajaran, membentuk interaksi yang efektif antara peserta didik dengan guru sehingga dapat menarik perhatian peserta didik untuk belajar sesuai dengan kondisi lingkungan sekitar (Amali dkk., 2019). Hal ini sejalan dengan pernyataan Muthoharoh dkk (2017) bahwa LKPD adalah bahan

ajar yang bertujuan mengaktifkan siswa dan memungkinkan siswa belajar sendiri sesuai dengan kemampuan dan minatnya sehingga proses pembelajaran menjadi bervariasi agar peserta didik tidak menjadi bosan. Berdasarkan kutipan tersebut dapat disimpulkan bahwa LKPD merupakan bahan ajar alternatif yang difokuskan pada peserta didik untuk membantu mereka memahami materi serta mengaktifkan peserta didik dan memungkinkan mereka untuk belajar secara mandiri.

LKPD juga memiliki beberapa fungsi dalam proses pembelajaran. Tiga fungsi LKPD menurut Murni dan Yasin (2021) diantaranya : (1) mengarahkan siswa agar mampu menemukan konsep-konsep yang baik, (2) dapat mengembangkan keterampilan proses dan sikap ilmiah, (3) mempermudah guru untuk mengukur keberhasilan siswa dalam mencapai sasaran pembelajaran (4) meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses pembelajaran di sekolah.

Pada saat menyusun LKPD yang akan digunakan dalam proses pembelajaran tentunya harus disusun sebaik mungkin agar dapat menjadi bahan ajar yang baik. Menurut Darmodjo dan Kalgis (dalam Aini dkk., 2019) syarat-syarat dalam membuat LKPD yang baik dan efektif diantaranya adalah:

1. Syarat didaktik, yaitu mengatur penggunaan LKPD agar bersifat *universal* yang berarti dapat digunakan oleh semua tingkat kemampuan peserta didik dalam proses pembelajaran.
2. Syarat konstruktif, yang mengatur tentang penggunaan bahasa, susunan kalimat, tingkat kesukaran, dan kejelasan sehingga LKPD harus memperhatikan kejelasan dalam menggunakan bahasa serta tingkat kesulitan yang disesuaikan dengan kemampuan peserta didik.
3. Syarat teknik, yang menekankan pada penyajian LKPD seperti estetika, keterbacaan dokumen, dan penggunaan gambar maupun ilustrasi yang mendukung pemahaman materi. Jadi dengan memenuhi ketiga syarat tersebut, LKPD dapat menjadi bahan ajar yang baik dan efektif dalam proses pembelajaran.

LKPD dalam bentuk cetak dapat dioptimalkan baik dari segi tampilan ataupun kualitas pembelajaran dengan cara dipadukan dengan teknologi (Herawati dkk.,

2016). LKPD yang berbasis dengan teknologi disebut dengan *e-LKPD* (Rizkika dkk., 2022). Sejalan dengan Adawiyah dkk., (2021) yang menyebutkan bahwa *e-LKPD* adalah bahan ajar yang berupa lembar kerja peserta didik dikemas secara teknologi. *e-LKPD* juga memiliki kelebihan yaitu dapat mempermudah serta mempersempit ruang dan waktu yang membuat pembelajaran menjadi lebih efektif (Suryaningsih & Nurlita, 2021). Selain itu, *e-LKPD* juga dapat menjadi sarana yang lebih menarik ketika minat belajar peserta didik sedang berkurang (Syafitri & Tressyalina, 2020). Berlandaskan dari paparan tersebut dapat disimpulkan bahwa *e-LKPD* merupakan LKPD yang berbasis teknologi yang dapat membuat proses pembelajaran menjadi lebih efektif dan menarik sehingga dapat menarik minat belajar peserta didik.

Salah satu platform yang dapat membuat *e-LKPD* adalah *wizer.me*. *Wizer.me* adalah salah satu *website* yang dapat membuat *e-LKPD* secara cepat dengan berbagai jenis fitur seperti *open question, multiple choice, blanks, fill on an image, matching, table, sorting, draw, text*, dan masih banyak fitur yang lainnya (Msaharani dkk., 2024). Selain itu, *wizer.me* juga dapat menjadi media evaluasi yang dapat digunakan pendidik mulai dari pemberian penilaian harian, pengerjaan, pengumpulan penilaian harian dapat dilakukan secara *online* (Putri dan Indrawati 2021).

e-LKPD tentu saja dapat digunakan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Beberapa penelitian tentang *e-LKPD* dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis yaitu: pada penelitian Rizkika dkk (2022) menyebutkan bahwa *e-LKPD* dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis berdasarkan hasil *pretest* yang menunjukkan skor 48,69 dan hasil *posttest* yang menunjukkan skor 70,53 dengan hasil N-gain senilai 0,43 yang termasuk dalam kriteria sedang. Selain itu, penelitian Kiswari *et al* (2023) mendapatkan hasil yang menunjukkan bahwa *e-LKPD* efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dengan hasil analisis N-gain mendapatkan skor 0,64 dengan kategori sedang dan uji *effect size* mendapatkan skor 3,30 dengan kategori tinggi. Sejalan dengan penelitian Zahroh (2021) menyimpulkan bahwa *e-LKPD* dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis dilihat dari hasil *pretest* dan *posttest* yang mengalami peningkatan rata-rata

dari 54% yang termasuk dalam kategori kurang baik menjadi 90% yang termasuk dalam kategori sangat baik.

2.3 Model *Project Based Learning* (PjBL)

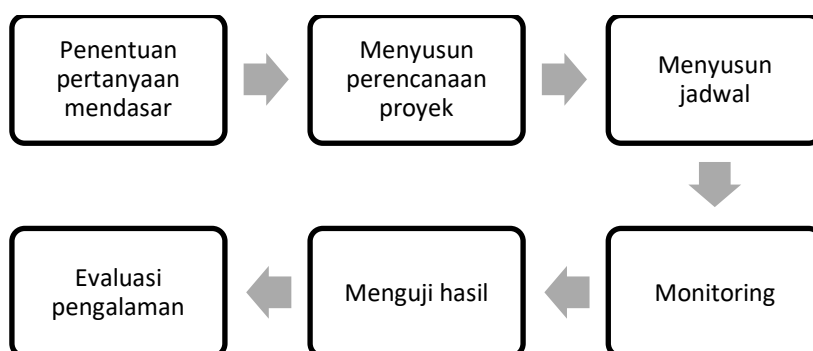
PjBL adalah suatu model aktivitas kelas yang menggeser praktik kelas tradisional yang berpusat pada guru, menuju kegiatan pembelajaran yang bersifat jangka panjang, interdisipliner, berpusat pada siswa, dan terintegrasi dengan praktik dunia nyata. Komponen penting dari PjBL adalah menghubungkan bidang studi ke dalam proyek yang menantang, dimana siswa dihadapkan pada pertanyaan atau permasalahan yang memicu mereka untuk berinteraksi dengan konsep dan prinsip utama dari suatu disiplin ilmu (Capraro *et al.*, 2013). Model PjBL juga dapat didefinisikan sebagai salah satu model pembelajaran yang mengedepankan pe-modelan sebuah proyek yang memiliki output berupa sebuah produk (Lestari & Ilhami, 2022). Sejalan dengan pernyataan Sumarni *and* Kadarwati (2020) bahwa PjBL merupakan salah satu praktik pembelajaran yang inovatif dimana proses pembelajaran berdasarkan tantangan atau masalah yang mengarahkan siswa untuk menyelidiki, mengambil keputusan, merancang, dan diakhiri dengan sebuah produk.

Kemdikbud (2014) mendefinisikan PjBL sebagai model pembelajaran yang menggunakan proyek/kegiatan sebagai inti pembelajaran. Terdapat beberapa karakteristik PjBL yaitu:

1. Membuat keputusan tentang sebuah kerangka kerja;
2. Terdapat permasalahan atau tantangan yang diajukan kepada peserta didik;
3. Siswa membuat desain proses untuk menentukan solusi dari masalah atau tantangan yang diberikan;
4. Secara kolaboratif peserta didik bertanggung jawab untuk mengakses dan mengelola informasi untuk memecahkan masalah;
5. Proses evaluasi dijalankan secara kontinu;
6. Secara berkala peserta didik melakukan refleksi atas aktivitas yang sudah dikerjakan;
7. Produk akhir dari pembelajaran akan dievaluasi secara kualitatif;
8. Situasi pembelajaran sangat toleran terhadap kesalahan dan perubahan.

Penerapan pembelajaran menggunakan model PjBL ini peran guru adalah sebagai fasilitator, penasehat, pelatih dan perantara untuk hasil yang maksimal sesuai dengan daya imajinasi dan kemampuan peserta didik. Berdasarkan dari hal tersebut, maka dapat diketahui bahwasannya PjBL merupakan adalah suatu model pembelajaran yang mengubah pembelajaran yang berpusat pada guru menjadi kegiatan pembelajaran yang berfokus pada siswa, dan terintegrasi dengan praktik dunia nyata. Model ini menekankan pentingnya menghubungkan berbagai bidang studi ke dalam proyek-proyek yang menantang, di mana siswa dihadapkan pada pertanyaan atau permasalahan yang mendorong mereka untuk menyelidiki, mengambil keputusan, merancang, dan mempresentasikan produk mereka sebagai hasil pembelajaran.

Salah satu keunggulan PjBL adalah dapat mempermudah pemahaman terhadap materi pelajaran yang sedang dibahas karena memberikan praktek secara langsung bukan hanya abstrak sehingga memungkinkan siswa untuk mengasah kemampuan siswa menganalisis masalah, memberikan tanggapan kritis terhadap masalah, dan menemukan solusi serta dapat membantu guru dalam memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna kepada siswa (Dywan & Airlanda, 2020). Model PjBL ini sendiri pertama kali dikembangkan oleh Jhon Dewey. Adapun sintaks model PjBL menurut Colley (2008) memiliki 6 tahapan yang meliputi orientasi, identifikasi dan menentukan proyek, merencanakan proyek, melaksanakan proyek, mendokumentasikan dan melaporkan proyek, mengevaluasi dan menjalankan proyek. Sejalan dengan langkah-langkah PjBL dalam Kemdikbud (2014) ada 6 tahapan juga yang dapat digambarkan dengan diagram berikut:



Gambar 1. Langkah-langkah pelaksanaan model PjBL (Kemdikbud, 2014)

Penjelasan langkah-langkah pada Gambar 1. adalah sebagai berikut:

1. Penentuan pertanyaan mendasar

Pembelajaran dimulai dengan pertanyaan yang esensial yaitu memberikan arahan kepada siswa untuk terlibat dalam proses pembelajaran. Mengambil topik yang sesuai dengan dunia nyata dan dimulai dengan investigasi mendalam yang relevan bagi siswa.

2. Mendesain perencanaan proyek

Melakukan perencanaan dengan kolaboratif antara pengajar dan peserta didik. Perencanaan ini berisi aturan kegiatan dalam penyelesaian proyek. Pada tahap, peserta didik diharapkan merasa memiliki atas proyek tersebut.

3. Menyusun jadwal

Guru dan siswa pada tahap ini menyusun jadwal untuk menyelesaikan proyek dengan cara antara lain membuat *timeline* penyelesaian proyek, membuat *deadline* penyelesaian proyek, membimbing siswa untuk merencanakan cara yang baru, membimbing siswa ketika mereka membuat cara yang tidak berhubungan dengan proyek, meminta siswa untuk memberikan penjelasan atau argumen tentang pemilihan suatu cara.

4. Memonitor siswa dan kemajuan proyek

Pada tahap ini guru bertanggung jawab untuk memonitor siswa selama menyelesaikan proyek menggunakan rubrik yang dapat merekam aktivitas-aktivitas penting yang dikerjakan siswa.

5. Menguji hasil

Melakukan penilaian untuk mengukur ketercapaian, mengevaluasi kemajuan siswa, memberikan umpan balik untuk pemahaman yang sudah dicapai siswa, dan membantu guru untuk menyusun strategi pembelajaran berikutnya.

6. Mengevaluasi pengalaman

Pada tahap ini, guru dan siswa melakukan kegiatan refleksi pada aktivitas dan proyek yang sudah dikerjakan untuk mengungkapkan pengalaman selama menyelesaikan proyek, sehingga ditemukan suatu temuan baru untuk menjawab permasalahan yang diajukan pada tahap pertama pembelajaran.

Model PjBL ini tentu saja dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Beberapa penelitian seperti yang telah dilakukan oleh Dywan dan Airlanda (2020) hasil rata-rata *pretest* ke *posttest* keterampilan berpikir kritis pada kelompok eksperimen yang meningkat sebesar 13,38 sedangkan pada kelompok kontrol meningkat sebesar 7,51. Hal ini berarti bahwa model pembelajaran PjBL efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Selain itu, penelitian Sumarni dan Kadarwati (2020) menyimpulkan bahwa pembelajaran berbasis proyek dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dilihat dari pencapaian skor N-gain yaitu 52 siswa (22,6%) mencapai kategori tinggi, 102 siswa (44,4%) mencapai kategori sedang, serta 76 siswa (33,0%) mencapai kategori rendah. Sejalan dengan penelitian Trimawati dkk. (2020) yang menyimpulkan bahwa Menurut hasil analisis N-gain, keterampilan berpikir kritis menunjukkan peningkatan yang signifikan dari *pretest* ke *posttest*. Rata-rata skor total *pretest* pada tiga kelas sampel adalah 25,85 dikategorikan sebagai “Kurang Kritis” sementara rata-rata skor *posttest* adalah 87,76 yang diklasifikasikan “Sangat Kritis”. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan yang bermakna dalam keterampilan berpikir kritis setelah pembelajaran.

2.4 Argumentasi

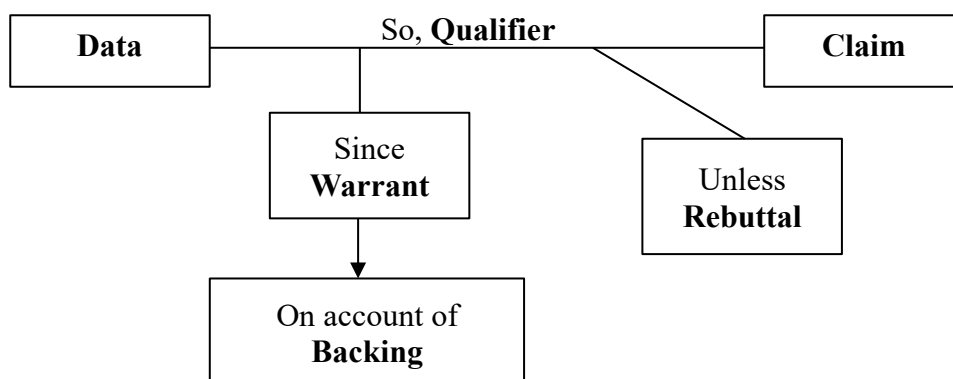
Argumentasi merupakan elemen penting dalam sains dan pembelajaran IPA, karena menjadi dasar bagi siswa mengembangkan cara berpikir, bersikap, dan berkomunikasi ilmiah (Jimenez-Aleixander & Erduar, 2007). Argumentasi tentu memiliki peran yang sangat penting dalam pembelajaran karena memberikan kesempatan kepada siswa untuk saling berpendapat, berdiskusi dalam kelompok yang menunjukkan sejauh mana siswa memahami konsep (Ayuni *et al.*, 2022). Sejalan dengan pernyataan Dwiretno dan Setyarsih (2018) yang menyatakan bahwa argumentasi adalah sebuah percakapan logis yang memiliki tujuan untuk menghubungkan antara ide dan bukti dimana hal tersebut dapat dilatih dalam kegiatan diskusi kelompok mengenai hasil temuan dari kegiatan praktikum. Hasnunidah *et al* (2020) juga menyatakan bahwa argumentasi dapat memberikan landasan yang kuat untuk memahami sebuah konsep secara utuh dan benar. Berdasarkan hal tersebut, maka argumentasi dapat didefinisikan sebagai proses untuk

memperkuat ide atau klaim melalui pemikiran analisis kritis berdasarkan bukti yang dapat dilatih melalui kegiatan diskusi dalam kelompok.

Kemampuan seseorang dalam menyampaikan proses berpikirnya dapat dinilai dengan menganalisis bagaimana argumen-argumennya disusun dan disajikan. Ayuni *et al* (2022) menyatakan terdapat beberapa komponen penyusun argumen dalam *Toulmin's Argumsentation Pattern* (TAP) yaitu, data (*data*), klaim (*claim*), jaminan (*warrant*), dukungan (*backing*), kualifikasi (*qualifier*) dan sanggahan (*rebuttal*). Komponen-komponen penyusun argumen tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut: (Widiastiningsih dkk., 2022)

1. *Data* merupakan bukti atau dukungan yang mendukung klaim saat dinyatakan.
2. *Claim* merupakan pernyataan yang dinyatakan sebagai respons terhadap suatu masalah.
3. *Warrant* merupakan hal yang mengokohkan hubungan antara klaim dan data.
4. *Backing* merupakan dukungan yang berfungsi sebagai penunjang dari *warrant*
5. *Qualifier* menunjukkan karakteristik kemungkinan dari *claim*.
6. *Rebuttal* merujuk pada situasi di mana *warrant* tidak cukup kuat untuk mendukung klaim tersebut.

Adapun bagan komponen argumentasi model Toulmin digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2. *Toulmin's argumentation pattern* (Lazarou & Erduran, 2021)

Kemampuan argumentasi peserta didik tentu dapat mempengaruhi keterampilan berpikir kritis siswa. Beberapa penelitian menjelaskan hal ini yaitu, penelitian

yang dilakukan oleh Roviati dan Widodo (2019) menyebutkan bahwa argumentasi memiliki kontribusi yang signifikan dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis seperti menilai sumber informasi, mengevaluasi argumen, dan menghasilkan argumen serta mempresentasikannya. Penelitian Mellenia dan Admoko (2022) menyebutkan bahwa LKPD berbasis argumentasi efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dilihat dari hasil rata-rata *pretest* yang mendapatkan skor 35 dan *posttest* dengan skor 76 didapatkan rata-rata skor N-gain sebesar 0.6 dalam kategori sedang.

2.5 Keterampilan Berpikir Kritis

Keterampilan berpikir merupakan suatu kemampuan yang memerlukan penggunaan proses mental dan mendorong siswa untuk melakukan pertimbangan mendalam terhadap suatu isu. Proses berpikir kritis termasuk kemampuan untuk berpikir secara induktif, yang mencakup mengidentifikasi keterkaitan, menganalisa masalah dari berbagai sudut yang tidak terbatas, mengevaluasi penyebab serta dampaknya, merumuskan kesimpulan, dan menilai informasi yang penting (Saputra, 2020). Keterampilan berpikir kritis menurut Norris dan Ennis (1989) didefinisikan sebagai sebuah pemikiran yang masuk akal dan reflektif yang fokusnya pada pengambilan keputusan tentang apa yang harus dilakukan atau diyakini (Stiggins, 1997). Hal ini sejalan dengan Syafitri dkk (2021) yang menyebutkan bahwa secara umum, berpikir kritis berkaitan dengan proses penalaran yang mencakup kegiatan mental seperti induksi, deduksi, pengklasifikasian, evaluasi dan penalaran.

Paul dan Elder (2019) mengungkapkan bahwa berpikir kritis sebagai suatu proses intelektual yang sistematis untuk memahami dan mengevaluasi informasi guna menghasilkan keputusan yang logis dan rasional. Mereka mengembangkan sebanyak 8 elemen berpikir kritis yaitu tujuan, pertanyaan, informasi, inferensi, asumsi, sudut pandang, konsep, dan implikasi. Setiap elemen tersebut membantu individu dalam menganalisis masalah secara mendalam dan menyeluruh, sehingga pembelajaran menjadi lebih reflektif dan bermakna. Selain itu, Facione (1990) dalam The Delphi Report mendefinisikan berpikir kritis sebagai penilaian dan

interpretasi yang terarah dan terkontrol dengan baik, yang melibatkan enam kompetensi kognitif utama: *interpretation, analysis, evaluation, inference, explanation, dan self-regulation*.

Brookhart (2010) menambahkan bahwa keterampilan berpikir kritis sangat penting dalam proses evaluasi akademik, khususnya dalam penilaian hasil belajar yang menuntut kemampuan berpikir tingkat tinggi. Ia juga menyoroti pentingnya penggunaan rubrik penilaian yang memuat indikator-indikator berpikir kritis, seperti penalaran logis, penggunaan bukti yang relevan, serta kejelasan dalam mengemukakan argumen. Dengan demikian, keterampilan berpikir kritis berperan penting dalam memastikan proses pembelajaran berlangsung secara mendalam, bermakna, dan signifikan bagi siswa. Oleh karena itu, berdasarkan uraian sebelumnya diketahui bahwa keterampilan berpikir kritis adalah suatu keterampilan yang mencakup kemampuan untuk mengidentifikasi masalah, menganalisis masalah dari berbagai perspektif, mengevaluasi penyebab dan dampaknya, merumuskan kesimpulan dan menilai informasi yang relevan.

Norris dan Ennis memfokuskan analisis mereka terhadap proses berpikir dengan melibatkan pengumpulan informasi dan penerapan kriteria yang tepat untuk dapat menilai tindakan dari sudut pandang yang berbeda-beda. Indikator berpikir kritis Norris dan Ennis ditunjukkan dalam Tabel 1 dalam bentuk lima langkah proses penalaran (Stiggins, 1997).

Tabel 1. Kerangka Berpikir Kritis

Langkah dalam proses	Berpikir yang diperlukan
Melakukan klarifikasi dasar dari masalah	1. Memahami masalah yang ada 2. Menganalisis poin dari sudut pandang 3. Mengajukan dan menjawab pertanyaan yang mengklarifikasi dan menantang
Mengumpulkan informasi dasar	1. Menilai kredibilitas berbagai sumber informasi 2. Mengumpulkan dan menilai informasi
Membuat kesimpulan	1. Membuat dan menilai keputusan dengan menggunakan informasi yang tersedia 2. Membuat dan menilai tindakan yang akan dilakukan 3. Membuat dan menilai <i>value judgement</i>
Melakukan klarifikasi lanjutan	1. Mendefinisikan istilah dan menilai definisi sesuai kebutuhan 2. Mengidentifikasi asumsi
Mendapatkan kesimpulan terbaik	1. Memutuskan suatu tindakan 2. Mengkomunikasikan keputusan kepada orang lain

2.6 Hubungan berpikir kritis dengan argumentasi

Berpikir kritis merupakan kegiatan aktif dimana seseorang berpikir dengan menggali lebih dalam, mengajukan pertanyaan, dan mencari informasi yang relevan (Yostia, 2022). Berpikir kritis melibatkan kemampuan menganalisis, menyimpulkan, dan membuat keputusan berdasarkan pada bukti yang ada, bukan menerima apa adanya sebuah informasi dari orang lain. Seorang pemikir kritis mampu mendeteksi ketidak konsistenan dan kesalahan umum dalam penalaran, memecahkan masalah secara sistematis, serta membuat dan mengevaluasi argumen yang kokoh (Winarti dkk., 2021). Kemampuan berpikir kritis juga berdampak positif terhadap hasil belajar siswa (Safna dan Wulandari, 2022).

Di sisi lain, argumentasi adalah suatu proses mengemukakan dan mendukung pandangan atau pendapat tertentu dengan menggunakan bukti, alasan, dan logika yang relevan. Kemampuan argumentasi melatih agar siswa dapat memiliki nalar yang logis, pandangan yang jelas dan penjelasan yang rasional berdasarkan hal yang telah dipelajari (Avianti dkk., 2023). Proses pembelajaran yang berbasis argumentasi dapat melibatkan siswa dalam mengemukakan bukti, data, dan teori yang valid yang mendukung pendapatnya terhadap suatu masalah yang ditemui. Argumentasi dapat memberikan landasan yang kuat untuk memahami suatu konsep secara utuh dan benar melalui melalui pemikiran analisis kritis berdasarkan bukti dan penalaran logis (Hasnunidah *et al.*, 2020).

Meninjau dari pemaparan di atas, hubungan antara berpikir kritis dan argumentasi jelas terlihat. Menurut Agoestanto dkk (2019) salah satu hal yang mendukung kemampuan siswa dalam berpikir kritis adalah kemampuan dalam menganalisis argumen. Melalui suatu argumentasi, seseorang berusaha menunjukkan bahwa pernyataan mereka benar dengan memberikan fakta-fakta akurat sebagai bukti. Berpikir kritis memainkan peran penting dalam pembentukan dan evaluasi argumen. Berpikir kritis menjadi landasan penting dalam menyusun argumen yang kuat dan valid. Maka dapat disimpulkan bahwa argumentasi berkontribusi pada pengembangan pemikiran kritis siswa, begitupun sebaliknya.

2.7 Integrasi *e*-LKPD Argumentatif dalam PjBL

Penggunaan *e*-LKPD dalam pembelajaran di era modern menjadi sebuah inovasi penting dalam upaya meningkatkan kualitas pembelajaran di sekolah. Tidak hanya memuat informasi dan tugas belajar, *e*-LKPD juga dirancang untuk menstimulasi pemikiran kritis dan keterampilan komunikasi ilmiah, termasuk kemampuan untuk menyampaikan argumen. Struktur *e*-LKPD yang ideal terdiri atas komponen yang memungkinkan siswa untuk mengajukan pertanyaan, merumuskan hipotesis, melakukan pengamatan atau eksperimen, serta menyusun kesimpulan. Setiap tahap dalam kegiatan tersebut memberi peluang bagi siswa untuk menyusun argumen berdasarkan bukti yang mereka miliki. Hal tersebut dikarenakan argumentasi ilmiah mencerminkan sejauh mana siswa mampu menghubungkan konsep, data, dan bukti untuk mendukung atau menolak suatu klaim. Dengan demikian, integrasi *e*-LKPD dalam proses pembelajaran memberikan kontribusi terhadap pembentukan pola berpikir argumentatif siswa (Wahyuni, dkk., 2024).

Beberapa studi empiris menunjukkan bahwa penggunaan *e*-LKPD berdampak positif terhadap peningkatan kualitas argumen siswa. Avianti dkk (2023) mengungkapkan bahwa terjadi peningkatan signifikan dalam kemampuan siswa untuk menyampaikan klaim yang didukung oleh data eksperimen dan alasan logis setelah diterapkannya *e*-LKPD dalam pembelajaran. Selain itu, *e*-LKPD yang dirancang berbasis argument mapping terbukti dapat memperjelas alur berpikir siswa dalam menyusun argumen. Rahayu dkk (2022) menemukan bahwa siswa yang menggunakan *e*-LKPD berbasis *argument mapping* mampu menyusun argumen dengan struktur yang lebih lengkap, yang terdiri dari klaim, data, dan pembenaran yang saling berkaitan secara logis. Hal ini membuktikan bahwa media pembelajaran digital yang interaktif dan terstruktur memiliki dampak terhadap perkembangan kemampuan berpikir kritis siswa.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa *e*-LKPD berperan penting dalam mendorong dan mengembangkan kemampuan argumentatif peserta didik. Desain *e*-LKPD yang interaktif, kontekstual, dan berbasis bukti sangat relevan dengan prinsip-prinsip argumentasi ilmiah. Oleh karena itu, pemanfaatan *e*-LKPD

secara optimal dalam pembelajaran dapat menjadi strategi pedagogis yang efektif untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis dan argumentatif siswa di berbagai jenjang pendidikan.

2.8 Limbah Ikan

Limba ikan adalah sisa dari hasil tangkapan nelayan yang umumnya tidak laku di pasar karena ukuran ikan yang terlalu kecil yang menyebabkan banyaknya ikan yang terbuang (Khikmiyah dkk., 2021). Selain itu, limbah ikan juga merupakan sisa dari pemotongan ikan yang berada di pasar atau hasil sampingan dari industri pengolahan ikan yang berskala besar maupun kecil. Limbah ikan dapat berupa daging, tulang, kepala, kulit, sisik, jeroan, dan juga ikan hasil tangkapan dapat menjadi limbah ikan (Daud dkk., 2020). Limbah ikan yang selama ini dihiraukan oleh masyarakat memiliki dampak yang tidak baik untuk lingkungan dan kesehatan, padahal kandungannya masih dapat dimanfaatkan menjadi sebuah produk yang bermanfaat. Limbah ikan masih memiliki kandungan air, protein, kalsium, lemak (Agustini dkk., 2019; Karsidin dkk., 2022; Meiyasa dan Tarigan, 2020; Elvina dan Utami, 2022). Berdasarkan kandungan tersebut menandakan bahwa limbah ikan masih dapat dimanfaatkan jika diolah dengan baik dan benar. Pemanfaatan limbah ikan penting untuk dilakukan untuk mengurangi masalah lingkungan. Penanganan limbah ikan yang baik dapat mengurangi pencemaran lingkungan dan dapat menghasilkan produk yang berguna. Salah satu produk yang bermanfaat dan dapat dihasilkan dari limbah ikan berupa pakan ternak, pupuk organik, dan juga tepung ikan (Fahrizal dan Ratna, 2018; Aulia dkk., 2022; Rafidah dkk., 2023)

Penanganan limbah ikan memerlukan kepedulian dan ilmu pengetahuan. Semakin tinggi kepedulian seseorang terkait masalah limbah ikan, semakin besar juga kemungkinan mereka untuk mengambil tindakan seperti pengolahan limbah ikan menjadi produk yang bermanfaat. Selanjutnya, diperlukan juga ilmu pengetahuan dalam mengelola limbah ikan. Melalui pembelajaran dengan model PjBL siswa akan di stimulus untuk memikirkan solusi dan langkah yang perlu diambil agar tepat asaran dan limbah dapat dikelola dengan baik dan bahkan bernilai jual.

2.9 Kerangka Berpikir

Tahap pertama model PjBL yaitu penentuan pertanyaan mendasar (*start with the essential question*). Pada tahap ini siswa akan diberikan 2 wacana dan sebuah video mengenai limbah ikan. Selanjutnya siswa diminta membuat minimal tiga pertanyaan ilmiah yang akan diteliti oleh mereka dan menuliskan informasi yang mereka dapatkan mengenai pemanfaatan limbah ikan. Pada tahap ini diharapkan siswa dapat meningkatkan indikator keterampilan berpikir kritis yaitu klarifikasi dasar dari masalah (*carry out elementary clarification of the problem*).

Pada tahap kedua model PjBL yaitu mendesain perencanaan proyek (*design a plan for the project*), pada tahap ini siswa akan diberikan 3 kegiatan pada e-LKPD yaitu mencari informasi mengenai limbah ikan, menentukan produk dari limbah ikan dan merancang produk. Kegiatan 1 siswa diminta untuk mencari informasi mengenai limbah ikan mulai dari kandungannya sampai cara memanfaatkannya. Pada kegiatan 2 siswa mulai menentukan produk apa yang akan dibuat dengan mempertahankan kelebihan dan memperbaiki kekurangan produk yang sudah pernah dibuat oleh orang lain. Selanjutnya pada kegiatan 3 siswa merancang produk yang akan dibuat dengan menuliskan argumen dalam memilih produk tersebut serta alat dan bahan berikut dengan cara membuatnya. Sehingga pada tahap ini diharapkan indikator klarifikasi dasar dari masalah (*carry out elementary clarification of the problem*) dan mengumpulkan informasi dasar (*gather basic information*) dari keterampilan berpikir kritis dapat meningkat.

Pada tahap ketiga dalam model PjBL, yaitu tahap menyusun jadwal (*create a schedule*), peserta didik diminta untuk merancang *timeline* penyelesaian proyek, menetapkan batas waktu (*deadline*), serta membagi tugas secara proporsional berdasarkan kemampuan masing-masing anggota kelompok. Melalui aktivitas ini, peserta didik dilatih untuk merencanakan dan mengelola waktu secara efektif, serta bekerja secara kolaboratif dalam menyusun strategi penyelesaian proyek. Dengan keterlibatan aktif dalam perencanaan dan pembagian tanggung jawab tersebut, diharapkan keterampilan berpikir kritis peserta didik, khususnya dalam membuat kesimpulan (*make inferences*) dapat meningkat

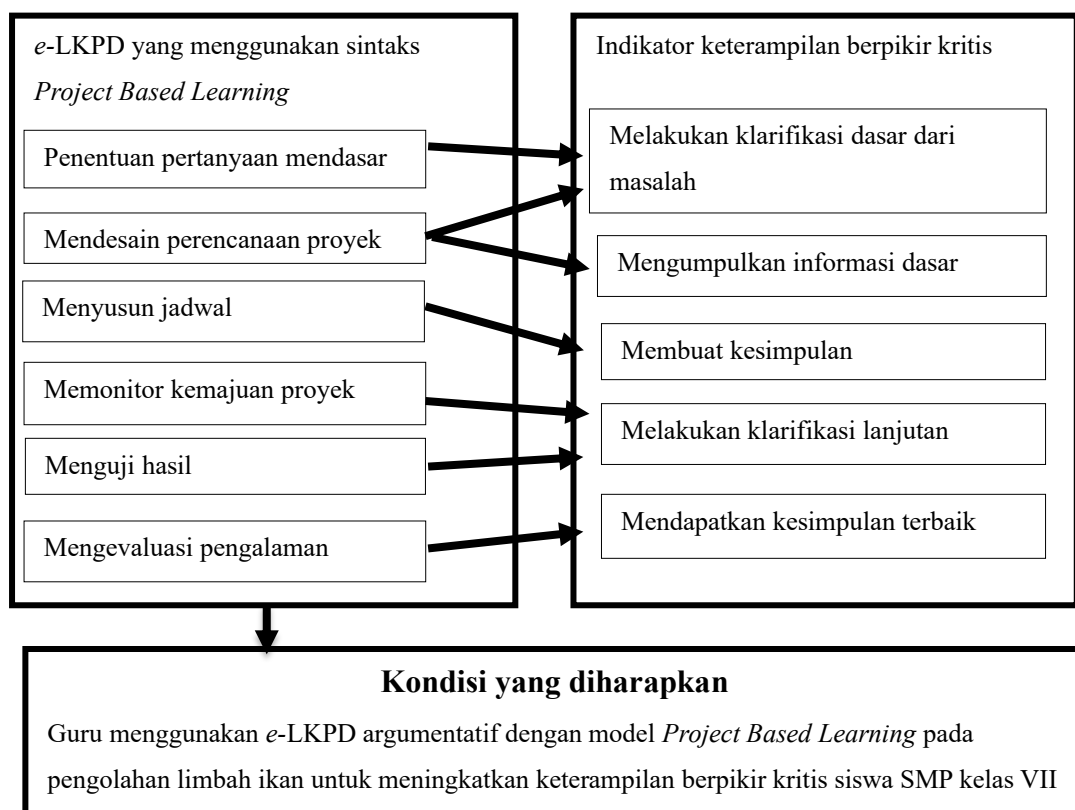
Pada tahap keempat dalam model PjBL, yaitu memonitor kemajuan proyek (*monitor the students and the progress of the project*), peserta didik mulai merealisasikan rancangan produk yang telah disusun pada tahapan perencanaan sebelumnya. Dalam proses ini, peserta didik diwajibkan untuk melaporkan perkembangan pembuatan produk kepada guru secara berkala. Kegiatan ini berfungsi sebagai mekanisme monitoring dari guru sekaligus memberikan ruang bagi siswa untuk melakukan refleksi serta perbaikan terhadap proses yang sedang berlangsung. Melalui aktivitas ini, diharapkan keterampilan berpikir kritis peserta didik, khususnya dalam melakukan klarifikasi lanjutan (*carry out advanced clarification*), dapat berkembang.

Pada tahap kelima model PjBL yaitu menguji hasil (*assess the outcome*), indikator ilmiah yang dapat dikembangkan yaitu melakukan klarifikasi lanjutan (*carry out advanced clarification*). Pada tahap ini siswa mencari informasi terkait berbagai metode/cara untuk menguji produk hasil pemanfaatan limbah ikan yang telah dibuat dan menguji coba produknya kepada objek untuk melihat keefektifan produk yang sudah dibuat, sehingga indikator klarifikasi lanjutan (*carry out advanced clarification*) siswa diharapkan dapat meningkat.

Pada tahap keenam model PjBL yaitu mengevaluasi pengalaman (*evaluate the experience*), indikator ilmiah yang dikembangkan yaitu mendapatkan kesimpulan terbaik (*come to best conclusion*). Pada tahap ini siswa menganalisis kendala-kendala yang mereka hadapi selama proyek pembuatan produk pengolahan limbah ikan, kemudian siswa akan memberikan saran untuk mengatasi kendala-kendala tersebut untuk menyelesaikan proyeknya. Sehingga indikator mendapatkan kesimpulan terbaik (*come to best conclusion*) siswa diharapkan dapat meningkat.

Berdasarkan uraian tersebut, penerapan model PjBL yang dikemas dalam bentuk lembar kerja elektronik (*e-LKPD*) argumentatif memberikan alternatif solusi terhadap permasalahan rendahnya keterampilan berpikir kritis siswa. Melalui langkah-langkah sistematis dalam sintaks PjBL, mulai dari penentuan pertanyaan mendasar hingga evaluasi pengalaman, siswa dibimbing untuk menghadapi dan

memecahkan permasalahan nyata di lingkungan sekitar, seperti pengolahan limbah ikan. Setiap tahapan dalam *e*-LKPD dirancang untuk mengembangkan indikator keterampilan berpikir kritis, seperti klarifikasi masalah, pengumpulan informasi, pembuatan kesimpulan, serta evaluasi terhadap solusi yang diperoleh. Dengan demikian, diharapkan penggunaan *e*-LKPD argumentatif dengan model PjBL dalam konteks pengolahan limbah ikan dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMP, khususnya pada mata pelajaran IPA kelas VII. Lebih detail keterkaitan antara sintaks PjBL, indikator keterampilan berpikir kritis, dan langkah-langkah pembelajaran yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kerangka Pikir

III. METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Research and Development* (R & D) dengan model pengembangan 4D oleh Thiagarajan (1974). Model pengembangan 4D terdiri atas empat tahap utama yaitu *Define* (Pendefinisian), *Design* (Perancangan), *Development* (Pengembangan), dan *Disseminate* (Penyebaran). Pemilihan metode dan model ini bertujuan untuk menghasilkan produk berupa *e-LKPD* argumentasi dengan model PjBL berbantuan *platform wizer.me*. Produk yang dikembangkan akan diuji validitas, kepraktisan, serta efektivitasnya. Uji coba produk *e-LKPD* bertujuan untuk mengetahui sejauh mana peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa setelah menggunakan *e-LKPD* argumentasi dengan model PjBL berbantuan *platform wizer.me*.

3.2 Prosedur Pengembangan

Prosedur pengembangan ini terdiri dari tahapan-tahapan penelitian sesuai dengan model 4D yang meliputi proses identifikasi masalah, perancangan *e-LKPD*, pengembangan dan validasi produk, hingga implementasi dan evaluasi untuk melihat keefektifan produk yang disajikan pada Gambar 4. Adapun prosedur pengembangan yang telah peneliti lakukan adalah sebagai berikut:

3.2.1 Tahap Pendefinisian (*Define*)

Tahap pendefinisian merupakan tahap pengumpulan berbagai informasi terkait produk yang telah dikembangkan yang berasal dari studi lapangan dan studi literatur. Tahap ini dapat diartikan sebagai analisis kebutuhan yang meliputi lima aspek, yaitu analisis ujung depan, analisis siswa, analisis konsep, analisis tugas, dan analisis tujuan pembelajaran.

a. Analisis Ujung Depan (*front end analysis*)

Analisis ujung depan yang telah dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi akar permasalahan yang dihadapi selama proses pembelajaran. Data analisis awal hingga akhir diperoleh melalui penyebaran angket kebutuhan kepada para guru yang tergabung dalam Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) IPA SMP se-Kota Bandar Lampung. Angket tersebut telah diisi oleh sebanyak 25 orang guru.

b. Analisis Siswa (*learner analysis*)

Analisis siswa telah dilakukan melalui wawancara dengan 25 siswa kelas VII.9 di SMP Negeri 17 Kota Bandar Lampung. Tujuan dari wawancara ini adalah untuk mengetahui tanggapan siswa terhadap pembelajaran IPA disekolah serta memperoleh informasi mengenai penggunaan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang telah digunakan dalam proses pembelajaran IPA pada kelas sebelumnya.

c. Analisis Konsep (*concept analysis*) dan Analisis Tugas (*task analysis*)

Analisis konsep telah dilakukan dengan tujuan untuk identifikasi, penyempurnaan, dan penyusunan konsep (materi) dalam *e*-LKPD argumentatif dengan model PjBL yang dikembangkan. Analisis dilakukan dengan menganalisis materi ekologi dan keanekaragaman hayati di Indonesia pada kelas VII di SMP. Analisis konsep ini dilakukan dengan mengkaji capaian pembelajaran (CP) dan tujuan pembelajaran (TP) untuk menganalisis tingkat kedalaman dan keluasan materi pada proses pembelajaran.

Analisis tugas telah dilaksanakan dengan tujuan untuk mengidentifikasi tugas dan keterampilan apa saja yang harus dituntaskan oleh siswa selama pembelajaran dan menganalisisnya ke dalam suatu langkah sub keterampilan yang lebih spesifik. Analisis tugas dilakukan dengan cara mengkaji aktivitas pembelajaran berbasis proyek yang sesuai dengan materi, menguraikan tujuan-tujuan pembelajaran menjadi tugas-tugas konkret yang dapat dikerjakan siswa, serta memetakan keterampilan berpikir kritis yang harus ditumbuhkan. Hasil dari analisis tugas yang telah dilakukan selanjutnya menjadi dasar peneliti dalam penyusunan tahapan kegiatan dalam *e*-LKPD serta indikator pencapaian kompetensi siswa.

d. Spesifikasi Tujuan Pembelajaran (*specifying instructional objectives*)

Spesifikasi tujuan pembelajaran telah dilakukan berdasarkan hasil analisis konsep dan analisis tugas yang telah dilakukan sebelumnya. Tujuan pembelajaran telah dirumuskan secara spesifik untuk menggambarkan kompetensi yang harus dicapai oleh siswa setelah mengikuti kegiatan pembelajaran, baik dari aspek pengetahuan, keterampilan, maupun sikap. Perumusan tujuan pembelajaran ini mengacu pada tingkat kedalaman dan keluasan materi yang terdapat dalam capaian pembelajaran (CP) dan tujuan pembelajaran (TP). Selain itu, spesifikasi tujuan juga mempertimbangkan keterampilan yang telah peneliti analisis dalam pembelajaran berbasis proyek yaitu kemampuan berpikir kritis.

3.2.2 Tahap Perancangan (*Design*)

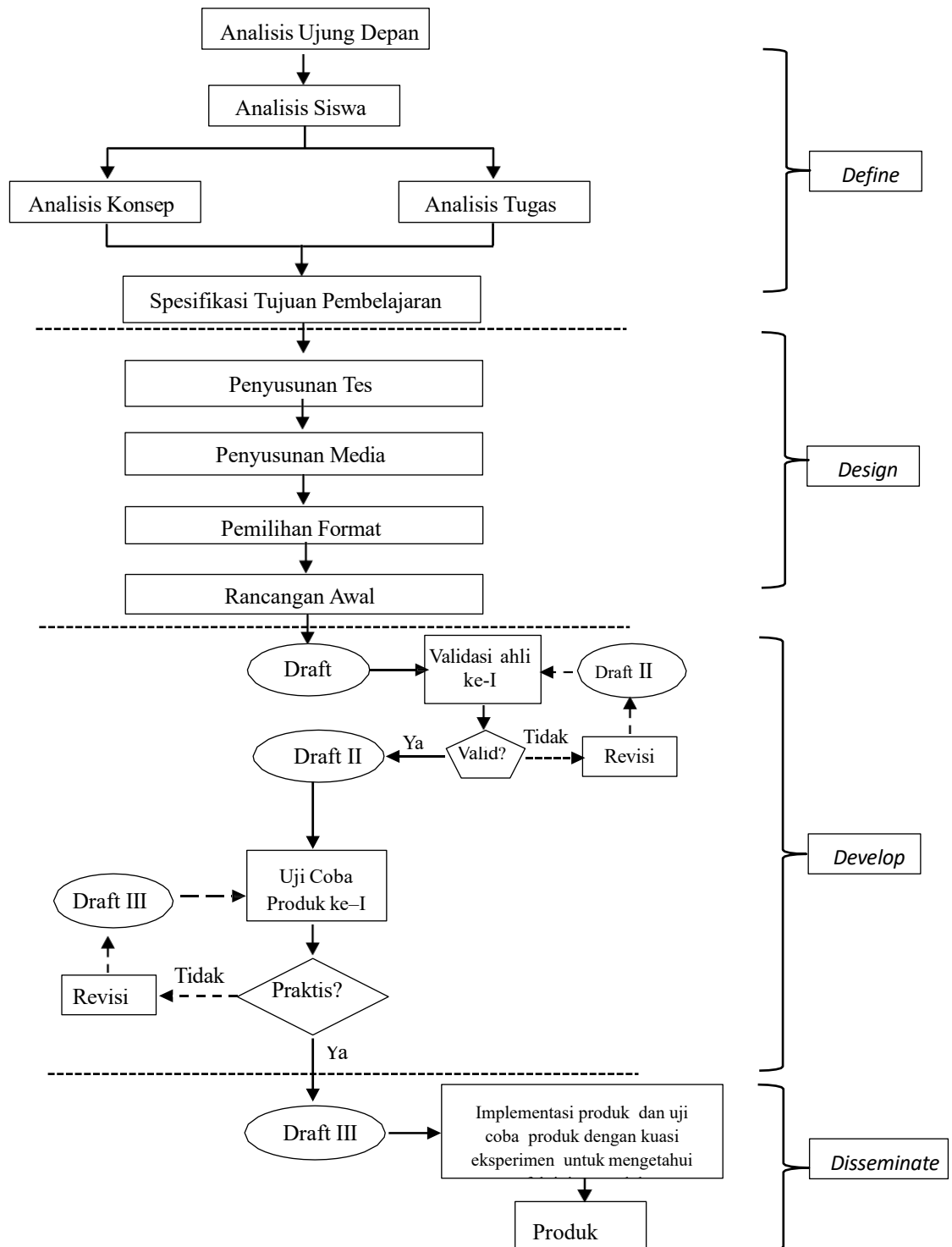
Tahap perencanaan yang telah dilakukan yaitu menyiapkan dan merancang desain produk *e*-LKPD yang telah dikembangkan. Tahap ini terdiri dari empat tahapan, yaitu:

a. Penyusunan Tes (*test contruction*)

Penyusunan instrumen tes yang dirancang dan disesuaikan dengan tujuan pembelajaran yang menjadi tolak ukur kemampuan peserta didik, diawali dengan penyusunan kisi-kisi soal, kemudian membuat soal *pretest* dan *posttest* mengenai materi pencemaran lingkungan. Hasil dari *posttest* digunakan sebagai indikator kemampuan berpikir kritis siswa. Instrumen tes yang digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis siswa, akan diuji cobakan terlebih dahulu untuk mengetahui validitas dan reliabilitas soal.

b. Pemilihan media (*media selection*)

Pemilihan media telah dilakuakn dengan tujuan mengidentifikasi media pembelajaran yang dibutuhkan siswa serta sesuai dengan karakteristik materi agar kompetensi yang diharapkan dapat tercapai. Media yang telah dipilih yaitu *e*-LKPD argumentatif dengan model PjBL berbantuan *wizer.me*. Pada *e*-LKPD yang telah dikembangkan terdapat gambar, wacana, video, artikel, tempat untuk berargumentasi secara lisan maupun tulisan, dan pertanyaan yang telah dikemas menjadi *e*-LKPD dalam *wizer.me*.



Gambar 4. Prosedur Pengembangan

c. Pemilihan format (*format selection*)

Pemilihan format penyajian dilakukan agar format yang digunakan dalam pembuatan *e*-LKPD sesuai dengan materi pembelajaran dengan memperhatikan ke-sesuaian isi dan konstruksi pada materi pencemaran lingkungan. Pemilihan format telah dilakukan yaitu dengan mengorganisasikan dan merancang *e*-LKPD serta mendesain tampilan yang meliputi desain *layout*, tulisan, memuat unsur judul, kata pengantar, petunjuk penggunaan *e*-LKPD, langkah atau kegiatan pembelajaran siswa.

d. Rancangan awal

Rancangan awal yang dimaksud merupakan rancangan *e*-LKPD argumentatif dengan model PjBL berbantuan *Wizer.me* yang telah dibuat oleh peneliti untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Rancangan awal *e*-LKPD argumentatif dengan model PjBL pada materi pengolahan limbah ikan sebagai upaya mencegah perubahan iklim yang telah dibuat yaitu bagian pendahuluan (*cover*, identitas siswa, kata pengantar, petunjuk penggunaan *e*-LKPD, identitas *e*-LKPD (capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran), isi (mencangkup kegiatan belajar yang berisi materi tentang pencemaran lingkungan untuk mengolah limbah ikan menggunakan model pembelajaran *project based learning*), dan penutup (terdiri dari profil penulis).

3.2.3 Tahap Pengembangan (*Develop*)

Tahap pengembangan merupakan tahap menghasilkan produk pengembangan yang dilakukan melalui dua langkah yaitu :

a. Validasi ahli

Validasi ahli telah dilakukan untuk mengetahui kelayakan produk yang telah dibuat serta memperoleh beberapa saran dari ahli sehingga layak diuji cobakan di lapangan. Produk yang telah dikembangkan pada penelitian ini adalah *e*-LKPD. Produk ini dibuat dengan bantuan *platform* berupa *Wizer.me*. *e*-LKPD yang telah dikembangkan harus melalui validasi isi dan validasi konstruk sebelum diaplikasikan dalam proses pembelajaran di kelas. Proses validasi ini dilakukan untuk menentukan kevalidan *e*-LKPD yang telah dikembangkan. Sehingga, setelah produk

e-LKPD selesai dibuat selanjutnya dilakukan validasi oleh ahli pada bidangnya sampai dinyatakan sah atau diizinkan untuk digunakan (Rohman dan Dani, 2020). Validasi *e*-LKPD Argumentatif dengan model PjBL telah dilakukan oleh dua dosen yang ahli dalam bidang IPA dengan menggunakan lembar validasi. Penilaian ahli terhadap *e*-LKPD meliputi aspek validitas isi dan validitas konstruk. Setelah selesai validasi produk, selanjutnya adalah melakukan perbaikan berdasarkan saran dan masukan dari ahli. Draft pengembangan *e*-LKPD setelah revisi berdasarkan masukan dari ahli disebut Draft II.

b. Uji Coba Produk (*developmental testing*)

Uji coba produk dilakukan setelah produk *e*-LKPD divalidasi oleh ahli dan memperoleh produk yang valid, serta tepat guna dengan sasarannya. Uji coba ini dilakukan dengan uji kelompok kecil (*small group*), yaitu dengan 15 siswa kelas VII di SMP Negeri 17 Bandar Lampung tahun pelajaran 2024/2025. Setelah mendapatkan hasil pengujian kelompok kecil selanjutnya peneliti melakukan revisi sesuai tanggapan siswa. Tujuan dari revisi evaluasi kelompok kecil adalah menganalisis pendapat siswa tentang desain pembelajaran yang dipakai dalam uji coba. Setelah itu, hasil perbaikan produk tersebut selanjutnya masuk ke tahap penyebaran (Draft III).

3.2.4 Tahap penyebaran (*Disseminate*)

Tahap penyebaran merupakan tahap akhir pengembangan produk. Pada tahap ini, dilakukan uji coba luas dengan *one group pretest-posttest design* (Fraenkel *et al.*, 2012). Tujuan dari uji coba secara luas adalah untuk mengetahui efektifitas dari *e*-LKPD argumentatif dengan model PjBL yang telah dikembangkan dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dalam jangkauan lebih luas. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling* sehingga didapatkan kelas eksperimen (VII.5) yang diterapkan pembelajaran menggunakan *e*-LKPD argumentatif dengan model PjBL berbantuan *platform Wizer.me*. Adapun desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini diilustrasikan pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Desain Penelitian

<i>Pretest</i>	<i>Perlakuan</i>	<i>Posttest</i>
O	X	O

Sumber: Fraenkel *et al.*, 2012

Keterangan :

O : *Pretest* keterampilan berpikir kritis

X : Perlakuan menggunakan *e*-LKPD argumentatif dengan model PjBL

O : *Posttest* keterampilan berpikir kritis

3.3 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari asesmen angket analisis studi pendahuluan peserta didik dan guru, angket validasi produk *e*-LKPD aspek kesesuaian isi dan kesesuaian konstruk, kisi-kisi *pretest-posttest* keterampilan berpikir kritis, soal *pretest-posttest* keterampilan berpikir kritis, rubrik penilaian *pretest-posttest* keterampilan berpikir kritis, angket tanggapan guru aspek kesesuaian isi dan kesesuaian konstruk, angket tanggapan peserta didik aspek kemenarikan, kebermanfaatan, dan keterbacaan.

Teknik pengumpulan data menggunakan angket analisis studi pendahuluan peserta didik dan guru dilakukan dengan menyebarkan angket kepada guru untuk memperoleh informasi mengenai kebutuhan, kendala, dan harapan mereka terhadap pengembangan *e*-LKPD argumentatif dengan model PjBL. Sedangkan soal *pretest* dan *posttest* digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kritis peserta didik yang diberikan sebelum dan sesudah melaksanakan pembelajaran *e*-LKPD.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian pengembangan ini menggunakan 2 metode yaitu:

3.4.1 Metode Angket

Pada penelitian ini metode angket digunakan pada beberapa tahapan penelitian. Pertama pada studi pendahuluan, data diperoleh dengan menggunakan instrumen angket kebutuhan guru dan siswa terkait pengembangan *e*-LKPD argumentatif dengan model PjBL. Angket ini digunakan untuk mengetahui kondisi lapangan

terkait kebutuhan belajar siswa. Kedua menggunakan instrumen angket validasi kesesuaian isi dan konstruk yang digunakan untuk memvalidasi produk yang telah dikembangkan, angket validasi diisi oleh validator ahli dan praktisi mengenai *e-LKPD* argumentatif dengan model PjBL. Angket ini bertujuan untuk menilai kelayakan produk yang digunakan dalam proses pembelajaran. Ketiga menggunakan instrumen angket respon peserta didik terhadap pengembangan *e-LKPD* argumentatif dengan model PjBL. Angket ini bertujuan untuk mengetahui kepraktisan produk dalam penggunaan dalam pembelajaran.

3.4.2 Metode Tes

Metode tes digunakan pada penelitian ini untuk mengetahui keefektifan produk yang telah dikembangkan. Instrumen tes yang digunakan berupa soal tes tertulis (*pretest* dan *posttest*) yang digunakan telah diuji validitas dan reliabilitasnya. *Pretest* diberikan sebelum pelaksanaan pembelajaran, sedangkan *posttest* diberikan setelah pembelajaran selesai. Hasil dari *pretest-posttest* dianalisis dan digunakan untuk mengetahui keterampilan berpikir kritis siswa sebelum dan sesudah pelaksanaan pembelajaran dengan *e-LKPD* argumentatif menggunakan model PjBL.

3.5 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.5.1 Analisis Data Studi Pendahuluan, Kevalidan, dan Kepraktisan Produk

Teknik analisis data angket pada analisis awal dilakukan dengan cara:

1. Mengklasifikasi data, bertujuan untuk mengelompokkan jawaban berdasarkan pertanyaan pada lembar observasi dan angket.
2. Memberikan skor pada setiap jawaban sesuai dengan kriteria penskoran
3. Menghitung jumlah skor jawaban setiap pertanyaan.
4. Menghitung persentase jawaban setiap pertanyaan. Rumus yang digunakan untuk menghitung persentase jawaban responden setiap item adalah sebagai berikut: (Sudjana, 2005).

$$\%X_{in} = \frac{\sum S}{S_{max}} 100\% \quad (\text{Sudjana, 2005})$$

Keterangan :

$\%X_{in}$ = Persentase Jawaban

$\sum S$ = Jumlah skor jawaban

S_{maks} = Skor maksimum

- Menjelaskan hasil penafsiran presentase jawaban dalam bentuk deskriptif .

Teknik analisis data angket validasi dan kepraktisan *e*-LKPD dilakukan dengan cara:

- Mengelompokkan jawaban berdasarkan pertanyaan angket
- Melakukan tabulasi data dari setiap jawaban berdasarkan pertanyaan yang disajikan dalam kuisisioner dan banyaknya responden.
- Memberi skor jawaban. Penskoran jawaban responden dalam angket dilakukan berdasarkan skala Likert pada Tabel 3.

Tabel 3. Tabel penskoran jawaban responden

Pilihan Jawaban	Skor
Sangat Setuju (SS)	5
Setuju (S)	4
Kurang Setuju (KS)	3
Tidak Setuju (TS)	2
Sangat Tidak Setuju (STS)	1

- Menghitung persentase jawaban kuisisioner pada setiap pertanyaan dengan menggunakan rumus sebagai berikut: (Sugiyono, 2019)

$$Me = \frac{\sum S}{S_{max}} \times 100 \%$$

Keterangan:

Me = Persentase jawaban kuisisioner ke-i

$\sum S$ = Jumlah skor jawaban kuisisioner

S_{max} = Skor maksimal

- Menghitung rata-rata persentase validasi dari dua dosen ahli dan guru untuk mengetahui tingkat validitas kesesuaian isi dan konstruk *e*-LKPD dengan rumus sebagai berikut:

$$\% Xi = \frac{\sum \%X_{in}}{N} \times 100 \%$$

Keterangan:

$\% Xi$ = Rata-rata angket validasi isi, keterbacaan, dan kemenarikan

$\sum \% X_{in}$ = Jumlah rata-rata persentase kuisisioner ke-i

N = Jumlah pertanyaan pada kuisioner

6. Menafsirkan kriteria validasi analisis persentase produk hasil validasi ahli menggunakan tafsiran Arikunto (2010) yang terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kriteria Validitas

Persentase	Kriteria
76% – 100%	Valid
51% – 75%	Cukup Valid
26% – 50%	Kurang Valid
0 - 25%	Tidak Valid

7. Menafsirkan kriteria kepraktisan analisis persentase produk hasil kepraktisan dengan menggunakan tafsiran (Sudjana, 2005) sesuai dengan Tabel 5.

Tabel 5. Kriteria Persentase Analisis Kepraktisan

Persentase	Tingkat Kelayakan
80,1% - 100%	Sangat Praktis
60,1% - 80,0%	Praktis
40,1% - 60,0%	Cukup Praktis
20,1% - 40,0%	Kurang Praktis

3.5.2 Analisis data Validitas dan Reliabilitas

Instrumen tes yang digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kritis siswa, diuji cobakan terlebih dahulu untuk mengetahui validitas dan reliabilitasnya.

a. Validitas

Analisis uji validitas soal dilakukan menggunakan program SPSS 25.0 yaitu dengan membandingkan nilai hasil perhitungan (r_{hitung}) dan nilai r_{tabel} *product moment*. Butir soal yang diuji dapat bersifat valid jika nilai $r_{hitung} >$ nilai r_{tabel} *product moment*. Sedangkan apabila butir soal yang di uji dinyatakan tidak valid jika nilai $r_{hitung} <$ nilai r_{tabel} *product moment*. Kriteria kualitas instrumen tes dinyatakan baik apabila minimal tingkat validitas yang dicapai dalam kategori sedang. Instrumen tes yang tingkat pencapaiannya di bawah kategori sedang, soal tes tersebut sebaiknya direvisi atau dihilangkan.

b. Reliabilitas

Item soal yang dinyatakan valid melalui uji validitas, selanjutnya dilakukan uji reliabilitasnya. Instrumen yang reliabel adalah instrumen yang apabila digunakan

berkali-kali untuk mengukur objek yang sama, menghasilkan data yang sama pula. Reliabilitas berhubungan dengan validitas, suatu instrumen yang valid selalu reliabel, namun instrumen yang reliabel belum tentu valid (Rosidin, 2017).

Uji reliabilitas dilakukan untuk mengetahui sejauh mana instrumen yang digunakan dapat dipercaya. Uji reliabilitas ini dilakukan dengan menggunakan program SPSS 25.0 dengan metode *Alpha Cronbach's* yang diukur berdasarkan pada skala *Alpha cronhbach's* 0 sampai 1. Interpretasi nilai *Alpha Cronbach's* menurut Arikunto (2010) dapat dilihat pada Tabel 6 berikut ini:

Tabel 6. Interpretasi Nilai *Alpha Cronbach's*

Derajat Reliabilitas	Kriteria
$0,80 < r_{11} \leq 1,00$	Sangat Reliabel
$0,60 < r_{11} \leq 0,80$	Reliabel
$0,40 < r_{11} \leq 0,60$	Cukup Reliabel
$0,20, < r_{11} \leq 0,40$	Agak Reliabel
$0,00 < r_{11} \leq 0,20$	Tidak Reliabel

3.7.4 Analisis Data Keefektifan

Keefektifan *e*-LKPD terpenuhi apabila hasil dari penggunaan produk yang telah dikembangkan menghasilkan pencapaian yang diharapkan atau dengan kata lain hasil yang diperoleh oleh peserta didik menunjukkan perbedaan yang signifikan antara pemahaman awal dengan pemahaman setelah pembelajaran. Adapun perhitungan keefektifan *e*-LKPD Argumentatif adalah sebagai berikut:

a. Perhitungan nilai *pretest* dan *posttest*

Nilai *pretest* dan *posttest* pada penilaian kemampuan keterampilan berpikir kritis peserta didik dirumuskan sebagai berikut:

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

Peningkatan skor jawaban *pretest* dan *posttest* menunjukkan adanya peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa.

b. Perhitungan *n-Gain*

Keefektifan *e*-LKPD argumentatif dengan model PjBL sebagai bahan ajar

dilakukan analisis terhadap skor gain ternormalisasi (g). Setelah didapatkan nilai *pretest* dan *posttest* kemudian dicari nilai n -Gain nya dengan rumus yaitu:

$$g = \frac{S_{post} - S_{pre}}{100 - S_{pre}}$$

Keterangan:

g = n -Gain

S_{post} = Skor *Posttest* (nilai tes akhir)

S_{pre} = Skor *Pretest* (nilai tes awal)

Perhitungan selanjutnya adalah menghitung rata-rata nilai n -Gain dari nilai n -Gain masing-masing peserta didik dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rata - rata } n - \text{Gain} = \frac{\text{jumlah } n - \text{gain peserta didik}}{\text{jumlah peserta didik}}$$

Penentuan kriteria dari nilai n -gain yang diperoleh dengan Tabel 7 berikut ini.

Tabel 7. Kriteria nilai n -Gain

Rata-rata n -Gain Ternormalisasi	Klasifikasi
$>0,70$	Tinggi
$0,30 \leq 0,70$	Sedang
$< 0,30$	Rendah

Sumber: Hake, 2002

c. Pengujian Hipotesis

Pengujian hipotesis pada penelitian ini dilakukan menggunakan SPSS versi 25.0.

Tahapan pengujian hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Uji normalitas

Uji normalitas dilaksanakan untuk mengetahui apakah sampel penelitian diambil dari populasi data yang berdistribusi normal atau tidak. Pengujian ini dilakukan untuk menentukan pengujian selanjutnya (parametrik atau nonparametrik) yang akan digunakan. Melalui analisis menggunakan *One Sample Kolmogrov-Smirnov Test*, hasil analisis berupa nilai *Asymp. Sig (2-tailed)*. Hipotesis untuk uji normalitas adalah sebagai berikut:

H_0 : Data berasal dari populasi yang berdistribusi normal

H_1 : Data berasal dari populasi yang tidak berdistribusi normal

Kriteria uji normalitas data adalah:

- a) Jika nilai Sig. > 0,05, maka H_0 diterima, artinya data berasal dari populasi yang berdistribusi normal.
- b) Jika nilai Sig. < 0,05, maka H_0 ditolak, artinya data berasal dari populasi yang tidak berdistribusi normal.

2. Uji *Paired Sample t-test*

Uji *Paired Sample t-test* digunakan untuk menguji signifikansi hasil penelitian yang berupa perbandingan dari dua rata-rata. Uji *Paired Sample t-test* ini dilakukan dengan menguji perbedaan rata-rata *pretest* dan *posttest* menggunakan *software* SPSS versi 25.0. Adapun rumusan hipotesis yang digunakan sebagai berikut:

H_0 : tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada nilai *pretest* dan *posttest* keterampilan berpikir kritis.

H_1 : terdapat perbedaan yang signifikan pada nilai *pretest* dan *posttest* keterampilan berpikir kritis.

Kriteria uji *Paired Sample t-test* adalah:

- a) Jika *sig (2-tailed)* > 0.05, maka H_0 diterima
- b) Jika *sig (2-tailed)* < 0.05, maka H_1 diterima

d. Analisis ukuran pengaruh (*Effect Size*)

Effect size merupakan ukuran besarnya pengaruh suatu variabel terhadap variabel lain. Analisis terhadap ukuran pengaruh dilakukan dengan menggunakan uji perbedaan dua rata-rata (*Paired Sample T-test*) dan uji *effect size*. Setelah memperoleh hasil uji perbedaan dua rata-rata, selanjutnya dilakukan perhitungan untuk menentukan ukuran pengaruh (*Effect size*) dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$d = \frac{m_A - m_B}{\left[\frac{(sd_A^2 + sd_B^2)}{2} \right]^{1/2}}$$

(Hake, 2002)

Keterangan :

d = *Effect size*

m_A = Nilai rata-rata *posttest*

m_B = Nilai rata-rata *pretest*
 sd_A = Standar deviasi *posttest*
 sd_B = Standar deviasi *pretest*

Setelah diperoleh nilai *effect size* kemudian diinterpretasikan dengan klasifikasi *effect size* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Klasifikasi *Effect Size*

Nilai d	Interpretasi
$d \leq 0,2$	Efek sangat kecil
$0,2 < d \leq 0,8$	Sedang
$d > 0,8$	Tinggi

Sumber: Cohen, 1988.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan mengenai penelitian yang sudah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. *e*-LKPD argumentatif yang valid dengan kategori “sangat valid” memiliki karakteristik yaitu (1) media ajar elektronik yang memiliki beberapa fitur seperti dapat mengirim video dan foto, menyisipkan link yang bersumber dari laman internet yang beragam, merekam suara, dan dapat diisi kapanpun tanpa takut proses pengerjaan hilang, (2) dapat dipantau *real-time*, (3) memiliki kegiatan eksperimen pembuatan produk dari limbah ikan dengan menggunakan model PjBL dan pola argumen Toulmin.
2. *e*-LKPD argumentatif dengan model PjBL dinyatakan praktis digunakan dalam pembelajaran, sebagaimana ditunjukkan dari hasil respon siswa yang telah menggunakan *e*-LKPD, dengan skor rata-rata sebesar 78,1%, yang termasuk dalam kategori “praktis”. Penilaian ini mencakup aspek kemenarikan (79,7%), kebermanfaatan (77,4%), dan keterbacaan (77,3%), yang menunjukkan bahwa *e*-LKPD dapat diterima dengan baik dan mendukung proses belajar siswa secara efektif.
3. *e*-LKPD argumentatif yang telah dikembangkan cukup efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa yang terlihat dari perbedaan hasil rata-rata pretest dan posttest dengan skor *n-gain* sebesar 0,55 yang dikategorikan sedang dan *effect size* sebesar 1,18 yang dikategorikan tinggi.

5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat peneliti berikan berdasarkan keterbatasan penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mencari sumber pendanaan tambahan seperti hibah penelitian atau kerja sama dengan instansi terkait agar pembuatan dan uji coba produk dapat dilakukan secara lebih optimal. Selain itu, penggunaan alat alternatif dapat dipertimbangkan untuk mengoptimalkan hasil penelitian.
2. Mengkaji literatur yang lebih mendalam atau dapat berkolaborasi dengan ahli di bidang pengolahan limbah ikan. Dengan demikian, proses pembuatan produk dapat dilakukan dengan lebih efektif dan inovatif.
3. Melakukan perencanaan yang lebih matang, termasuk jadwal yang lebih efisien dan pemilihan metode yang lebih tepat agar hasilnya lebih optimal dan mendalam.

DAFTAR PUSTAKA

- Agoestanto, A, Y L Sukestiyarno, dan F I Permanawati. 2019. "Kemampuan Menganalisis Argumen dalam Berpikir Kritis Ditinjau dari Rasa Ingin Tahu." *Prisma* 2: 337–42.
- Agustini, Ferina, dan Ika Indriasari. 2019. "Pelatihan Pemanfaatan Limbah Ikan Menjadi Pakan Ikan pada Pengrajin Bandeng Presto Kuningan Semarang." *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 3(1): 61–66.
<http://ejurnal.ikippgribojonegoro.ac.id/index.php/J-ABDIPAMAS>.
- Aini, Aisyah, Nur; Syachruraji, A.; Hendracipta, Nana. 2019. "Pengembangan LKPD Berbasis Problem Based Learning pada Mata Pelajaran IPA Materi Gaya." *Jurnal Pendidikan Dasar* 10(1): 68–76.
<https://journal.unj.ac.id/unj/index.php/jpd/article/view/11183>.
- Almahida, Aureola, Dywan; Gamaliel, Septian, Airlanda. 2020. "Efektivitas Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis STEM dan Tidak Berbasis STEM terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa." *Basicedu* 4(2): 344–54. <https://jbasic.org/index.php/basicedu>.
- Amali, Khairul, Yenni Kurniawati, dan Zuhiddah Zuhiddah. 2019. "Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Sains Teknologi Masyarakat pada Mata Pelajaran IPA di Sekolah Dasar." *Journal of Natural Science and Integration* 2(2): 70.
- Anggreini, Ratih Dwi, Haninda Bharata, dan Sri Hastuti Noer. 2022. "Pengaruh Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Peserta Didik." *Edumatica: Jurnal Pendidikan Matematika* 12(03): 202–11.
- Arikunto, Suharsimi. 2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktis*. Jakarta: Rineka Cipta.
- _____. 2016. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.

- Asyhari, Ardian, dan Helda Silvia. 2016. "Pengembangan Media Pembelajaran Berupa Buletin dalam Bentuk Buku Saku untuk Pembelajaran IPA Terpadu." *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni* 5(1): 1–13.
- Aulia, Rida, Anton Kuswoyo, dan Yuliana Ningsih. 2022. "Pemanfaatan Limbah Ikan Laut sebagai Pakan Burung Puyuh." *Jurnal Peternakan~Borneo* 1(1): 16–22.
- Avianti, Estian Ega, Supeno Supeno, dan Zainur Rasyid Ridho. 2023. "Pengembangan Media E-Lkpd untuk Meningkatkan Argumentation Skills Siswa SMP dalam Pembelajaran IPA." *Science Education* 6(2): 124–31.
- Ayuditisni Dewi, Najla, Ratih Purnamasari, dan Nita Karmila. 2023. "Pengembangan E-Lkpd Berbasis Webiste Wizer.me Materi Sifat-Sifat Bangun Ruang." *Didaktik: Jurnal Ilmiah PGSD STKIP Subang* 9(2): 2562–75.
- Ayuni, Melania Sandri; Distrik, I Wayan; Viyanti. 2022. "The Effect of E-LKPD Assisted PJBL-STEM Learning Model on Scientific Reasoning Ability and Argumentation Performance of Class XII Science Students in Renewable Energy Materials." *Physics Education Research Journal* 4(2): 79–86.
- Azkia Rahma, Siti, Kaspul, dan Muhammad Zaini. 2022. "Pengembangan E-LKPD untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa MAN 1 Banjarmasin Kelas XI pada Konsep Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan." *Practice of The Science of Teaching Journal: Jurnal Praktisi Pendidikan* 1(1): 9–15.
- Bilkisda, Indana Zulfa, dan Elok Sudibyo. 2021. "Pengaruh Pembelajaran E-Learning Edmodo terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP pada Materi Kalor dan Perpindahannya." *Pensa E-Jurnal : Pendidikan Sains* 9(2): 193–98. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/pensa/index>.
- Brookhart, S. M. 2010. 88 *Journal of Education How to Assess Higher Order Thinking Skills in Your Classroom*. Alexandria, VA: ASCD.
- Capraro, Robert M., Mary Margaret Capraro, and James R. Morgan. 2013. *STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach*, Second Edition *STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach*. 2nd ed. Rotterdam: Sense Publisher. <https://www.sensepublishers.com/>.

- Chen, C. H., and Y. C. Yang. 2018. 26 Educational Research Review *Revisiting the Effects of Project-Based Learning on Students' Academic Achievement: A Meta-Analysis Investigating Moderators*. Elsevier Ltd.
<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2018.11.001>.
- Cohen, Jacob. 1988. 11 Sustainability (Switzerland) *Statistical Power Analysis for The Behavioral Sciences*. Second edi. New York: Lawrence Erlbaum Associates.
- Colley, Kabba. 2008. "Project-Based Science Instruction: A Primer--An Introduction and Learning Cycle for Implementing Project-Based Science." *National Science Teaching Association* 75(8): 23–28.
- Daud, Muhammad, Muhammad Aman Yaman, dan Zulfan Zulfan. 2020. "Potensi Penggunaan Limbah Ikan Leubiem (*Chanthidermis Maculatus*) sebagai Sumber Protein dalam Ransum terhadap Produktivitas Itik Petelur." *Livestock and Animal Research* 18(3): 217.
- Dwiretno, Gresi, and Woro Setyarsih. 2018. "Pembelajaran Fisika Menggunakan Model Argument Driven Inquiry (ADI) untuk Melatihkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Peserta Didik." *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika* 7(2): 337–40. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/inovasi-pendidikan-fisika/article/view/24505/22426>.
- Elvina, Wica, dan Risnita Tri Utami. 2022. "Kajian Potensi Pemanfaatan Limbah Sisik Ikan dari Usaha Ikan Tangkap Laut (Studi Kasus Pasar Kota Bengkulu)." *Manfish Journal* 2(3): 151–58.
- Facione, Peter. 1990. *Critical Thinking: A Statement of Expert Consensus for Purposes of Educational Assessment and Instruction (The Delphi Report)*. California.
- Fahrizal, Ahmad, dan Ratna. 2018. "Pemanfaatan Limbah Pelelangan Ikan Jembatan Puri di Kota Sorong sebagai Bahan Pembuatan Tepung Ikan." *Gorontalo Fisheries Journal* 1(2): 10.
- Fosnot, Twomey, Catherine. 2005. *Constructivism: Theory, Perspectives, and Practice, Second Edition*. 2nd ed. New York: Teacher College Press, Columbia University.
- Fraenkel, Jack R, Norman E Wallen, and Helen H Hyun. 2012. *How to Design and Evaluate Research in Education*. 8th ed. New York: Mc Graw Hill.

- Guo, Pengyue, Nadira Saab, Lysanne S. Post, and Wilfried Admiraal. 2020. "A Review of Project-Based Learning in Higher Education: Student Outcomes and Measures." *International Journal of Educational Research* 102(April): 101586. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101586>.
- Hake, Richard R. 2002. "Relationship of Individual Student Normalized Learning Gains in Mechanics with Gender, High-School Physics, and Pretest Scores on Mathematics and Spatial Visualization." *Physics Education Research Conference* 8(August 2002): 1–14.
- Hasnunidah, Neni, Herawati Susilo, Mimien Irawati, and Hadi Suwono. 2020. "The Contribution of Argumentation and Critical Thinking Skills on Students' Concept Understanding in Different Learning Models." *Journal of University Teaching and Learning Practice* 17(1).
- Herawati, Elka Phia, Fakhili Gulo, dan Hartono. 2016. "Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Interaktif untuk Pembelajaran Konsep Mol di Kelas X SMA." *Jurnal Penelitian Pendidikan Kimia* 3(2): 168–78.
- Hikmah, Nur; Anjaswuri, Fitri; Zen, Seful D; Destiana, Dita; Wijaya, Ade; Gani, A Resyi; Maharani, Deas N; Mulyawayi, Yuli. 2024. "Pendampingan Pembuatan E-LKPD Berbasis Wizer.me dalam Meningkatkan Kemampuan Literasi Digital Guru di SDN Dewi Sartika 2 Kota Bogor." *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara* 5(1): 453–59.
- Iman, Rasulun, dan Ibnu Khaldun. 2017. "Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa dengan Model Inkuiri Terbimbing pada Materi Pesawat Sederhana." *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia* 05(01): 52–58. <http://jurnal.unsyiah.ac.id/jpsi>.
- Jiménez-Aleixandre, María Pilar, and Sibel Erduran. 2007. "Argumentation in Science Education: An Overview." *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research*: 3–27.
- Indayani, Rini, Supeno Supeno, dan Iwan Wicaksono. 2021. "Pengaruh Videoscribe terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Pembelajaran IPA." *Edu Sains: Jurnal Pendidikan Sains & Matematika* 9(2): 107–15.
- Jannah, Iftakhul Kalimatul Jannah, dan Oktaviani Adhi Suciptaningsih. 2023. "Pengembangan E-LKPD Berbasis CTL pada Kurikulum Merdeka Muatan IPAS." *JIIP-Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan* 6(8): 6164–72.

- Karsidin, B., Y. S. Wahyuni, dan N. Dwiyantri. 2022. "Uji Penetapan Kadar Protein Kolagen dan Uji Hedonik Sediaan Gel Kolagen Limbah Ikan Kakap Merah (*Lutjanus Russelli*).” *Jurnal Farmasi dan Sains* 5(2): 121–33.
- KEMDIKBUD. 2014. *Materi Pelatihan Guru Implementasi Kurikulum 2013 Tahun Ajaran 2014/2015*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Khikmiyah, Fatimatul dkk. 2021. "Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga (Usus Ikan) di Kelurahan Lumpur sebagai Pakan Ikan (Pelet Ikan).” *DedikasiMU (Journal of Community Service)* 3(2): 869–76.
<http://journal.umg.ac.id/index.php/dedikasimu/article/view/2674>.
- Khoiri, Nur, Kukuh Sugandi, and Joko Siswanto. 2022. "The Validity of the Sustainability Based Argument- Driven Inquiry to Improve Students' Critical Thinking Skills.” *Gagasan Pendidikan Indonesia* 3(1): 12–23.
- Kiswari, Lusida; Singgih, Suwito; Siswanto. 2023. "Development of Stem-Based E-LKPD on Substance Pressure Material to Improve Critical Thinking Skills of Junior High School Students Lusida Kiswari.” *Pendidikan Sains dan Matematika* 11(2): 136–44. <https://e-journal.iain-palangkaraya.ac.id/index.php/edusains/article/view/4243/2292>.
- Kurnia, Indri; Caswita; Suharsono. 2022. "Pengembangan Model Guided Inquiry untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Peserta Didik.” *Al Ikmal: Jurnal Pendidikan* 1(1): 48–58.
- Kusdiningsih, Erni Zakia, Abdurrahman, dan Tri Jalmo. 2016. "Penerapan LKPD Berbasis Kemampuan Argumentasi untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Tertulis dan Literasi Sains Siswa.” *Jurnal Pendidikan Progresif* 6(2): 1012–1110. <https://core.ac.uk/download/pdf/196255896.pdf>.
- Lazarou, Demetris, and Sibel Erduran. 2021. "“Evaluate What I Was Taught, Not What You Expected Me to Know’: Evaluating Students' Arguments Based on Science Teachers' Adaptations to Toulmin's Argument Pattern.” *Journal of Science Teacher Education* 32(3): 306–24.
<https://doi.org/10.1080/1046560X.2020.1820663>.
- Lestari, Ina, dan Aldeva Ilhami. 2022. "Penerapan Model Project Based Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa SMP: Systematic Review.” *LENSA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA* 12(2): 135–44.

- Meiyasa, Firat, dan Nurbety Tarigan. 2020. "Pemanfaatan Limbah Tulang Ikan Tuna (*Thunnus Sp.*) sebagai Sumber Kalsium dalam Pembuatan Stik Rumput Laut Firat Meiyasa dan Nurbety Tarigan." *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas* 24, No.1.
- Mellenia, Rila Putri Anasty, dan Setyo Admoko. 2022. "Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Pembelajaran Diskusi Berbasis Pola Argumentasi Toulmin untuk Melatihkan Keterampilan Argumentasi dan Berpikir Kritis." *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika* 6(2): 313.
- Murni, Arie Widya, dan Fajar Nur Yasin. 2021. "Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Proyek pada Materi Siklus Air Kelas V Sekolah Dasar." *Jurnal Basicedu* 5(6): 6196–6210.
- Nejmaoui, Nabila. 2018. "Improving EFL Learners' Critical Thinking Skills in Argumentative Writing." *English Language Teaching* 12(1): 98.
- OECD. 2023. *Pisa 2022 PISA 2022 Results (Volume I) The State of Learning and Equity in Education*.
- Osy, Yostia, Utami. 2022. "Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing dalam Meningkatkan Kemampuan Berfikir Kritis Siswa pada Pelajaran IPA SMP." *Jurnal Pendidikan Intelektium* 3(2): 338–48.
- Paul, Richard, and Linda Elder. 2019. *The Miniature Guide to Critical Thinking Concepts and Tools*. London: Rowman & Littlefield.
- Putri, Fadillah Eka, Satrio Hadi Wijoyo, dan Wibisono Sukmo Wardhono. 2019. "Pengaruh Media Pembelajaran terhadap Minat Belajar dan Motivasi Belajar yang akan Berdampak pada Hasil Belajar Peserta Didik Kelas XI dalam Pembelajaran Produktif Jurusan Multimedia (Studi Kasus: SMK Negeri 11 Malang)." *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer* 3(6): 5981–86.
- Putri, Vena Ayunda Ramadhani, dan Delia Indrawati. 2021. "Pengembangan Media Evaluasi Pembelajaran Bilangan Berpangkat Tiga dan Akar Pangkat Tiga Berbantuan Wizer.me untuk Siswa Sekolah Dasar." *Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar* 9(10): 3542–50.
<https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-penelitian-pgsd/article/view/44143>.
- Rafidah, Apriliyanti Ayu, Hidayat, and Zaenab. 2023. "Pemanfaatan Limbah Ikan Sebagai Pupuk Organik Cair (POC) Dengan Penambahan Kulit Buah Nanas Dan Air Cucian Beras." *Jurnal Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat* 23(2): 261–73.

- Rahayu, Mutia Sri, Rita Istiana, dan Desti Herawati. 2022. "Pengembangan E-LKPD Berbasis Argument Mapping pada Materi Perubahan Lingkungan untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Siswa." *Bioedusiana: Jurnal Pendidikan Biologi* 7(1): 43–59.
- Rizkika, Maulidiya, Pramudya Dwi Aristya Putra, dan Nur Ahmad. 2022. "Pengembangan E-LKPD Berbasis STEM pada Materi Tekanan Zat untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP." *PSEJ (Pancasakti Science Education Journal)* 7(1): 41–48.
- Rohman, Fajar Nur, dan Hasan Dani. 2020. "Validasi Media Sketchup dan Perangkat Pembelajaran Materi Menghitung Volume Pondasi dan Sloof." *Jurnal Kajian Pendidikan Teknik Bangunan* 6(1): 2.
- Rosenberg, Marc Jeffrey. 2001. *E-Learning: Strategies for Delivering Knowledge in The Digital Age*. New York: McGraw-Hill.
- Rosidin, Undang. 2017. *Evaluasi Dan Asesmen Pembelajaran*. Yogyakarta: Media Akademi.
- Roviati, Evi, dan Ari Widodo. 2019. "Kontribusi Argumentasi Ilmiah dalam Pengembangan Keterampilan Berpikir Kritis." *Titian Ilmu: Jurnal Ilmiah Multi Sciences* 11(2): 56–66.
- Safna, Oktaviangga Putri, dan Siti Sri Wulandari. 2022. "Pengaruh Motivasi, Disiplin Belajar, dan Kemampuan Berpikir Kritis terhadap Hasil Belajar Siswa." *Scaffolding: Jurnal Pendidikan Islam dan Multikulturalisme* 4(2): 140–54.
- Saputra, Hardika. 2020. *Kemampuan Berfikir Kritis Matematis*. Metro: Perpustakaan IAI Agus Salim Metro Lampung.
- Saputra, Maskhur Dwi, Soetarno Joyoatmojo, Dewi Kusuma Wardani, and Khresna Bayu Sangka. 2019. "Developing Critical-Thinking Skills through the Collaboration of Jigsaw Model with Problem-Based Learning Model." *International Journal of Instruction* 12(1): 1077–94.
- Sarwinda, Khairani, Eli Rohaeti, and Mirra Fatharani. 2020. "The Development of Audio-Visual Media with Contextual Teaching Learning Approach to Improve Learning Motivation and Critical Thinking Skills." *Psychology, Evaluation, and Technology in Educational Research* 2(2): 98.
- Slavin, Robert E. 2006. *Educational Psychology: Theory and Practice*. 8th ed. Boston: Pearson Education.
<https://archive.org/details/educationalpsych0008slav/page/n1/mode/2up>.

- Stiggins, Richard J. 1997. *Student-Centered Classroom Assessment*. 2nd ed. ed. Kevin M. Davis. Columbus, Ohio: Prentice-Hall, Inc.
- Sudjana. 2005. *Metode Statistika*. Bandung: PT Tarsito.
- Sugiyono. 2019. *Metode Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, dan R and D*. Bandung: Alfabeta.
- Sumarni, W., and S. Kadarwati. 2020. "Ethno-Stem Project-Based Learning: Its Impact to Critical and Creative Thinking Skills." *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia* 9(1): 11–21.
- Sumarni, Woro. 2015. "The Strengths and Weaknesses of the Implementation of Project Based Learning: A Review." *International Journal of Science and Research* 4(3): 2319–7064. www.ijsr.net.
- Suparno, Paul. 1997. *Filsafat Konstruktivisme dalam Pendidikan*. Yogyakarta: Kanisius
- Suryaningsih, Siti, dan Riska Nurlita. 2021. "Pentingnya Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Inovatif dalam Proses Pembelajaran Abad 21." *Jurnal Pendidikan Indonesia* 2(7): 1256–68.
- Sutrisno, Joko; Pratama, Yogi, Elvandri. 2020. "Upaya Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Matematika melalui Model Pembelajaran Problem Posing." *Epsilon* 2: 69–76.
- Syafitri, Ely, Dian Armanto, dan Elfira Rahmadani. 2021. "Aksiologi Kemampuan Berpikir Kritis (Kajian Tentang Manfaat dari Kemampuan Berpikir Kritis)." *Journal of Science and Social Research* 4(3): 320–25.
- Syafitri, Rosa Andria, and Tressyalina. 2020. "The Importance of the Student Worksheets of Electronic (E-LKPD) Contextual Teaching and Learning (CTL) in Learning to Write Description Text during Pandemic COVID-19." 485(Icile): 284–87.
- Thiagarajan, Sivasailam, Dorothy S Semmel, and Melvyn I Semmel. 1974. *Journal of School Psychology Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook*. Washington DC: ERIC.
- Trimawati, Karina, Tjandra Kirana, dan Raharjo. 2020. "Pengembangan Instrumen Penilaian IPA Terpadu dalam Pembelajaran Model Project Based Learning (PjBL) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Kreatif Siswa SMP." *Quantum: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains* 11(1): 36.

- Trisnawati, Winda, Randi Eka Putra, and Levandra Balti. 2023. "The Impact of Artificial Intelligent in Education toward 21st Century Skills: A Literature Review." *PPSDP International Journal of Education* 2(2): 501–13.
- Vygotsky, Lev S. 1978. *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, MA: Harvard university press.
- Wahyuni, Esti Tri, Supeno Supeno, dan Aris Singgih Budiarmo. 2024. "Pengembangan E-LKPD Berbasis Socio-Scientific Issue untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Siswa pada Pembelajaran IPA SMP." *Eduproxima: Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA* 6(3): 1155–65.
- Widiastiningsih, Rahmah, Asrial Asrial, dan Muhammad Haris Effendi-Hasibuan. 2022. "Pengembangan E-Modul Berbasis Pola Argumentasi Toulmin untuk Meningkatkan Argumentasi Siswa pada Materi Asam Basa." *PENDIPA: Journal of Science Education* 6(2): 410–14.
- Winarti, Neni, Audi Yundayani, dan Susilawati. 2021. "Prosiding Seminar Nasional Pendidikan STKIP Kusuma Negara III Korelasi antara Keterampilan Berpikir Kritis dengan Keterampilan Menulis Teks Argumentatif." *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan STKIP Kusuma Negara III*: 144–52.
- Woolfolk, A. 2016. *Educational Psychology, Thirteen Edition*. Boston: Pearson Education.
- Wulandari, Riska, dan Dian Novita. 2018. "Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Project Based Learning pada Materi Asam Basa untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis." *Unesa Journal of Chemical education* 7(2): 129–35.
<https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/journal-of-chemical-education/article/view/23880>.
- Zahroh, Dwi Aulia, dan Yuliani. 2021. "Pengembangan E-LKPD Berbasis Literasi Sains untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Pertumbuhan dan Perkembangan." *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)* 10(3): 605–16.