

**PENGEMBANGAN *e*-LKPD BERBASIS PROYEK PENJERNIHAN AIR
SUMUR BERWARNA KUNING UNTUK MENINGKATKAN
KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMP**

(Tesis)

Oleh

Elsa Pramudya Wardani



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

ABSTRAK

PENGEMBANGAN *e*-LKPD BERBASIS PROYEK PENJERNIHAN AIR SUMUR BERWARNA KUNING UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMP

Oleh

ELSA PRAMUDYA WARDANI

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan lembar kerja peserta didik elektronik berbasis proyek penjernihan air sumur berwarna kuning untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMP. Metode penelitian menggunakan R&D yang mengacu pada model pengembangan 4-D yang disarankan oleh Thiagarajan. Subyek pada tahap *define* adalah 13 guru dan 176 siswa dari 7 sekolah berbeda di Bandar Lampung. Subjek pada tahap *develop* adalah *e*-LKPD berbasis proyek, dan subjek pada tahap implementasi yaitu siswa kelas VIII F SMP Negeri 32 Bandar Lampung sebanyak 34 siswa dan satu orang guru. Pada tahap *define*, metode penelitian yang digunakan adalah metode campuran dengan *explanatory sequential design* di mana data dikumpulkan melalui angket, kemudian dianalisis menggunakan analisis deskriptif. Pada tahap *develop* teknik analisis data yang digunakan adalah uji validitas dan uji reliabilitas untuk menganalisis kevalidan dari instrumen soal tes berpikir kritis yang digunakan. Lalu pada tahap implementasi, data hasil *pretest/posttest* siswa dianalisis dengan menghitung *n-gain* dan *effect size*, dan dilakukan pengujian hipotesis dengan menggunakan uji *paired sample t-test*. Produk ini dinyatakan valid berdasarkan hasil validasi ahli, baik dari aspek kesesuaian isi dan aspek kesesuaian konstruksi dengan kriteria sangat tinggi. Produk ini juga dinyatakan praktis untuk digunakan di dalam pembelajaran berdasarkan hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran menggunakan *e*-LKPD yang dikembangkan dan dari respon siswa dengan kriteria sangat tinggi. Produk ini dinyatakan efektif dilihat dari perolehan rata-rata *n-gain*

yang berkategori sedang sebesar 0,62 dan *effect size* yang berkategori tinggi sebesar 4,52, serta mengalami peningkatan yang signifikan di semua indikator berpikir kritis.

Kata kunci: *e*-LKPD berbasis proyek, penjernihan air sumur berwarna kuning, keterampilan berpikir kritis

ABSTRACT

PENGEMBANGAN *e*-LKPD BERBASIS PROYEK PENJERNIHAN AIR SUMUR BERWARNA KUNING UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMP

Oleh

ELSA PRAMUDYA WARDANI

This study aims to develop electronic students' worksheets based on purifying yellow well water projects to improve junior high school students' critical thinking skills. The research method uses R&D which refers to the 4-D development model suggested by Thiagarajan. The subjects in the define stage were 13 teachers and 176 students from 7 different schools in Bandar Lampung. The subjects in the develop stage were project-based electronic students' worksheet, and the subjects in the implementation stage were 34 students of class VIII F of SMP Negeri 32 Bandar Lampung and one teacher. In the define stage, the research method used was a mixed method with explanatory sequential design where data was collected through a questionnaire, then analyzed using descriptive analysis. In the develop stage, the data analysis techniques used were validity testing and reliability testing to analyze the validity of the critical thinking test instrument used. Then in the implementation stage, the data from the students' pretest/posttest results were analyzed by calculating the n-gain and effect size, and hypothesis testing was carried out using the paired sample t-test. This product was declared valid based on the results of expert validation, both in terms of content suitability and construction suitability with very high criteria. This product was also declared practical for use in learning based on the results of observations of the implementation of learning using the developed electronic students' worksheet and from student responses with very high criteria. This product is declared effective as seen from the average n-gain obtained in the medium category of 0.62 and the effect size in the high category of 4.52, and experienced a significant increase in all critical thinking indicators.

Keywords: electronic students' worksheets based projects, purifying yellow well water, critical thinking skills

**PENGEMBANGAN *e*-LKPD BERBASIS PROYEK PENJERNIHAN AIR
SUMUR BERWARNA KUNING UNTUK MENINGKATKAN
KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMP**

Oleh

ELSA PRAMUDYA WARDANI

TESIS

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
MAGISTER PENDIDIKAN

Pada

Program Studi Pendidikan IPA
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



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

2025

Judul Tesis : **PENGEMBANGAN *e*-LKPD BERBASIS
PROYEK PENJERNIHAN AIR SUMUR
BERWARNA KUNING UNTUK
MENINGKATKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR KRITIS SISWA SMP**

Nama Mahasiswa : **ELSA PRAMUDYA WARDANI**

No. Pokok Mahasiswa : 2123025004

Program Studi : **Magister Pendidikan IPA**

Jurusan : **Pendidikan MIPA**

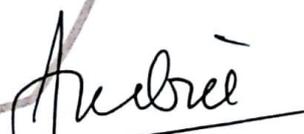
Fakultas : **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



Pembimbing I,

1. Komisi Pembimbing
Pembimbing II,


Prof. Dr. Chansyanah Diawati, M. Si.
NIP 19660824 199111 2 002


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

2. Mengetahui

Ketua Jurusan
Pendidikan MIPA

Ketua Program Studi
Magister Pendidikan IPA


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


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

MENGESAHKAN

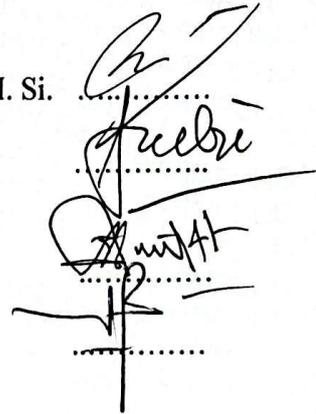
1. Tim Penguji

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

Sekretaris : Dr. Noor Fadiawati, M. Si.

Penguji
Bukan Pembimbing : I. Dr. Kartini Herlina, M. Si.

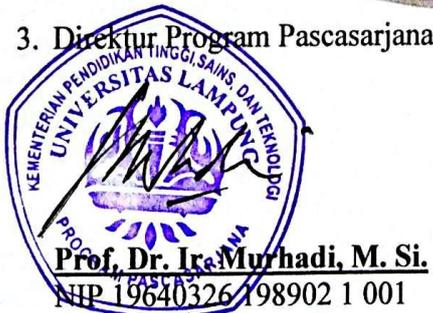
II. Dr. Viyanti, M. Pd.



2. Plt. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



3. Direktur Program Pascasarjana



4. Tanggal Lulus Ujian Tesis: 22 Januari 2025

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Elsa Pramudya Wardani
Nomor Pokok Mahasiswa : 2123025004
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 kesarjanaan 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 di kemudian hari terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka saya akan bertanggung jawab sepenuhnya.

Bandar Lampung, Januari 2025
Yang menyatakan



Elsa Pramudya Wardani
NPM. 2123025004

Motto

“Orang yang meraih kesuksesan tidak selalu orang yang pintar, tapi orang yang selalu meraih kesuksesan adalah orang yang gigih dan pantang menyerah.”

(Susi Pudjiastuti)

“Bukan ilmu yang seharusnya mendatangiimu, tapi kamu yang seharusnya mendatangi ilmu.”

(Imam Malik)

“Belajarlah seolah-olah kamu akan hidup selamanya, hiduplah seakan-akan kamu akan mati besok.”

(Mahatma Gandhi)

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung tanggal 6 Januari 1998 sebagai anak kedua dari dua bersaudara, dari pasangan bapak Suyitno dan Ibu Mastion, Pendidikan formal diawali di SD Negeri 6 Gedong Air diselesaikan pada tahun 2010. Kemudian melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 25 Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2013. Selanjutnya pada tahun 2013 melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 16 Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2016.

Pada tahun 2016, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri (UIN) Raden Intan Lampung melalui Seleksi Prestasi Akademik Nasional Perguruan Tinggi Keagamaan Islam Negeri (SPAN-PTKIN) dan lulus pada tahun 2021. Pada tahun 2021, penulis melanjutkan studi pada program pascasarjana Universitas Lampung, dengan Prodi Magister Pendidikan IPA. Pada tahun 2019, penulis mengikuti kegiatan Kuliah Kerja Nyata di desa Sinar Karya Kecamatan Merbau Mataram, Kabupaten Lampung Selatan dan Praktik Pengalaman Lapangan di MA Muhammadiyah Sukarame Bandar Lampung.

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah rabbil'alamin, segala puji dan syukur kuucapkan hanya untuk Allah SWT, atas limpahan rahmat dan nikmat yang telah diberikan, serta kekuatan, kesehatan, dan kesabaran untukku dalam mengerjakan tesis ini. Shalawat seiring salam selalu tercurahkan kepada junjunganku Nabi Muhammad SAW.

Kupersembahkan karya ini sebagai tanda bukti cinta kasihku kepada orang-orang yang berarti dalam hidupku kepada:

- ❖ Ayahanda dan Ibunda tercinta yang selalu mendoakanku dan memberikanku motivasi, semangat, dan kasih sayang yang tiada hentinya selama penyelesaian tesis ini.
- ❖ Kakakku, Doni Bastian Danu, S.E. yang selalu memberikan semangat dan dukungannya untukku.
- ❖ Sahabat-sahabatku yang turut memberikan doa, semangat, dan motivasi untukku dalam menyelesaikan tesis ini.
- ❖ Almamaterku tercinta, Universitas Lampung.

SANWACANA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak sangat membantu dalam penyelesaian tesis ini. Pada kesempatan ini disampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A.,I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Bapak Dr. Riswandi, M. Pd. selaku Plt. Dekan FKIP Universitas Lampung;
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Murhadi, M. Si. selaku Direktur Pascasarjana Universitas Lampung;
4. Ibu Dr. Nurhanurawati, M. Pd. selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA;
5. Ibu Prof. Dr. Neni Hasnunidah, M. Si. selaku Ketua Program Studi Magister Pendidikan IPA Universitas Lampung sekaligus validator yang telah memberikan saran dan masukan dalam pengembangan produk;
6. Ibu Prof. Dr. Chansyanah Diawati, M. Si. selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, saran, dan motivasinya dalam penyelesaian tesis ini;
7. Ibu Dr. Noor Fadiawati, M. Si. selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, saran, dan motivasinya dalam penyelesaian tesis ini;
8. Ibu Dr. Kartini Herlina, M. Si. selaku Pembahas I yang telah memberikan bimbingan, saran, dan kritik yang bersifat positif untuk perbaikan tesis ini;
9. Ibu Dr. Viyanti, M. Pd. selaku dosen pembahas dan validator yang telah memberikan saran dan masukan dalam pengembangan produk;
10. Bapak Prof. Dr. Abdurrahman, M. Si. selaku validator yang telah memberikan saran dan masukan dalam pengembangan produk;

11. Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Administrasi Magister Pendidikan IPA Universitas Lampung.
12. Bapak Dr. Wahono, M. Pd. selaku kepala sekolah mitra atas izin yang telah diberikan untuk melaksanakan penelitian serta siswa siswi SMP N 32 Bandar Lampung;
13. Ayahanda dan Ibunda, Suyitno dan Mastion, serta saudaraku Doni Bastian Danu, S. E. atas kasih sayang, dukungan, doa, dan restu yang diberikan untuk kelancaran mengenyam studi ini;
14. Rekan seperjuangan Magister Pendidikan IPA 2021 yang telah saling memotivasi dalam penyelesaian tesis ini;
15. 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, 22 Januari 2025
Penulis

Elsa Pramudya Wardani

DAFTAR ISI

| | |
|--|------------------------------|
| DAFTAR ISI | Error! Bookmark not defined. |
| DAFTAR TABEL | Error! Bookmark not defined. |
| DAFTAR GAMBAR | xviii |
| I. PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang Masalah..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 5 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 5 |
| 1.4 Manfaat Penelitian..... | 6 |
| 1.5 Ruang Lingkup Penelitian | 6 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Pembelajaran Konstruktivisme | 8 |
| 2.2 Pembelajaran Berbasis Proyek (PBP) | 10 |
| 2.3 Berpikir Kritis (<i>Critical Thinking</i>)..... | 14 |
| 2.4 Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (<i>e-LKPD</i>)..... | 16 |
| 2.5 Air Sumur yang Berwarna Kuning..... | 19 |
| 2.6 Analisis Pemecahan Masalah | 22 |
| 2.7 Kerangka Pemikiran | 23 |
| 2.8 Hipotesis Penelitian..... | 25 |
| III. METODE PENELITIAN | |
| 3.1 Alur Penelitian..... | 27 |
| 3.2 Prosedur Pelaksanaan Penelitian | 28 |
| 3.3 Subyek dan Lokasi Penelitian | 33 |
| 3.4 Sumber Data | 33 |
| 3.5 Instrumen Penilaian..... | 34 |
| 3.6 Teknik Pengumpulan Data | 37 |
| 3.7 Teknik Analisis Data..... | 38 |

| | |
|---|-----|
| 3.8 Teknik Pengujian Hipotesis | 45 |
| IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN | |
| 4.1. Tahap Pendefinisian (<i>Define</i>)..... | 47 |
| 4.2. Tahap Perancangan (<i>Design</i>) | 56 |
| 4.3. Tahap Pengembangan (<i>Develop</i>)..... | 62 |
| V. KESIMPULAN DAN SARAN | |
| 5.1. Kesimpulan..... | 101 |
| 5.2. Keterbatasan | 102 |
| 5.3. Saran..... | 102 |
| DAFTAR PUSTAKA | |
| LAMPIRAN | |
| 1. Tabulasi Data Hasil Angket Analisis Awal | 111 |
| 2. Tabulasi Data Hasil Angket Analisis Siswa | 114 |
| 3. Modul Ajar | 116 |
| 4. Kisi-kisi Soal <i>Pretest & Posttest</i> | 122 |
| 5. Rubrikasi Soal <i>Pretest & Posttest</i> | 123 |
| 6. Angket Respon Siswa | 131 |
| 7. Angket Validasi Kesesuaian Isi | 133 |
| 8. Angket Validasi Kesesuaian Konstruksi | 136 |
| 9. Lembar Penilaian Kinerja | 139 |
| 10. Rubrikasi Lembar Penilaian Kinerja | 141 |
| 11. Lembar Observasi Keterlaksanaan PBP | 145 |
| 12. Hasil Validasi Ahli (Dosen) | 147 |
| 13. Hasil Validasi Praktisi (Guru IPA) | 151 |
| 14. Rekapitulasi Angket Respon Siswa | 155 |
| 15. Hasil Observasi Keterlaksanaan PBP | 156 |
| 16. Rekapitulasi Nilai Lembar Penilaian Kinerja | 157 |
| 17. Hasil Perhitungan <i>Pretest, Posttest, n-Gain, dan effect size</i> | 164 |
| 18. Data Validitas dan Reliabilitas | 165 |
| 19. Hasil Analisis Validitas dan Reliabilitas | 166 |
| 20. Persentase Indikator Berpikir Kritis | 168 |
| 21. Hasil Analisis Statistik | 172 |
| 22. Dokumentasi Penelitian | 174 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|---|---------|
| 1. Kerangka Berpikir Kritis menurut Norris dan Ennis | 15 |
| 2. Desain Penelitian | 32 |
| 3. Penskoran untuk Angket Validasi Kesesuaian Isi berdasarkan Skala <i>Likert 4</i> | 39 |
| 4. Penskoran untuk Angket Validasi Konstruksi berdasarkan Skala Guttman .. | 39 |
| 5. Tafsiran Persentase Angket | 40 |
| 6. Kriteria Validasi Analisis Persentase | 40 |
| 7. Penskoran untuk Angket Respon Guru berdasarkan Skala <i>Likert 4</i> | 40 |
| 8. Persentase Kriteria Respon Guru | 41 |
| 9. Penskoran untuk Angket Respon Siswa berdasarkan Skala Guttman | 41 |
| 10. Persentase Kriteria Respon Siswa | 42 |
| 11. Kriteria Tingkat Keterlaksanaan | 43 |
| 12. Kriteria Koefisien Validitas | 43 |
| 13. Tafsiran Reliabilitas Soal | 44 |
| 14. Kategori <i>n-Gain</i> | 45 |
| 15. Kriteria <i>effect size</i> | 45 |
| 16. Tujuan Pembelajaran & Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran | 55 |
| 17. Produk <i>e-LKPD</i> Berbasis Proyek | 58 |
| 18. Persentase Hasil Validasi Ahli | 62 |
| 19. Persentase Hasil Respon Guru terhadap <i>e-LKPD</i> | 68 |
| 20. Hasil Uji Validitas Soal <i>Pretest-Posttest</i> | 71 |
| 21. Kriteria peningkatan keterampilan berpikir kritis | 74 |
| 22. Hasil Uji Normalitas <i>Pretest, Posttest</i> dan <i>n-gain</i> | 75 |
| 23. Hasil Uji t Nilai <i>Pretest-Posttest</i> | 75 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|--|---------|
| 1. Skema Analisis Pemecahan Masalah | 22 |
| 2. Kerangka Berpikir | 24 |
| 3. Desain Pengembangan 4D menurut Thiagarajan | 26 |
| 4. Alur Pengembangan <i>e</i> -LKPD Berbasis Proyek Penjernihan Air Sumur Berwarna Kuning | 27 |
| 5. Grafik Hasil Angket Analisis Ujung-Depan | 48 |
| 6. Sumber LKPD yang digunakan oleh Guru | 49 |
| 7. Hasil Angket Analisis Siswa | 51 |
| 8. Sumber LKPD yang digunakan | 52 |
| 9. Hasil validasi kesesuaian isi | 63 |
| 10. Produk yang akan dibuat siswa sebelum revisi | 65 |
| 11. Produk yang akan dibuat siswa sesudah revisi | 65 |
| 12. Wacana sebelum dan sesudah revisi | 65 |
| 13. Hasil validasi konstruksi | 66 |
| 14. Tampilan petunjuk penggunaan <i>e</i> -LKPD sebelum dan sesudah revisi | 67 |
| 15. Hasil respon guru terhadap isi produk <i>e</i> -LKPD | 68 |
| 16. Hasil respon guru terhadap konstruksi <i>e</i> -LKPD | 70 |
| 17. Keterampilan berpikir kritis | 72 |
| 18. Keterampilan berpikir kritis per indikator | 73 |
| 19. Hasil angket evaluasi pembelajaran dengan responden siswa | 76 |
| 20. Persentase keterlaksanaan sintaks dan sistem sosial | 79 |
| 21. Jawaban siswa pada tahap mengidentifikasi masalah | 81 |
| 22. Jawaban siswa pada tahap mengidentifikasi informasi yang diperlukan | 82 |
| 23. Jawaban siswa pada tahap mengumpulkan informasi dasar | 83 |
| 24. Rencana proyek Kelompok 1 dan 2 | 85 |
| 25. Rencana proyek kelompok 3 | 86 |
| 26. Rencana proyek kelompok 4 | 87 |
| 27. Alat dan bahan yang digunakan dalam proyek | 88 |
| 28. Desain alat yang akan dibuat | 90 |
| 29. Jadwal kegiatan proyek | 91 |
| 30. Hasil uji coba produk alat penjernih air setiap kelompok | 93 |
| 31. Hasil proyek kelompok 1 dan 2 | 94 |
| 32. Hasil proyek kelompok 3 dan 4 | 95 |
| 33. Hasil uji coba alat penjernih air kelompok 1 dan 2 | 96 |

34. Hasil uji coba alat penjernih air kelompok 3 dan 497
35. Keterbatasan/kendala yang dihadapi siswa beserta saran untuk perbaikan ..98

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Di era abad 21 ini, orang yang mampu bersaing di pasar kerja adalah orang yang memiliki nilai jual saing yang tinggi, seperti memiliki berbagai macam kemampuan dan keterampilan agar dapat bertahan dan terus berkembang di dalam kariernya. Oleh karena itu, pendidikan di era ini tidak hanya fokus untuk membekali pengetahuan saja kepada siswa, tetapi juga melatih siswa agar dapat menguasai berbagai macam keterampilan berpikir (Mardhiyah *et al.*, 2021). Salah satu keterampilan berpikir yang harus dimiliki oleh siswa adalah keterampilan berpikir kritis.

“Berpikir kritis merupakan pemikiran reflektif yang masuk akal yang berfokus pada memutuskan apa yang harus dipercaya atau dilakukan” (Ennis, 2011).

Artinya, berpikir kritis merupakan proses berpikir secara logis dengan cara menghubungkan pengetahuan baru yang diperoleh dengan pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya sehingga individu dapat menarik kesimpulan untuk menyelesaikan suatu permasalahan. Pembelajaran saat ini tentunya perlu melatih keterampilan berpikir kritis pada siswa agar dapat memiliki kemampuan pemecahan masalah yang mungkin mereka hadapi di kehidupan nyata (Thorndahl & Stentoft, 2020). Facione (2015) berpendapat bahwa seseorang yang terampil berpikir kritis akan mampu mengambil keputusan untuk memecahkan suatu masalah. Kemampuan ini sangat berharga nantinya ketika siswa terjun ke masyarakat.

Namun pada kenyataannya, proses pembelajaran yang diterapkan di sekolah hanya menuntut siswa untuk menguasai pengetahuan saja, tetapi tidak melatih

keterampilan-keterampilan berpikir pada siswa (Wilsa *et al.*, 2017). Pembelajaran yang menekankan siswa untuk menguasai pengetahuan saja seperti itu tidak akan mampu melatih dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis pada siswa (Mareti & Hadiyanti, 2021). Untuk melatih keterampilan berpikir kritis pada siswa dapat melalui kegiatan pemecahan masalah. Karena itu, siswa harus diberikan permasalahan nyata. Salah satu model pembelajaran dengan memberikan permasalahan nyata adalah pembelajaran berbasis proyek (PBP).

Pembelajaran berbasis proyek (PBP) adalah model pembelajaran yang mengikutsertakan siswa untuk memilih dan menyelidiki pertanyaan mereka sendiri yang didasarkan pada suatu masalah nyata dalam kegiatan proyek sehingga pada akhirnya siswa dapat menciptakan produk nyata (Colley, 2008). Penerapan pembelajaran berbasis proyek memungkinkan siswa untuk menggunakan pengetahuan yang mereka miliki untuk menyelesaikan masalah nyata dalam bentuk proyek (Bilgin *et al.*, 2015). Pembelajaran berbasis proyek juga memungkinkan siswa tidak hanya belajar dari diri mereka sendiri tetapi juga dari anggota kelompok yang lain (Baser *et al.*, 2017; Cort *et al.*, 2021; Hernández *et al.*, 2018). Pembelajaran berbasis proyek dapat meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, seperti berpikir kritis, berpikir kreatif, dan pemecahan masalah (Bell, 2010; Colley, 2008; Velez & Power, 2020).

Kelurahan Susunan Baru memiliki permasalahan nyata yang dapat dijadikan media dalam pembelajaran berbasis proyek. Permasalahan nyata yang terjadi di Kelurahan Susunan Baru adalah sumber air dari sumur yang berwarna kuning. Pada sumur gali, kualitas air yang digunakan pada umumnya berwarna kekuningan. Sedangkan pada air yang bersumber dari sumur bor, kualitas airnya jernih saat dipompa, tetapi setelah ditampung ke dalam wadah, airnya berubah menjadi kuning dan terdapat endapan di dalamnya. Dengan permasalahan yang diangkat ini siswa ditantang untuk memecahkan masalah air sumur yang berwarna kuning dan melatih keterampilan berpikir kritisnya dengan menggunakan pengetahuan yang dimilikinya.

Dalam pelaksanaannya, model pembelajaran berbasis proyek ini memberikan keleluasaan kepada siswa untuk melakukan pembelajaran di luar kelas, sehingga

penerapan model pembelajaran berbasis proyek ini memerlukan panduan untuk pelaksanaannya. Salah satu contoh panduan dalam pembelajaran adalah LKPD. Lembar kerja peserta didik (LKPD) merupakan bahan cetak yang berisi materi, ringkasan, dan panduan pelaksanaan tugas pembelajaran yang harus dikerjakan oleh siswa yang mengacu pada Kompetensi Dasar (KD) yang harus dicapai (Kahar *et al.*, 2021). Dengan pesatnya perkembangan teknologi membuat LKPD ini dapat dikemas dalam bentuk elektronik (*e*-LKPD) yang dapat diakses kapan dan dimana saja oleh siswa tanpa harus dicetak menggunakan kertas.

e-LKPD merupakan lembaran latihan untuk siswa yang dikerjakan secara digital dan dilakukan dengan sistematis dan berkesinambungan selama jangka waktu tertentu (Lathifah *et al.*, 2021). Penggunaan *e*-LKPD dalam pembelajaran memberikan dampak terhadap aktivitas pembelajaran yang lebih menarik dan tidak membosankan serta lebih interaktif, sehingga akan berpengaruh baik pada capaian dan target pembelajaran siswa (Nianti *et al.*, 2022). Beberapa peneliti yang telah mengulas *e*-LKPD berbasis proyek antara lain: Tarisna *et al.*, (2023) menyatakan bahwa *e*-LKPD berbasis Project Based Learning pada muatan pembelajaran IPA di kelas V sekolah dasar dapat dinyatakan valid, praktis, dan efektif meningkatkan hasil belajar IPA siswa sekolah dasar. Penelitian yang dilakukan oleh Octaviana *et al.*, (2022) menyatakan bahwa *e*-LKPD yang dikembangkan telah dinyatakan sangat valid, sangat praktis, serta cukup efektif untuk meningkatkan keterampilan kolaborasi peserta didik dalam pembelajaran IPA. Hasil yang sama juga ditunjukkan oleh penelitian yang dilakukan oleh Nirmala *et al.*, (2023) yang menyatakan bahwa *e*-LKPD berbasis *liveworksheet* pada materi pencemaran lingkungan sangat valid untuk digunakan dalam pembelajaran dan dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif pada siswa SMP. Berdasarkan pemaparan tersebut, belum ada penelitian yang mengkaji *e*-LKPD berdasarkan permasalahan nyata di lingkungan sekitar yaitu proyek penjernihan air sumur yang berwarna kuning untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada siswa.

Hasil studi pendahuluan yang telah dilakukan juga mendukung pernyataan di atas, di mana sebanyak 77% dari 13 responden guru menyatakan sudah menerapkan pembelajaran berbasis proyek di kelasnya dengan tujuan untuk melatih siswa

dalam kegiatan pemecahan masalah dan melatih kemampuan berpikir kritis pada siswa. Selain itu, hasil survei juga menunjukkan bahwa sebanyak 62% responden guru merasa bahwa LKPD yang biasa digunakan sudah membantu siswa untuk melatih keterampilan berpikir kritisnya. Namun, permasalahan yang diterapkan oleh para guru tidak sesuai dengan pembelajaran berbasis proyek, di mana seharusnya permasalahan yang diterapkan dalam pembelajaran ini adalah permasalahan nyata. Guru hanya memberikan tugas proyek seperti pembuatan produk bioteknologi dan pembuatan terrarium ekosistem. Guru hanya memberikan penugasan kepada siswanya untuk membuat produk-produk yang ditentukan. Produk-produk yang dihasilkan tersebut bukanlah hasil dari pembelajaran yang berawal dari suatu permasalahan nyata. Sementara itu, sebanyak 23% responden guru menyatakan belum pernah menerapkan model pembelajaran berbasis proyek ini dikarenakan belum memahami pembelajaran ini dengan baik.

Sementara itu, hasil studi pendahuluan yang dilakukan kepada 176 siswa dari empat sekolah yang berbeda di Bandar Lampung, menunjukkan sebanyak 72% responden siswa menyatakan bahwa mereka pernah diberikan kegiatan pemecahan masalah di dalam pembelajaran oleh guru. Namun, kegiatan pemecahan masalah yang mereka lakukan tidak berdasarkan permasalahan nyata. Kegiatan permasalahan yang mereka lakukan seperti mengamati sel hewan dan tumbuhan, melakukan praktek gaya dan penerapannya, dan membuat alat peraga sederhana sistem pencernaan. Hasil ini memiliki kesamaan jawaban dengan hasil studi pendahuluan yang dilakukan kepada guru.

Mengacu pada permasalahan di atas, di mana guru belum menggunakan *e*-LKPD berbasis proyek yang menerapkan permasalahan nyata di dalam pembelajaran IPA, serta guru belum pernah membimbing siswa untuk menyelesaikan permasalahan nyata berupa air sumur berwarna kuning sebagai salah satu upaya untuk memberikan solusi atas masalah yang telah dijabarkan, maka penulis melakukan penelitian dengan judul “Pengembangan *e*-LKPD Berbasis Proyek Penjernihan Air Sumur Berwarna Kuning untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis pada Siswa SMP”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana karakteristik Lembar Kerja Peserta Didik elektronik (*e-LKPD*) berbasis proyek penjernihan air sumur berwarna kuning untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMP?
2. Bagaimana kevalidan Lembar Kerja Peserta Didik elektronik (*e-LKPD*) berbasis proyek penjernihan air sumur berwarna kuning untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMP?
3. Bagaimana kepraktisan Lembar Kerja Peserta Didik elektronik (*e-LKPD*) berbasis proyek penjernihan air sumur berwarna kuning untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMP?
4. Bagaimana keefektifan pembelajaran dengan bantuan Lembar Kerja Peserta Didik elektronik (*e-LKPD*) berbasis proyek penjernihan air sumur berwarna kuning untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMP?

1.3 Tujuan Penelitian

Secara umum, tujuan dilakukannya penelitian ini adalah menghasilkan lembar kerja peserta didik elektronik (*e-LKPD*) berbasis proyek air sumur berwarna kuning untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMP. Tujuan umum dapat dirinci menjadi beberapa tujuan khusus, di antaranya adalah sebagai berikut.

1. Mengembangkan produk Lembar Kerja Peserta Didik elektronik (*e-LKPD*) berbasis proyek penjernihan air sumur berwarna kuning untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMP.
2. Mendeskripsikan karakteristik Lembar Kerja Peserta Didik elektronik (*e-LKPD*) berbasis proyek penjernihan air sumur berwarna kuning untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMP.
3. Mendeskripsikan kevalidan (kelayakan) Lembar Kerja Peserta Didik elektronik (*e-LKPD*) berbasis proyek penjernihan air sumur berwarna kuning untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMP.

4. Mendeskripsikan kepraktisan Lembar Kerja Peserta Didik elektronik (*e-LKPD*) berbasis proyek penjernihan air sumur berwarna kuning untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMP.
5. Mendeskripsikan keefektifan pembelajaran dengan bantuan Lembar Kerja Peserta Didik elektronik (*e-LKPD*) berbasis proyek penjernihan air sumur berwarna kuning untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMP.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat bagi peningkatan kualitas dan pengembangan pembelajaran IPA baik bagi guru/pendidik, siswa, sekolah, maupun peneliti, antara lain yaitu:

1. Bagi siswa: Dapat memperoleh pengalaman belajar dengan menggunakan panduan belajar Lembar Kerja Peserta Didik elektronik (*e-LKPD*) berbasis proyek penjernihan air sumur berwarna kuning melalui pembelajaran IPA yang lebih menyenangkan, menarik, dan memberikan kepuasan yang sangat berguna bagi masyarakat dan kehidupannya.
2. Bagi guru: Sebagai salah satu panduan belajar yang dapat digunakan oleh guru-guru di SMP N 32 Bandar Lampung khususnya dan guru-guru umumnya dalam memilih sumber belajar.
3. Bagi sekolah: Melalui penelitian ini diharapkan bahwa *e-LKPD* berbasis proyek dapat digunakan sebagai salah satu panduan belajar yang mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.
4. Bagi peneliti: Lebih mengasah kemampuan dalam melakukan penelitian, membuat pengembangan lembar kerja peserta didik elektronik yang baik sesuai dengan kebutuhan siswa saat ini, dan lebih memahami karakteristik dari bahan ajar yang digunakan.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *e-LKPD* yang disusun, dirancang, dan dikembangkan sesuai dengan sintaks pembelajaran berbasis proyek menurut Kabba Colley (2008).

2. Berpikir kritis dalam penelitian ini mengacu pada *framework* dari Norris & Ennis.
3. Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP) yang digunakan dalam penelitian ini merupakan KKTP pengembangan, yaitu “Memecahkan masalah air sumur yang berwarna kuning menjadi produk alat penjernih air yang memanfaatkan bahan-bahan yang ada di lingkungan” yang dikembangkan dari Capaian Pembelajaran mata pelajaran IPA fase D pada kurikulum merdeka.
4. Efektivitas produk *e-LKPD* yang dikembangkan dilihat dari peningkatan keterampilan berpikir kritis yang ditandai dengan peningkatan nilai *pretest* dan *posttest* keterampilan berpikir kritis berdasarkan perbandingan *N-gain* dan *effect size* dengan kriteria minimal sedang.
5. Kriteria kepraktisan *e-LKPD* berbasis proyek untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa ditinjau dari kemudahan pelaksanaan pembelajaran menggunakan *e-LKPD* yang dikembangkan, dan diukur menggunakan angket keterlaksanaan pembelajaran dengan persentase keterlaksanaan minimal 60%, serta angket respon siswa terhadap *e-LKPD* yang dikembangkan dengan kriteria minimal sedang.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembelajaran Konstruktivisme

Konstruktivisme merupakan perspektif psikologis dan filosofis yang berpendapat bahwa pengetahuan (*knowledge*) merupakan hasil konstruksi dari individu yang sedang belajar. Konstruktivisme merupakan aliran filsafat pengetahuan yang berkeyakinan bahwa individu secara aktif dapat membangun pengetahuannya sendiri dan ditentukan oleh pengalaman belajarnya pula (Schunk, 2012). Konsep belajar menurut teori belajar konstruktivisme yaitu siswa mengkonstruksikan pengetahuan baru berdasarkan pengetahuan yang sudah mereka ketahui sebelumnya. Hal yang penting adalah bahwa guru tidak bisa begitu saja mentransmisikan pengetahuan kepada siswa, tetapi siswa perlu membangun pengetahuan dalam pikiran mereka sendiri. Artinya, mereka menemukan dan mengubah informasi, membandingkan informasi baru dengan yang lama, dan merevisi pengetahuan ketika sudah tidak berlaku lagi (Olusegun, 2015).

Teori konstruktivisme ini dikembangkan oleh Piaget dalam teorinya yang disebut *individual cognitive constructivist theory* (KP) dan Vygotsky dalam teorinya yang disebut *social cultural constructivist theory* (KS) (Yaumi, 2013). Kedua teori ini berpendapat bahwa ilmu pengetahuan adalah hasil rekayasa manusia sebagai individu. Namun keduanya memiliki perbedaan pandangan mengenai peran individu dan masyarakat dalam proses pembentukan ilmu pengetahuan.

KP atau yang dikenal dengan konstruktivisme psikologis berpangkal dari perkembangan psikologi anak dalam membangun pengetahuannya melalui proses adaptasi biologis (Piaget, 1952). Teori ini berpandangan bahwa proses pembentukan ilmu pengetahuan merupakan persoalan individu sepenuhnya. KP sangat menekankan pada pentingnya peran individu itu sendiri dalam proses pembentukan pengetahuan kognitifnya (Suparno, 1997). Menurut Piaget, psikologi mengambil

peran penting dalam analisa untuk pembentukan pengetahuan. Dalam konteks pembelajaran manusia, mekanisme dasar adaptasi yang mengarah pada kemajuan kognitif terdiri dari dua proses yang saling melengkapi, yaitu asimilasi dan akomodasi. Asimilasi adalah proses dimana seorang individu menggabungkan pengetahuan yang telah ia miliki dengan pengetahuan yang baru ia dapatkan. Akomodasi merupakan proses dimana seorang individu mengubah pengetahuan yang telah ia miliki untuk menerima pengetahuan yang baru (Pardjono, 2002).

KS atau yang dikenal sebagai konstruktivisme sosial dikemukakan oleh Vygotsky yang lebih menekankan pada aspek sosial dari pembelajaran dalam proses pembentukan kognitif individual pada anak. Menurut Vygotsky, belajar adalah proses melakukan aktivitas yang dapat dilakukan hanya dengan bantuan orang lain, dan mengubah tingkat perkembangan potensial ke tingkat aktual. Ia berpendapat bahwa pembelajaran dapat menciptakan *Zone of Proximal Development (ZPD)*, yaitu pembelajaran yang membangkitkan berbagai proses perkembangan internal yang hanya mampu beroperasi ketika seorang anak berinteraksi dengan orang-orang di lingkungannya dan bekerja sama dengan teman sebayanya sehingga anak mencapai perkembangan mandiri (Vygotsky, 1978).

ZPD dapat diartikan sebagai jarak antara tingkat perkembangan yang sesungguhnya dalam bentuk kemampuan pemecahan masalah secara mandiri dengan tingkat perkembangan potensial dalam bentuk kemampuan pemecahan masalah di bawah bimbingan guru atau melalui kerjasama dengan teman sebaya yang lebih mampu. Menurut konsep ZPD, perkembangan psikologi bergantung pada kekuatan sosial sekaligus pada kekuatan individu. Menurut Vygotsky, belajar dimulai ketika seorang anak berada dalam zona perkembangan proksimal, yaitu di mana seorang anak melakukan perilaku sosial (Vygotsky, 1978). Seorang anak tidak dapat melakukan sesuatu hal sendirian tanpa bantuan suatu kelompok atau orang dewasa, yang mana dalam proses pembelajaran adalah guru. Dalam proses pembentukan kognitifnya, seorang anak mampu meniru tindakan yang melampaui kapasitasnya, tapi hanya dalam batas-batas tertentu. Jika dibimbing oleh orang dewasa, anak sanggup melakukan yang lebih baik daripada ketika melakukannya sendiri.

Dalam pembelajaran, proses pembentukan kognitif siswa membutuhkan dukungan dari guru berupa penopang (*scaffolding*). *Scaffolding* merupakan bantuan yang diberikan kepada siswa dalam wilayah perkembangan terdekatnya (*zone of proximal development*) dalam proses belajar atau memecahkan masalah. Bantuan tersebut bisa berupa dorongan, petunjuk, memberikan contoh, menguraikan masalah ke dalam langkah-langkah pemecahan, dan tindakan lainnya yang memungkinkan siswa tersebut agar dapat belajar secara mandiri. Guru memberikan bantuan belajar (dalam hal ini *scaffolding*) secara penuh dan kontinu untuk membantu siswa membangun pemahaman atas pengetahuan dan proses belajar yang baru (Kurniasih, 2012).

2.2 Pembelajaran Berbasis Proyek

Pembelajaran berbasis proyek (PBP) merupakan model pembelajaran yang melibatkan siswa pada suatu proyek yang didasarkan pada suatu masalah yang pada akhirnya siswa dapat menghasilkan suatu karya yang nyata (Colley, 2008). PBP tumbuh dari Gerakan progresif dan reformasi pendidikan sains konstruktivisme sejak tahun 1908. Dewey dan para pendidik progresif lainnya meletakkan landasan kurikuler dan psikologis untuk pembelajaran berbasis proyek, yang nilainya adalah pembelajaran yang berpusat pada siswa, belajar sambil melakukan, dan menerapkan pengajaran sekolah di rumah. Model pembelajaran ini semakin diperkuat oleh karya konstruktivis seperti Piaget dan Vygotsky (Diawati *et al.*, 2018).

PBP adalah pembelajaran kontekstual yang menerapkan pembelajaran berdasarkan pertanyaan atau masalah yang menantang, melibatkan siswa dalam memilih topik, mempertimbangkan pendekatan, merancang, memecahkan masalah, mengambil keputusan, memberikan kesempatan bekerja secara mandiri dalam jangka waktu yang lama, serta menghasilkan produk nyata yang berkaitan dengan masalah tersebut (Diawati *et al.*, 2017). Dalam pelaksanaannya, pembelajaran ini lebih menekankan kegiatan pembelajaran yang berfokus pada siswa, dimana siswa bisa belajar secara mandiri dalam menyelesaikan karya nyata sebagai hasil dari pembelajaran yang dilakukan.

PBP merupakan model pembelajaran yang menggunakan kegiatan proyek sebagai tujuannya (Nurfitriyanti, 2016). PBP memfokuskan kegiatan pembelajarannya dalam pemecahan masalah yang menjadi tujuan utama dari proses belajar sehingga dapat memberikan pembelajaran yang lebih bermakna bagi siswa, karena dalam prosesnya siswa tidak hanya mengerti apa yang dipelajarinya tetapi juga membuat siswa menjadi tahu manfaat dari pembelajaran tersebut untuk lingkungan sekitarnya.

PBP adalah salah satu alternatif model pembelajaran yang bisa digunakan bukan hanya untuk menilai aspek kognitif saja, tetapi bisa juga digunakan untuk menilai kerja siswa (Hayati *et al.*, 2013). Keterampilan berpikir kritis, keterampilan berpikir kreatif, dan keterampilan pemecahan masalah dapat dilatihkan melalui model PBP (Bell, 2010). Dalam pembelajaran berbasis proyek ini, peran guru dan masyarakat adalah sebagai fasilitator dan memberikan umpan balik serta dukungan bagi siswa untuk membantu proses belajar mereka dalam rangka menyelesaikan kegiatan proyek (Guo *et al.*, 2020).

Langkah-langkah pembelajaran berbasis proyek menurut Colley dalam Diawati, *et al* (2018) terdiri dari 6 (enam) tahapan, yaitu tahap orientasi, mengidentifikasi dan menentukan proyek, merencanakan proyek, melaksanakan proyek, mendokumentasikan dan melaporkan proyek, serta mengevaluasi dan menjalankan proyek. Sebagian besar proyek dilakukan oleh siswa di luar kelas. Siswa diberikan LKPD untuk membimbing kegiatan proyek mereka. Selama melakukan kegiatan proyek, siswa berkonsultasi dengan guru secara berkala terkait dengan rencana proyek, kemajuan proyek, dan kendala proyek. Peran guru dalam pembelajaran berbasis proyek ini adalah memfasilitasi, membimbing, dan mengawasi kegiatan siswa.

Tahap yang pertama adalah tahap orientasi, di mana pada tahap orientasi ini dilakukan di dalam kelas pada minggu pertama. Pada tahap ini, siswa memperhatikan penjelasan guru yang berkaitan dengan tujuan pembelajaran proyek, pentingnya kolaborasi tim, pentingnya berbagi informasi, masalah-masalah keamanan, tanggung jawab dan peran yang diharapkan dari siswa, bagaimana siswa akan berhubungan satu sama lain, dan bagaimana pembelajaran yang mereka lakukan ini akan dinilai.

Tahap yang kedua adalah tahap identifikasi dan menentukan proyek. Pada tahap ini, siswa membaca ilustrasi masalah dalam bentuk wacana. Siswa diberikan tantangan untuk menyelesaikan masalah tersebut: “Apa yang harus Anda lakukan untuk menyelesaikan masalah tersebut?”

Tahap yang ketiga adalah merencanakan proyek. Tahapan ini dilakukan di luar kelas, sehingga memerlukan LKPD dalam pelaksanaannya. Siswa harus mencari dan mempelajari informasi yang berhubungan dengan masalah dari berbagai sumber, seperti artikel, buku, dan internet. Setelah itu, siswa melaporkan dan mendiskusikan informasi yang mereka dapat dengan guru secara berkala. Siswa juga diberikan tugas untuk merumuskan masalah menentukan tujuan dilakukannya proyek, membuat daftar rinci alat dan bahan proyek, serta menentukan metode atau prosedur yang akan dilakukan dalam kegiatan proyek. Siswa juga diharuskan menggambar desain proyek yang disertai dengan deskripsi tentang fungsi setiap komponen alat yang digunakan. Setelah melengkapi tugas tersebut, siswa akan mendiskusikannya dengan guru. Lalu, mereka akan memperbaiki tugas tersebut sesuai arahan guru. Selanjutnya guru akan mendokumentasikan tugas ini sebagai artefak yang merupakan hasil pembelajaran berbasis proyek.

Tahap yang keempat adalah melaksanakan proyek. Tahapan ini dilakukan di luar kelas. Pada tahap ini, siswa menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan sesuai dengan rencana proyek yang telah mereka buat sebelumnya. Kemudian, siswa akan melaksanakan rencana proyek yang telah disusun. Pada tahap ini siswa akan menghasilkan produk dari pembelajaran berbasis proyek.

Tahap yang kelima adalah mendokumentasikan dan melaporkan proyek. Tahapan ini dibagi menjadi dua bagian. Bagian yang pertama adalah siswa menyiapkan laporan proyek. Bagian kedua adalah siswa mempresentasikan hasil proyek di dalam kelas. Pada bagian kedua ini, siswa diharapkan untuk melakukan presentasi verbal dan menjawab pertanyaan dari siswa lain dan guru. Peran guru selama presentasi adalah mengajukan pertanyaan untuk memastikan siswa memahami proses sains yang mereka ikuti, memeriksa pemahaman konsep sains, dan mengklarifikasi serta menekankan poin-poin pembelajaran yang penting.

Tahapan yang terakhir adalah mengevaluasi dan menjalankan proyek. Tahapan yang terakhir ini tidak dilaksanakan dalam proses pembelajaran, tetapi tahap ini masuk menjadi bagian dari langkah-langkah pembelajaran berbasis proyek. Pada tahap ini, siswa mengajukan kepada sekolah untuk memperkenalkan produk hasil pembelajaran berbasis proyek mereka kepada masyarakat, baik masyarakat yang ada di sekolah maupun masyarakat yang ada di sekitar sekolah.

Membahas keuntungan pembelajaran berbasis proyek yang dilakukan oleh (Aslanidis *et al.*, 2016), menekankan fakta bahwa penerapan model pembelajaran ini merupakan prosedur pengalaman dan empiris yang membantu siswa untuk lebih memahami informasi yang mereka kumpulkan. Siswa lebih mudah untuk memahami sesuatu yang dikerjakan pada proyek tertentu daripada hanya menjadi penerima ilmu pengetahuan yang pasif selama pembelajaran. Selain itu, siswa dapat menggabungkan semua pengetahuan yang mereka peroleh dari berbagai sumber dalam satu proyek. Menurut siswa Yunani, salah satu keuntungan terbesar menggunakan model pembelajaran berbasis proyek adalah memotivasi siswa untuk belajar, karena mereka mengakui bahwa mereka lebih mudah memahami informasi yang mereka dapatkan melalui pembelajaran langsung ini, dan memberikan mereka insentif untuk mencari informasi sendiri dan tidak pasif, seperti mengharapkan informasi dari guru, sehingga melampaui keterbatasan metode pembelajaran klasik dan mendapatkan waktu untuk mendedikasikan diri pada proyek yang ada.

Selain memiliki keuntungan, model pembelajaran ini juga memiliki beberapa kelemahan. Kelemahan tersebut di antaranya adalah menambah beban tugas bagi guru karena harus merancang dan mempersiapkan pembelajaran dengan matang, serta tuntutan waktu pengerjaan proyek yang lebih tinggi dan memakan banyak waktu pembelajaran bagi siswa untuk menyelesaikan masalahnya. Selain itu, dalam proses interaksi memungkinkan adanya perselisihan yang terjadi antar siswa dalam satu kelompok sehingga dapat menyebabkan pengalaman negatif bagi siswa. Karena itu, peran guru sangat penting dalam pelaksanaan pembelajaran berbasis proyek untuk memberikan rangsangan kepada siswa sehingga dapat

melakukan proses belajar mandiri dan mengembangkan keterampilan kolaboratifnya dengan baik (Dewi, 2023).

2.3 Berpikir Kritis (*Critical Thinking*)

Berpikir kritis merupakan pemikiran reflektif yang masuk akal yang berfokus pada memutuskan apa yang harus dipercaya atau dilakukan (Ennis, 2011). Dari definisi ini dapat kita pahami bahwa berpikir kritis merupakan suatu proses yang dilakukan dengan penuh kesadaran dan mengarah pada sebuah tujuan. Tujuan dari berpikir kritis adalah untuk mempertimbangkan dan mengevaluasi informasi yang pada akhirnya memungkinkan kita untuk membuat keputusan (Raudhah *et al.*, 2019). Keterampilan berpikir kritis ini merupakan landasan bagi siswa untuk menguasai keterampilan yang lainnya, seperti keterampilan komunikasi, kolaborasi, kesadaran global, teknologi, *life skill*, serta kemampuan belajar dan inovasi (Fadiawati *et al.*, 2022).

John Dewey, seorang filsuf dan pemikir pendidikan dari Amerika adalah orang pertama yang menggunakan istilah “berpikir kritis” sebagai tujuan pendidikan (Chen, 2021). John Dewey mencetuskan teori *Learning by Doing* di mana dalam proses belajar, peserta didik harus mengalami apa yang mereka pelajari atau harus melakukan tindakan dan dibawa pada situasi aslinya. Selain itu, siswa juga harus terlibat dalam proses pembelajaran secara spontan. Dari rasa keingintahuan siswa akan hal-hal yang belum diketahuinya itulah akan mendorong keterlibatan siswa secara aktif dalam suatu proses belajar (Dewey, 1997).

Dalam pendidikan sains, berpikir kritis dianggap penting untuk menerapkan konsep sains yang bertanggung jawab di masyarakat dan berguna untuk meningkatkan pembelajaran sains siswa (Santos, 2017). Dalam hal ini, pendidik dituntut untuk dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa (Thorndahl & Stentoft, 2020), di mana pendidik harus mengajari siswa cara untuk berpikir dan bukan apa yang harus dipikirkan untuk menyelesaikan masalah tersebut (Velez & Power, 2020). Siswa diharapkan dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis ketika dihadapkan dengan fenomena sains yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari melalui proses pemecahan masalah dengan rasa ingin tahu, pemikiran

yang terbuka, analitis, sistematis (Pnevmatikos *et al.*, 2019), sehingga dapat menemukan solusinya.

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

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

Norris dan Ennis berpendapat bahwa “berpikir kritis adalah pemikiran yang masuk akal dan reflektif yang berfokus pada pengambilan keputusan tentang apa yang harus dilakukan”. Menurut mereka, hal ini masuk akal karena si pemikir tidak sembarang dan tidak hanya menghasilkan suatu kesimpulan, melainkan membawa si pemikir kritis untuk membuat kesimpulan terbaik untuk konteks tersebut berdasarkan informasi yang tersedia. Hal ini bersifat reflektif karena si pemikir dengan sadar dan tegas mencari solusi terbaik. Dengan demikian, berpikir kritis menurut Norris dan Ennis secara sadar diarahkan pada suatu tujuan, yang mana tujuannya adalah untuk menemukan tindakan atau kesimpulan terbaik.

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

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

| Langkah dalam Proses | Berpikir yang diperlukan |
|--|--|
| Melakukan Klarifikasi Dasar dari Masalah | Memahami masalah yang ada Menganalisis poin dari sudut pandang Mengajukan dan menjawab pertanyaan yang mengklarifikasi dan menantang |

| Langkah dalam Proses | Berpikir yang diperlukan |
|--------------------------------|--|
| Mengumpulkan Informasi Dasar | Menilai kredibilitas berbagai sumber informasi Mengumpulkan dan menilai informasi |
| Membuat Kesimpulan | Membuat dan menilai keputusan dengan menggunakan informasi yang tersedia Membuat dan menilai tindakan yang akan dilakukan Membuat dan menilai <i>value judgement</i> |
| Melakukan Klarifikasi Lanjutan | Mendefinisikan istilah dan menilai definisi sesuai kebutuhan Mengidentifikasi asumsi |
| Mendapatkan Kesimpulan Terbaik | Memutuskan suatu tindakan Mengkomunikasikan keputusan kepada orang lain |

Kerangka berpikir kritis Norris dan Ennis menjelaskan proses penalaran secara kompleks dan memerlukan penggunaan berbagai proses berpikir secara terintegrasi. Untuk menilai penalaran menurut kerangka kerja Norris dan Ennis, kita membutuhkan suatu asesmen. Penilaian kinerja dapat membantu kita dalam menilai pemikiran kritis, yaitu dengan mengajukan suatu permasalahan kepada siswa untuk ditangani secara individu atau kelompok, lalu mengamati prosesnya dari jarak jauh dan menilai kriteria kinerja keterampilan berpikir kritis mereka. Selain itu, penalaran siswa juga dapat dinilai melalui komunikasi pribadi dengan mengajukan beberapa pertanyaan yang ditempatkan secara strategis saat mereka mengatasi suatu masalah. Dengan kedua cara tersebut, kita dapat menilai keterampilan berpikir kritis pada siswa.

2.4 Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (e-LKPD)

LKPD merupakan bahan cetak yang berisi materi, ringkasan, dan panduan belajar bagi peserta didik yang mengacu pada Kompetensi Dasar. Karena itu, LKPD dapat menjadi prosedur tugas dan evaluasi pembelajaran yang harus diselesaikan sesuai dengan kompetensi dasar yang harus dicapai (Kahar *et al.*, 2021). LKPD atau sering disebut LKS merupakan suatu bahan ajar cetak yang berupa lembaran kertas yang berisi ringkasan materi dan petunjuk-petunjuk pelaksanaan tugas pembelajaran yang harus dikerjakan oleh siswa, yang dibuat berdasarkan pada kompetensi dasar dan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai (Pawestri & Zulfiati, 2020). Sebagai panduan dalam proses pembelajaran, LKPD juga memili-

ki fungsi lain, di mana LKPD dapat membimbing peserta didik untuk mengembangkan keterampilan kognitif mereka dengan melakukan percobaan atau demonstrasi (Vidergor, 2017). Desain LKPD yang baik sangat dibutuhkan agar tercapainya proses pembelajaran yang mendorong peserta didik lebih berperan aktif dalam pembelajaran (Munandar *et al.*, 2015).

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, LKPD yang semulanya berbentuk cetak dapat diancang menggunakan media digital menjadi bahan ajar elektronik. *e*-LKPD merupakan salah satu media berbantu sistem komputer yang pada awalnya berbentuk media cetak kemudian diubah ke dalam bentuk elektronik (Hafsah *et al.*, 2016). *e*-LKPD merupakan salah satu panduan belajar untuk siswa yang dikerjakan secara digital dan dilakukan dengan sistematis dan berkesinambungan selama jangka waktu tertentu (Lathifah *et al.*, 2021a). *e*-LKPD dapat memfasilitasi peserta didik beserta guru untuk memudahkan keberlangsungan pembelajaran dengan bantuan alat berupa handphone, laptop dan komputer. *e*-LKPD memiliki tampilan yang lebih menarik karena terdapat gambar, animasi, video bahkan suara. Penggunaan *e*-LKPD dalam pembelajaran memberikan dampak terhadap aktivitas pembelajaran yang lebih menarik dan tidak membosankan dan lebih interaktif, sehingga akan berpengaruh baik pada capaian dan target pembelajaran siswa (Nianti *et al.*, 2022).

Dalam penelitian ini *e*-LKPD memiliki dua fungsi, yaitu *e*-LKPD sebagai bahan ajar yang dapat meminimalkan peran pendidik dan membuat siswa lebih aktif dan *e*-LKPD yang diberikan ke siswa difasilitasi dengan pelaksanaan pembelajaran (Novelia *et al.*, 2017). Dalam penelitian ini, *e*-LKPD juga dikembangkan sesuai dengan tujuan pembelajaran, yaitu untuk menyelesaikan permasalahan mengenai air sumur berwarna kuning yang belum menemukan solusinya.

Dalam *e*-LKPD yang dikembangkan ini, langkah kerja yang digunakan mengikuti sintaks dari pembelajaran berbasis proyek yang disesuaikan dengan keterampilan berpikir kritis. Pada tahapan pembelajaran berbasis proyek yang pertama yaitu mengidentifikasi dan menentukan proyek, siswa dapat mengidentifikasi beberapa masalah yang ada di lingkungan sekitar mereka, yang mana tahapan ini siswa dapat melatih keterampilan berpikir kritis mereka dalam mengklarifikasi isu

dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan kritis tentang pentingnya pembuatan proyek penjernihan air sumur berwarna kuning. Pada tahapan merencanakan proyek, siswa juga dilatih untuk dapat mengumpulkan informasi yang relevan dengan masalah nyata yang mereka hadapi. Lalu pada tahap selanjutnya yaitu melaksanakan proyek, siswa dilatih untuk berpikir logis dalam berbagai sudut pandang dengan mengumpulkan informasi dan analisis lebih lanjut untuk dapat menyelesaikan masalah tersebut. Kemudian pada tahap terakhir yaitu mendokumentasikan dan melaporkan proyek dapat melatih keterampilan siswa dalam mengkomunikasikan keputusan yang mereka buat dalam menyelesaikan masalah tersebut.

Adapun langkah-langkah dalam penyusunan *e-LKPD* yang peneliti modifikasi menurut (Danial & Sanusi, 2020) yaitu:

1. menganalisis kurikulum
2. menyusun peta kebutuhan *e-LKPD*
3. menentukan judul *e-LKPD*
4. menentukan kompetensi dasar dan indikator yang akan dicapai
5. menentukan tema sentral dan pokok bahasan
6. menentukan alat penilaian
7. menyusun materi
8. memperhatikan struktur bahan ajar.

Dalam penelitian ini, *e-LKPD* yang dikembangkan memanfaatkan situs *liveworksheet*. Situs web ini digunakan untuk media utama dalam pengembangan lembar kerja siswa. Dalam situs *liveworksheet* tersebut, guru dapat memasukkan video, gambar, audio dan jenis soal evaluasi yang bervariasi. Beragam tipe soal bisa dibuat melalui situs ini. Guru bisa memilih beberapa tipe soal, seperti pilihan ganda, mencentang, menghubungkan, *listening-speaking*, dan *drop-down* (Hariyati & Rachmadyanti, 2022). Cara membuatnya yaitu dengan mengunggah *LKPD* yang berbentuk file (pdf) yang telah disiapkan terlebih dahulu, lalu mengedit *LKPD* dengan perintah yang tersedia di laman pengeditan tersebut. Keuntungan menggunakan situs *liveworksheet* adalah mudah untuk digunakan karena memudahkan akses antara siswa dan guru saat pembelajaran, dan memiliki tampilan

visual yang menarik, sehingga memberikan motivasi dan semangat tersendiri kepada siswa untuk mengikuti pembelajaran (Andriyani *et al.*, 2020). Siswa dapat mengakses situs web ini melalui *google* dan mengerjakan LKPD tersebut secara online.

Dengan dilengkapi tampilan yang menarik melalui video ilustrasi kehidupan nyata, guru dapat membuat siswa bersemangat dan termotivasi untuk mengerjakan pertanyaan-pertanyaan yang terdapat di dalam lembar kerja tersebut. *e-LKPD* ini tentunya sangat ramah lingkungan karena tidak harus menggunakan kertas dan siswa cukup menyediakan kuota internet saja untuk dapat mengaksesnya. Selain itu, dengan menggunakan *e-LKPD* ini, siswa dapat mengerjakan lembar kerja ini kapanpun dan dimanapun, tidak terbatas pada jam sekolah saja, sehingga dapat menghemat waktu guru dalam mengajar di kelas. Guru dapat mendesain tampilan visual dari *e-LKPD* supaya lebih menarik sehingga dapat memberikan semangat dan motivasi tersendiri kepada siswa dalam mengikuti pembelajaran (Nianti *et al.*, 2022). Situs *liveworksheet* ini dapat diakses secara gratis bagi guru dan siswa. Dengan menggunakan situs ini, tugas-tugas yang dilakukan siswa secara online dapat dikirimkan kepada guru secara otomatis langsung ke alamat *e-mail* yang dicantumkan di dalam *e-LKPD* tersebut (Mispa *et al.*, 2022).

2.5 Air Sumur yang Berwarna Kuning

Air merupakan salah satu zat yang paling penting bagi keberlangsungan kehidupan di bumi. Air digunakan oleh semua makhluk hidup untuk bertahan hidup, khususnya manusia. Aktivitas yang dilakukan oleh manusia sehari-hari selalu melibatkan air, seperti untuk makan, minum, mencuci, mandi, memasak, dan lain-lain. Sumur gali dan sumur bor merupakan sumber air yang paling banyak digunakan. Namun, sering kali air sumur mengalami masalah yaitu air yang berwarna yang dapat mengurangi kualitas air dan kelayakan konsumsi. Dalam penggunaannya, jika air yang digunakan terkontaminasi oleh bakteri ataupun zat kimia lainnya, maka akan menimbulkan penyakit bagi manusia (Elystia *et al.*, 2023).

Kelurahan Susunan Baru memiliki permasalahan tersebut pada air yang mereka gunakan untuk kehidupan sehari-hari, dimana pada sumur gali, kualitas air yang digunakan pada umumnya berwarna kekuningan, sedangkan pada sumur bor,

kualitas airnya jernih saat dipompa, tetapi setelah ditampung ke dalam bak penampung airnya berubah menjadi kuning dan terdapat endapan di dalamnya. Air yang berwarna kuning tersebut dapat disebabkan oleh pelapukan batuan, limpasan tanah, dan pengaruh limbah domestik (Kaslum *et al.*, 2019). Selain itu, air yang berwarna juga dapat disebabkan oleh kandungan zat-zat organik seperti besi dan mangan yang terlarut dalam air sumur (Elystia *et al.*, 2023; Pramesti *et al.*, 2023; Purnaini *et al.*, 2022).

Metode pengolahan air tanah yang dapat digunakan untuk menurunkan kekeruhan pada air tanah adalah filtrasi. Filtrasi atau penyaringan (filtration) merupakan suatu metode pemisahan partikel zat padat dari fluida dengan jalan melewatkan fluida itu melalui suatu medium penyaring atau septum, di mana zat padat itu akan tertahan. Beberapa bahan yang dapat digunakan sebagai filter yaitu pasir filter, karbon aktif, zeolit, bio-ball, pasir greensand dan manganese (Yaqin *et al.*, 2020). Metode filtrasi ini bertujuan untuk mendaur ulang air yang keruh atau kotor menjadi air bersih supaya dapat digunakan untuk kegiatan sehari-hari. Proses filtrasi merupakan proses penyaringan air yang banyak digunakan untuk mendaur ulang air yang keruh atau kotor pada komunitas skala kecil atau rumah tangga (Kaslum *et al.*, 2019).

Sebenarnya alat penjernih air dapat dibuat dengan mudah, yang mana perancangan alat penjernih air dapat dibuat dari bahan-bahan yang ada di sekitar tempat tinggal masyarakat, seperti batu zeolite, pasir, dan beberapa bahan limbah yang mengandung karbon aktif seperti tongkol jagung, tempurung kelapa, ampas tebu, dan sebagainya (Tamamy *et al.*, 2021). Karbon aktif atau arang aktif merupakan senyawa karbon amorph dengan kandungan unsur karbon sebanyak 85-95%, yang dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau dari arang yang diperlakukan dengan cara khusus untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas dan berpori. Luas permukaan arang aktif berkisar antara 300-3500 m²/gram dan ini berhubungan dengan struktur pori internal yang menyebabkan arang aktif mempunyai sifat sebagai adsorben (Dewi *et al.*, 2020). Karbon aktif adalah salah satu adsorben yang dapat digunakan dalam proses penjernihan air. Karbon aktif digunakan karena luas permukaan besar sehingga daya adsorpsinya lebih tinggi.

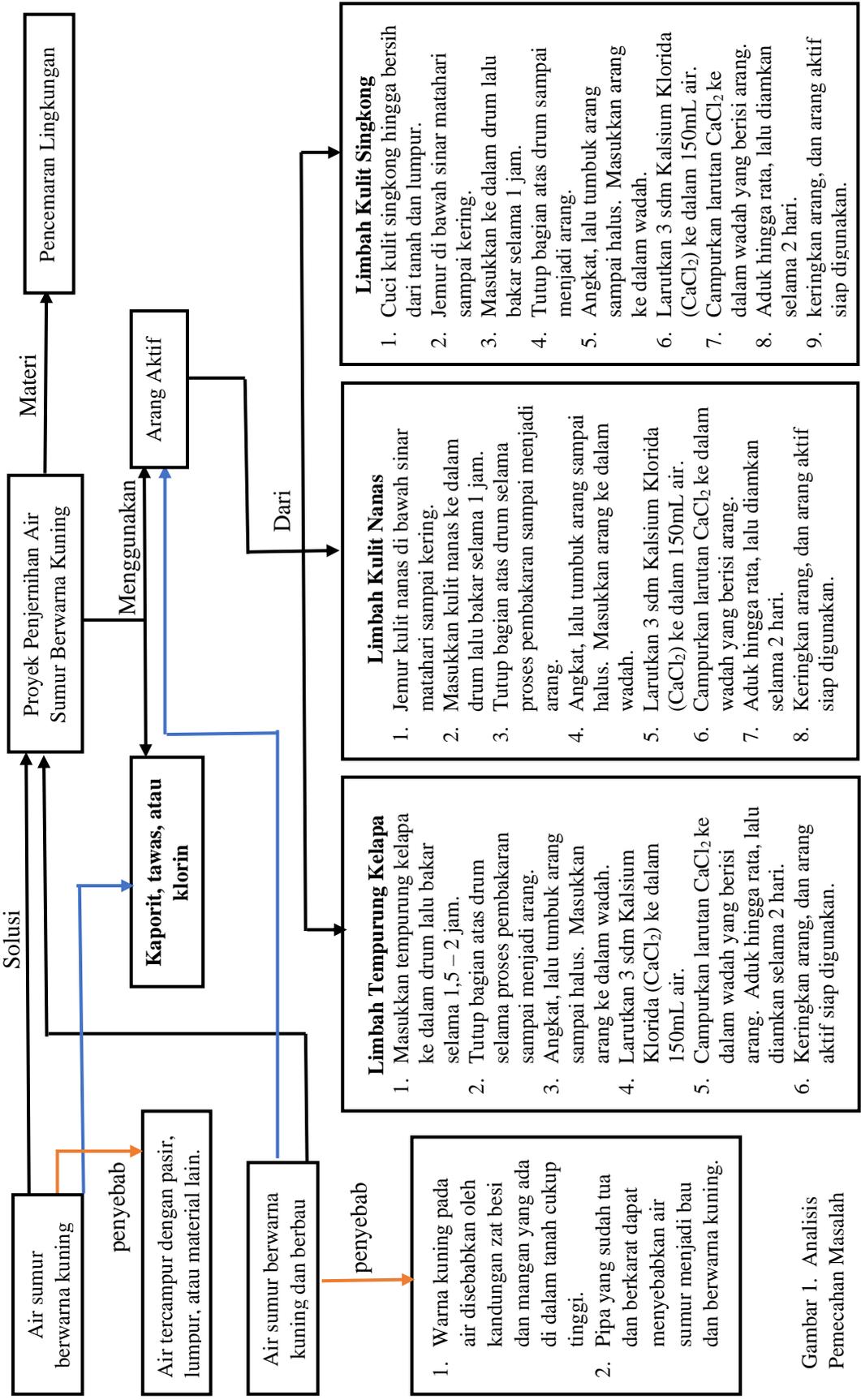
Dalam pengolahan sumber air, karbon aktif dapat menghilangkan warna, bau dan polutan sehingga meningkatkan kualitas air menjadi sumber air yang layak (Lubis *et al.*, 2020).

Arang aktif bisa dibuat dengan melalui dua tahapan, yaitu tahap karbonisasi dan aktivasi. Karbonisasi merupakan proses pengarang atau pembakara di dalam ruangan tanpa adanya oksigen dan bahan kimia lainnya. Proses karbonisasi dilakukan pada temperatur 400-600°C. Selanjutnya adalah tahapan aktivasi yang merupakan perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara menghilangkan hidrokarbon, gas-gas, air, dan memecah ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisika atau kimia, yakni luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi (Yulianti *et al.*, 2010). Proses pengaktifan karbon dilakukan dengan cara menambahkan senyawa kimia tertentu pada arang seperti H₂O, KCl, NaCl, ZnCl₂, CaCl₂, MgCl₂, H₃PO₄, Na₂CO₃ dan garam mineral lainnya (Jaya & Khair, 2020).

Beberapa limbah dari buah juga dapat dijadikan sebagai arang aktif, contohnya adalah limbah dari kulit nanas. Kulit nanas mengandung 23,39% selulosa, 42,72% hemiselulosa, dan 4,03% lignin. Komponen karbon yang tinggi tersebut menjadi-kannya berpotensi digunakan sebagai sumber karbon aktif. Dengan pemanfaatan limbah kulit nanas yang diolah menjadi arang aktif, maka akan mengurangi penumpukan limbah tersebut (Novia & Putra, 2022). Selain limbah dari buah, bahan-bahan limbah yang berpotensi untuk digunakan sebagai sumber arang aktif adalah kulit singkong. Kulit singkong mengandung karbohidrat yang tinggi, yang mengindikasikan bahwa kulit singkong juga memiliki kandungan unsur karbon yang tinggi. Tingginya kandungan karbon dalam kulit singkong berpotensi untuk diolah menjadi adsorben berupa karbon aktif yang memiliki nilai tambah dan pemanfaatan yang lebih luas (Sailah *et al.*, 2020). Pemanfaatan limbah kulit nanas dan kulit singkong menjadi adsorben tentu menguntungkan karena selain mengurangi jumlah limbah yang terus menumpuk, kita juga bisa mendapatkan alat penjernih air yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan.

2.6 Analisis Pemecahan Masalah

Adapun analisis pemecahan masalah pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Analisis Pemecahan Masalah

2.7 Kerangka Pemikiran

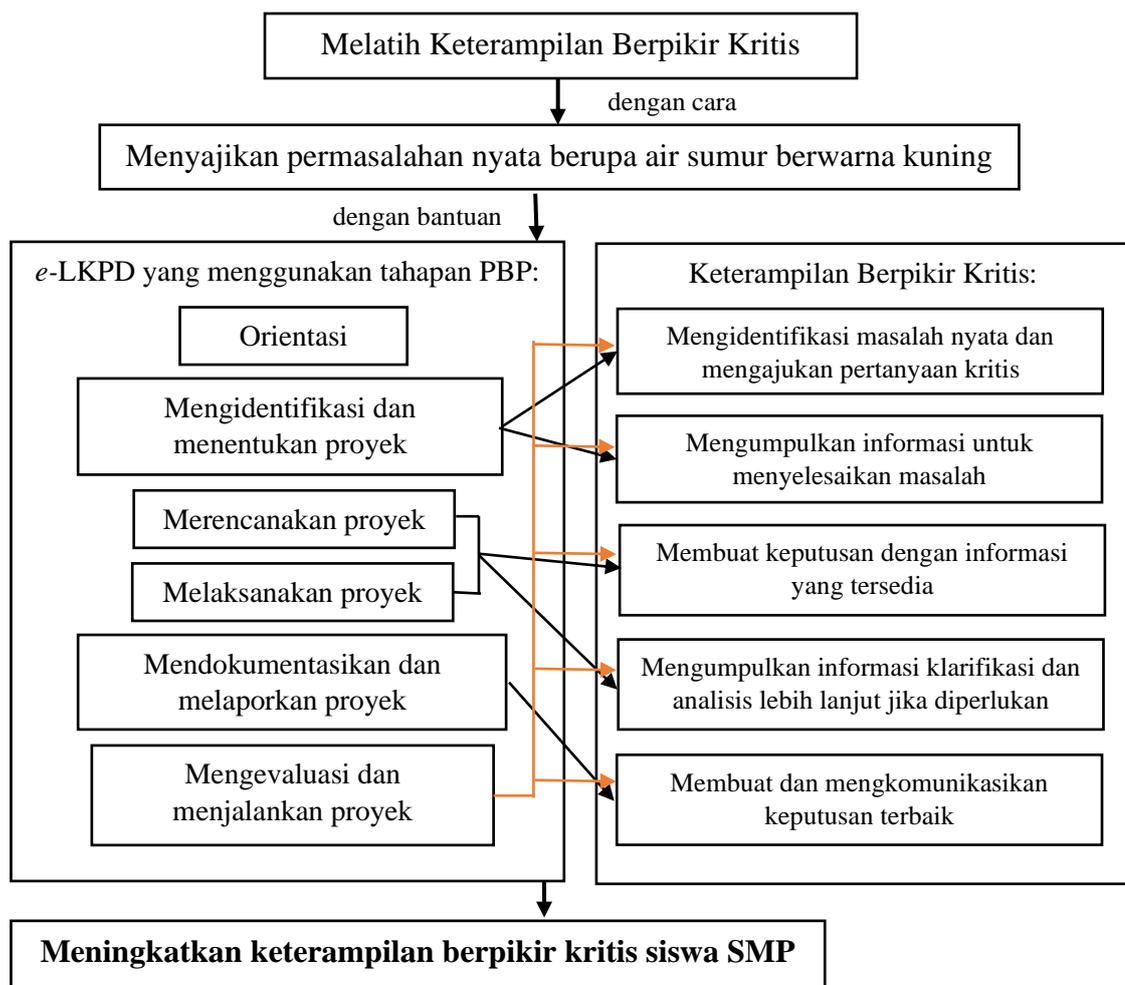
Berawal dari persaingan di abad 21 dimana orang yang mampu bersaing di pasar kerja adalah orang yang memiliki nilai jual saing yang tinggi, seperti memiliki berbagai macam kemampuan berpikir yang salah satunya adalah berpikir kritis agar dapat bertahan dan terus berkembang di dalam kariernya. Karena itu, pendidikan di era ini harus melatih siswa agar dapat menguasai keterampilan berpikir kritis. Keterampilan berpikir kritis siswa dapat dilatihkan dengan menghadapkan siswa pada suatu masalah nyata yang ada di lingkungan sekitar, seperti air sumur yang berwarna kuning. Salah satu model pembelajaran yang dapat digunakan untuk melatih keterampilan berpikir kritis pada siswa adalah pembelajaran berbasis proyek (PBP). PBP memungkinkan siswa untuk menggunakan pengetahuan yang mereka miliki untuk menyelesaikan masalah nyata dalam kegiatan proyek sehingga pada akhirnya dapat menciptakan produk nyata. Guru dapat menumbuhkan minat siswa melalui permasalahan yang menantang, sehingga siswa akan mencari dan memadukan semua informasi yang berhubungan untuk menyelesaikan masalah tersebut.

Pada tahapan pembelajaran berbasis proyek yaitu identifikasi dan menentukan proyek, siswa dilatihkan untuk dapat mengidentifikasi permasalahan yang ada di lingkungannya dengan cara menyajikan suatu masalah nyata kepada siswa dalam bentuk wacana. Dari wacana tersebut, siswa diminta untuk mengidentifikasi masalah yang ada di dalam wacana dan mengajukan pertanyaan-pertanyaan kritis. Selanjutnya, siswa dituntun untuk mengumpulkan informasi yang perlu dicari untuk menyelesaikan masalah tersebut. Hal ini dapat melatih keterampilan berpikir kritis siswa dalam mengumpulkan informasi tentang isu. Pada tahapan merencanakan dan melaksanakan proyek, siswa mulai dilatih untuk berpikir logis melalui berbagai sudut pandang untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, dengan cara membuat keputusan dengan menggunakan informasi yang tersedia. Siswa juga dapat mengumpulkan informasi klarifikasi dan analisis lebih lanjut jika diperlukan. Tahapan selanjutnya yaitu mendokumentasikan dan melaporkan proyek dapat melatih siswa untuk bisa membuat dan mengkomunikasikan keputusan terbaik yang telah mereka capai.

Sebagian besar kegiatan proyek yang dilakukan siswa dilaksanakan di luar kelas, yang mana siswa bisa bekerja dengan mandiri untuk menyelesaikan suatu masalah dalam kurun waktu tertentu. Oleh karena itu, siswa memerlukan suatu panduan berupa LKPD untuk menuntun mereka dalam melakukan kegiatan proyek.

Seiring berkembangnya teknologi pada saat ini memungkinkan LKPD disajikan dalam bentuk LKPD elektronik yang dapat lebih memudahkan siswa untuk mengaksesnya kapanpun dan dimanapun mereka berada. Karenanya, penting bagi guru untuk menumbuhkan proses berpikir kritis pada siswa melalui proses penyelesaian masalah yang menantang, sehingga siswa dapat melatih keterampilan berpikir kritisnya dengan menyelesaikan masalah tersebut. Berdasarkan uraian di atas, maka perlunya dikembangkan *e*-LKPD berbasis proyek penjernihan air sumur berwarna kuning untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMP.

Adapun skema kerangka berpikir dapat dilihat pada Gambar 2:



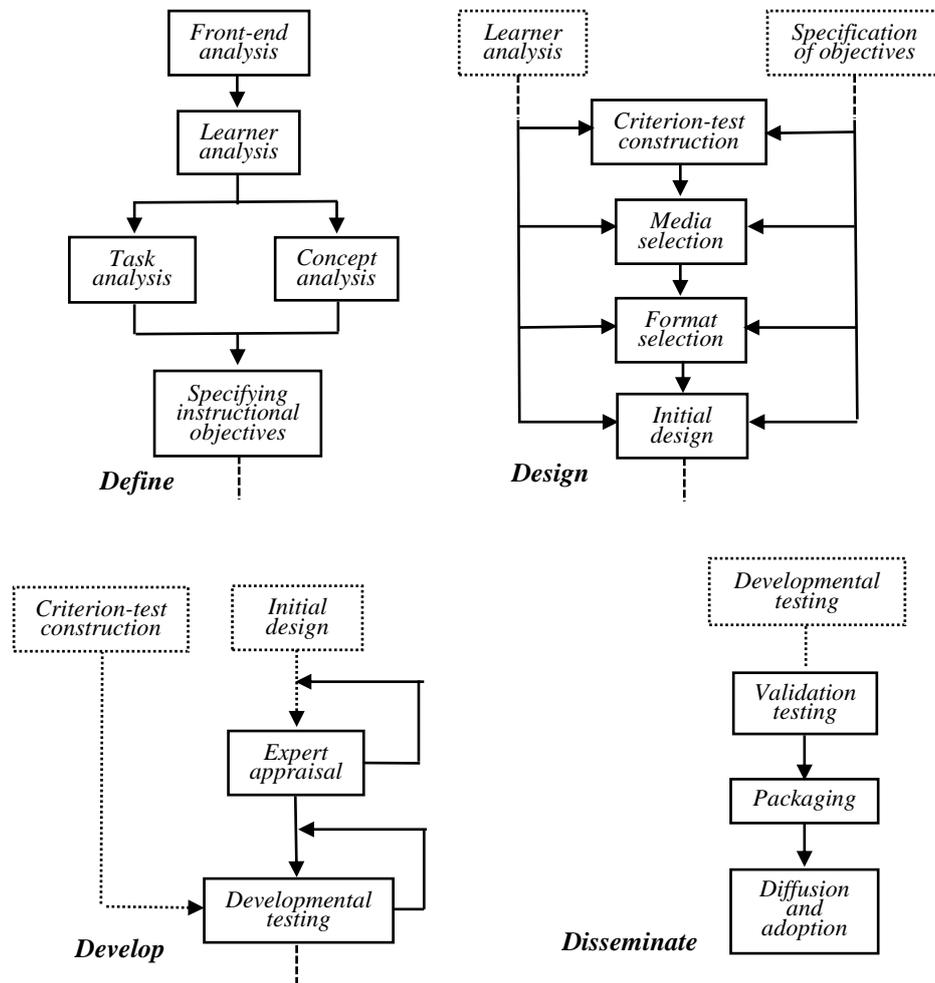
Gambar 2. Kerangka Pemikiran

2.8 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dalam penelitian ini adalah Implementasi *e*-LKPD berbasis proyek penjernihan air sumur berwarna kuning dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMP.

III. METODE PENELITIAN

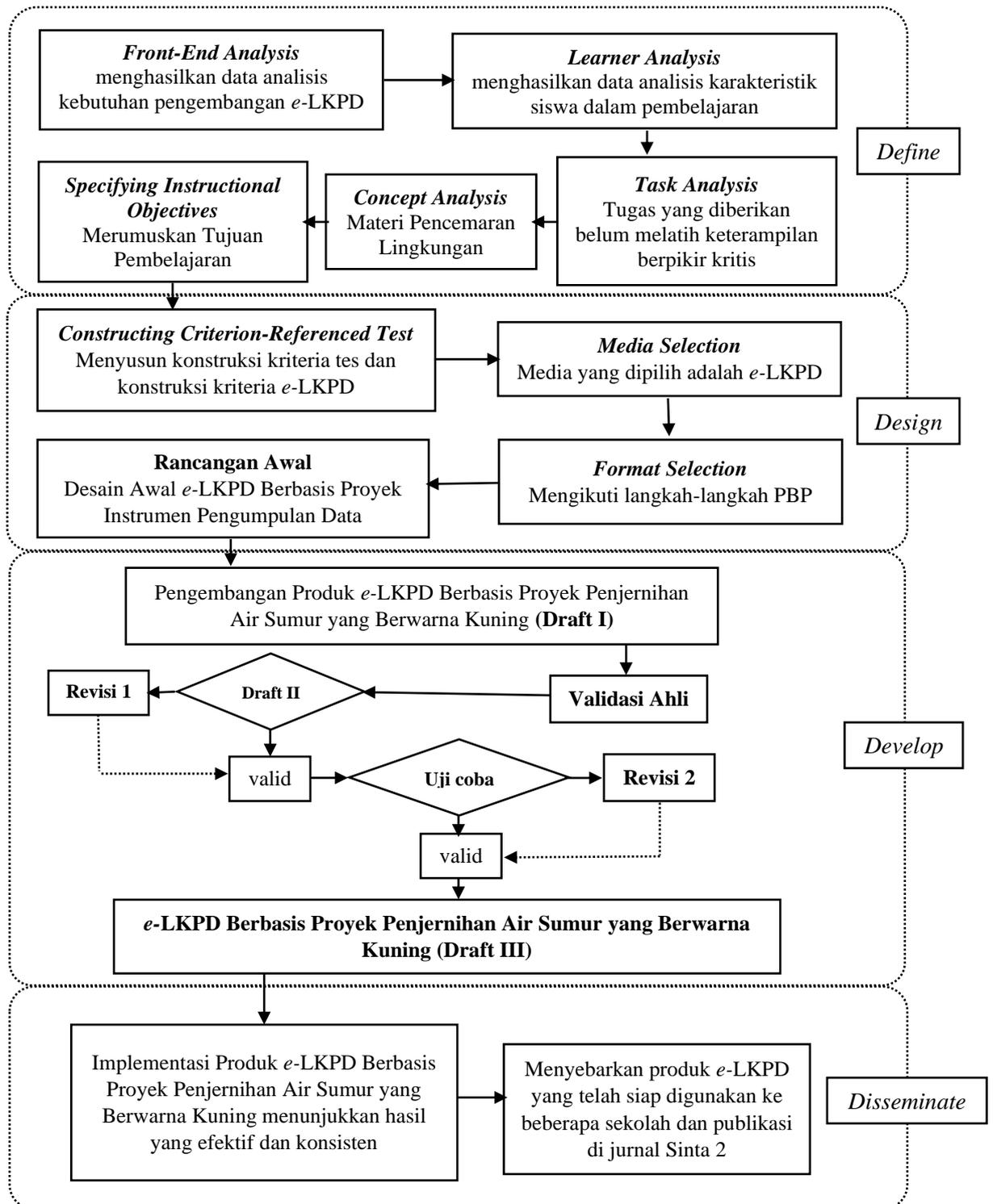
Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) yang mengacu pada model pengembangan 4D menurut Thiagarajan. Model 4D terdiri dari empat tahapan, yaitu *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan), dan *Disseminate* (penyebaran). Adapun produk yang akan dihasilkan dari penelitian dan pengembangan ini adalah *e-LKPD* berbasis proyek penjernihan air sumur yang berwarna kuning. Dalam Thiagarajan (1974) model 4D dapat disajikan pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Desain Pengembangan 4D menurut Thiagarajan (1974)

3.1 Alur Penelitian

Alur penelitian dan pengembangan produk dalam penelitian ini dapat dilihat pada penjelasan Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Alur pengembangan e-LKPD berbasis proyek penjernihan air sumur berwarna kuning

3.2 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

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

3.2.1 Tahap Pendefinisian (*Define*)

Tahap pendefinisian dilakukan untuk mendefinisikan dan menetapkan kebutuhan-kebutuhan dalam proses pengembangan *e-LKPD* berbasis proyek untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Selain itu, pada tahap ini juga dilakukan pengumpulan berbagai informasi yang berkaitan dengan produk yang dikembangkan. Tahap pendefinisian dibagi menjadi beberapa langkah yang dijabarkan sebagai berikut.

3.2.1.1 Analisis Ujung-Depan (*front-end analysis*)

Analisis ini dilakukan untuk menetapkan masalah dasar yang ditemukan untuk pengembangan *e-LKPD* dan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Untuk menetapkan masalah dasar, peneliti melakukan analisis kebutuhan dengan memberikan angket analisis kebutuhan pengembangan *e-LKPD* kepada 13 orang guru mata pelajaran IPA Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri/Swasta di Kota Bandar Lampung. Dari hasil pengisian angket analisis kebutuhan tersebut, didapatkan informasi bahwa guru pernah menerapkan pembelajaran berbasis proyek, tetapi belum mengangkat topik pembelajaran yang berasal dari permasalahan nyata dan belum tersedianya *e-LKPD* yang beredar di sekolah. Selain itu didapatkan juga informasi bahwa guru sudah pernah melatih keterampilan berpikir kritis pada siswa, tetapi penerapannya masih kurang maksimal.

3.2.1.2 Analisis Siswa (*learner analysis*)

Tujuan dilakukannya analisis siswa adalah untuk mendapatkan informasi berupa bagaimana karakteristik siswa di dalam pembelajaran, untuk mengetahui kemampuan akademis siswa dalam keterampilan berpikir kritisnya, serta untuk mengetahui apakah siswa pernah melakukan pembelajaran berbasis penyelesaian masalah nyata. Analisis ini dilakukan kepada 176 orang siswa yang berasal dari Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri/Swasta di Kota Bandar Lampung dengan menggunakan media *google form* dan media cetak yang dibagikan kepada

siswa. Pembagian angket dibantu oleh guru IPA di sekolah. Dari hasil pengisian angket analisis tersebut, didapatkan informasi bahwa siswa belum pernah dilatih untuk memecahkan masalah nyata, serta siswa belum pernah menggunakan *e-LKPD* dalam proses pembelajaran yang selama ini mereka laksanakan.

3.2.1.3 Analisis Tugas (*task analysis*)

Tahapan ini merupakan tahapan untuk menganalisis tugas-tugas yang dilakukan oleh siswa selama ini. Apakah tugas-tugas yang diberikan selama ini sudah melatih keterampilan berpikir kritis pada siswa atau belum. Berdasarkan data hasil analisis kebutuhan pengembangan *e-LKPD*, didapatkan informasi bahwa tugas-tugas yang selama ini diberikan belum dapat melatih keterampilan berpikir kritis pada siswa, sehingga peneliti merasa perlunya pengembangan *e-LKPD* berbasis proyek yang di dalamnya mengangkat permasalahan nyata yang ada di lingkungan sekitar mereka, yaitu air sumur yang berwarna kuning.

3.2.1.4 Analisis Konsep (*concept analysis*)

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap kompetensi dasar yang akan dicapai oleh siswa serta menganalisis materi yang terkait dengan permasalahan nyata yaitu masalah air sumur yang berwarna kuning. Materi yang terkait dengan permasalahan tersebut adalah materi pencemaran lingkungan yang termuat pada capaian pembelajaran IPA fase D dalam Kurikulum Merdeka.

3.2.1.5 Perumusan Tujuan Pembelajaran (*Specifying Instructional Objectives*)

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

3.2.2 Tahap Perancangan (*Design*)

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

3.2.2.1 Konstruksi Kriteria Tes (*criterion-test construction*)

Pada tahap ini dilakukan analisis untuk menyusun konstruksi kriteria tes untuk mengukur keterampilan berpikir kritis siswa, yang mana tes ini akan digunakan untuk tahap uji coba dan implementasi. Pada tahap ini juga dilakukan analisis untuk menyusun konstruksi kriteria *e-LKPD* yang dikembangkan. Adapun konstruksi yang dibuat untuk *e-LKPD* ini didesain sesuai dengan langkah-langkah pembelajaran berbasis proyek penjernihan air sumur yang berwarna kuning, yaitu orientasi siswa terhadap masalah, mengidentifikasi dan menentukan proyek, merencanakan proyek, melaksanakan proyek, mendokumentasikan dan melaporkan proyek, serta mengevaluasi proyek. Selain itu, *e-LKPD* juga dirancang untuk melatih keterampilan berpikir kritis siswa sesuai dengan kerangka berpikir kritis menurut Norris & Ennis, yaitu: (1) mengklarifikasi isu dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan kritis; (2) mengumpulkan informasi tentang isu; (3) mulai berpikir secara logis melalui berbagai sudut pandang; (4) mengumpulkan informasi klarifikasi dan analisis lebih lanjut jika diperlukan; dan (5) membuat dan mengkomunikasikan keputusan.

3.3.2.2. Pemilihan Media (*media selection*)

Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk mengidentifikasi media pembelajaran yang relevan dengan karakteristik materi pembelajaran. Proses pemilihan media disesuaikan dengan karakteristik siswa dengan mempertimbangkan apakah media yang dipilih dapat membantu siswa untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritisnya. Berdasarkan identifikasi tersebut, maka media yang relevan dengan karakteristik materi pembelajaran dan karakteristik siswa adalah *e-LKPD* berbasis proyek penjernihan air sumur berwarna kuning yang dapat menuntun siswa berpikir kritis dalam menyelesaikan kegiatan proyek.

3.3.2.3. Pemilihan Format (*format selection*)

Pemilihan format *e*-LKPD yang dikembangkan dalam penelitian ini disesuaikan dengan langkah-langkah pembelajaran berbasis proyek penjernihan air sumur yang berwarna kuning dan kerangka berpikir kritis menurut Norris dan Ennis.

3.3.2.4. Rancangan Awal (*initial design*)

Pada tahap ini peneliti membuat rancangan awal dari *e*-LKPD. *E*-LKPD ini merupakan *e*-LKPD pemecahan masalah berorientasi keterampilan berpikir kritis yang diawali dengan masalah nyata yang disajikan dalam bentuk wacana. Di dalam *e*-LKPD ini juga menggambarkan setiap langkah dari pembelajaran berbasis proyek yang memungkinkan setiap langkahnya untuk melatih keterampilan berpikir kritis tertentu, seperti menyajikan wacana yang berisi permasalahan nyata yang dapat membantu siswa untuk melatih keterampilan mengklarifikasi isu dan mengumpulkan informasi penting mengenai isu tersebut. Rancangan awal dari *e*-LKPD ini berisi *cover* yang dirancang menarik menggunakan aplikasi *canva*, tampilan *e*-LKPD yang dibuat menggunakan *liveworksheet*, penggunaan fitur *Progress* untuk memantau kemajuan proyek yang dikerjakan, serta menggunakan platform *google classroom* sebagai media untuk memberikan tugas kepada siswa. Rancangan awal *e*-LKPD yang dihasilkan pada tahap ini disebut sebagai Draft I.

3.3.3. Tahap Pengembangan (*Develop*)

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

3.3.3.1. Validasi Ahli/Praktisi (*expert appraisal*)

Setelah dilakukan pengembangan produk awal, langkah yang selanjutnya adalah validasi yang dilakukan oleh para validator ahli/praktisi yang terdiri dari dosen ahli Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) dan para praktisi guru mata pelajaran IPA SMP. Penilaian para ahli/praktisi terhadap *e*-LKPD mencakup aspek kesesuaian isi dan konstruksi *e*-LKPD. Kemudian *e*-LKPD akan direvisi mengikutinya saran dan masukan dari para ahli/praktisi sehingga menghasilkan

produk *e-LKPD* yang lebih baik. Draft *e-LKPD* yang telah direvisi mengikuti saran dan masukan dari para ahli disebut sebagai Draft II.

3.3.3.2. Uji Coba Produk (*developmental testing*)

Tahap uji coba produk ini bertujuan untuk mengetahui respon guru dan siswa terhadap *e-LKPD* yang dikembangkan. Pada tahap ini juga siswa diberikan soal *pretest* dan *posttest*. Pada uji coba produk, 3 orang guru IPA diminta untuk memberikan respon terkait aspek kesesuaian konstruksi dan isi dari *e-LKPD* dengan mengisi angket dan memberikan tanggapan terhadap pernyataan yang tersedia. Kemudian siswa juga diminta untuk memberikan tanggapan terhadap pertanyaan yang tersedia di dalam angket untuk mengetahui *skill* yang didapatkan oleh siswa setelah mengikuti pembelajaran berbasis proyek. Uji coba dilakukan di SMP Negeri 32 Bandar Lampung, di mana pengambilan sampel dilakukan menggunakan teknik *purposive sampling*. *Purposive sampling* dilakukan dengan mempertimbangkan lokasi sekolah tersebut, di mana SMP Negeri 32 Bandar Lampung berlokasi di Kelurahan Susunan Baru yang memiliki permasalahan air sumur yang berwarna kuning. Desain yang akan digunakan untuk uji coba produk adalah *One-Group Pretest-Posttest Design*.

Tabel 2. Desain Penelitian

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

(Fraenkel & Wallen, 2012)

Keterangan:

O: *Pretest* keterampilan berpikir kritis

X: Pembelajaran menggunakan *e-LKPD* berbasis proyek

O: *Posttest* keterampilan berpikir kritis

Pada desain ini, sebelum memulai pembelajaran, siswa diberikan soal *pretest* terlebih dulu untuk mengetahui kemampuan awal siswa dalam berpikir kritis. Selanjutnya, siswa diberikan perlakuan, yaitu menerapkan pembelajaran berbasis proyek dengan bantuan *e-LKPD* yang dikembangkan. Lalu di akhir pembelajaran, siswa diberikan soal *posttest* untuk mengetahui kemampuan siswa dalam berpikir kritis setelah diterapkannya pembelajaran berbasis proyek.

Setelah melakukan uji coba, kemudian produk direvisi berdasarkan hasil respon guru yang meliputi aspek kesesuaian isi dan konstruksi. Revisi juga dilakukan

berdasarkan tanggapan siswa terhadap *e*-LKPD yang dikembangkan, apakah setelah mengikuti pembelajaran, keterampilan berpikir kritis siswa mengalami peningkatan atau tidak. Draft *e*-LKPD yang direvisi berdasarkan hasil respon guru dan siswa disebut sebagai Draft III.

3.3.4. Tahap Penyebaran (*Disseminate*)

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

3.3.4.1. *Validation Testing*

Pada tahap ini produk *e*-LKPD yang sudah direvisi pada tahap pengembangan akan diimplementasikan pada target atau sasaran yang sesungguhnya. Pada tahap ini juga akan dilakukan pengukuran ketercapaian tujuan untuk mengetahui efektivitas produk *e*-LKPD yang dikembangkan. Kemudian setelah diterapkan, peneliti akan mengamati hasil pencapaian tujuan, dimana tujuan yang belum tercapai akan dijelaskan solusinya agar tidak berulang setelah produk disebarluaskan.

3.3.4.2. *Packaging, Diffusion, dan Adoption*

Pada tahap ini produk *e*-LKPD berbasis proyek penjernihan air sumur berwarna kuning yang telah diimplementasikan akan disebarluaskan agar dapat diserap atau dipahami oleh para guru dan dapat digunakan dalam pembelajaran.

3.3 Subyek dan Lokasi Penelitian

Subyek dari penelitian pengembangan ini adalah *e*-LKPD berbasis proyek penjernihan air sumur berwarna kuning untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMP. Subyek untuk uji coba produk adalah siswa kelas VII SMP Negeri 32 Bandar Lampung. Lokasi penelitian pada tahap *define* adalah SMP/MTs dari beberapa sekolah negeri dan swasta di Bandar Lampung, antara lain SMP N 7 Bandar Lampung, SMP N 32 Bandar Lampung, SMP Islam Mumtaz, dan MTs Al-Khairiyah Kangkung Bandar Lampung.

3.4 Sumber Data

Sumber data pada penelitian ini terdiri atas tiga sumber data, yaitu sumber data pada tahap pendefinisian (*define*), pada tahap pengembangan (*develop*), dan pada

tahap penyebaran (*disseminate*). Pada tahap pendefinisian (*define*), sumber data diperoleh dari analisis awal, yaitu untuk mengetahui kebutuhan sekolah akan *e-LKPD* berbasis proyek. Sumber data yang digunakan berasal dari 13 guru mata pelajaran IPA dan 176 siswa yang berasal dari lima SMP negeri dan swasta di Bandar Lampung. Pada tahap pengembangan (*develop*), sumber data berasal dari para dosen ahli Pendidikan IPA FKIP Universitas Lampung. Lalu pada tahap uji coba produk, yaitu untuk mengetahui respon guru terhadap produk *e-LKPD* berbasis proyek, yang akan menjadi sumber data adalah 3 guru IPA Terpadu SMP di Bandar Lampung. Selanjutnya pada tahap *validation testing* dalam tahap *disseminate*, yang akan menjadi sumber data siswa di kelas VIII-F SMP N 32 Bandar Lampung untuk mengimplementasikan produk yang telah melewati tahap pengembangan untuk mengukur ketercapaian tujuan dan mengetahui efektivitas produk *e-LKPD* yang dikembangkan.

3.5 Instrumen Penilaian

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

3.6.1. Instrumen pada Tahap *Define*

3.6.1.1. Angket Analisis Kebutuhan Pengembangan *e-LKPD* menurut Guru

Angket ini disusun untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan untuk pengembangan *e-LKPD* dengan mencari fakta-fakta di lapangan terkait wawasan guru tentang pembelajaran berbasis proyek (PBP), keterampilan berpikir kritis siswa SMP, penggunaan sumber belajar yang biasa digunakan, serta penggunaan *e-LKPD* berbasis proyek dalam proses pembelajaran. Angket analisis awal berisi 13 pertanyaan menggunakan skala Guttman yang memiliki pilihan jawaban “Ya” dan “Tidak” dengan skor “1” dan “0” disertai dengan alasan mengapa memilih jawaban tersebut. Angket diserahkan secara langsung kepada para guru dalam bentuk *hard file* dan ada pula yang disebarakan via WhatsApp dalam bentuk *google form*.

3.6.1.2. Angket Analisis Kebutuhan Pengembangan *e*-LKPD menurut Siswa

Angket analisis ini disusun untuk mendapatkan informasi terkait karakteristik siswa di dalam pembelajaran, untuk mengetahui kemampuan akademis siswa dalam berpikir kritis, serta untuk mengetahui apakah siswa pernah melakukan pembelajaran berbasis masalah nyata. Angket berisi 6 pertanyaan menggunakan skala Guttman yang memiliki pilihan jawaban “Ya” dan “Tidak” dengan skor “1” dan “0” disertai dengan alasan mengapa memilih jawaban tersebut. Angket disebarakan dengan dua cara, yaitu secara langsung dalam bentuk *hard file* dan dalam bentuk *google form*, yang penyebarannya dibantu oleh guru mata pelajaran IPA.

3.6.2. Instrumen pada Tahap *Develop*

3.6.2.1. Angket untuk Validasi Ahli

Instrumen yang digunakan untuk validasi ahli meliputi validasi kesesuaian isi dan konstruksi pada *e*-LKPD berbasis proyek yang akan dikembangkan. Angket yang digunakan berbentuk semi tertutup yang berisi pernyataan dengan menggunakan skala Likert dimana pengisian angket validasi ini dilakukan dengan menuliskan tanda *checklist* (√) pada kolom yang tersedia.

3.6.2.1.1. Angket untuk aspek kesesuaian isi

Angket ini berisikan pernyataan-pernyataan validasi produk yang berupa kesesuaian indikator dengan KD, kesesuaian panduan kerja dengan tahap-tahap yang ada dalam PBP, kesesuaian indikator dalam mengukur keterampilan berpikir kritis, dan kesesuaian wacana yang disajikan pada *e*-LKPD dengan konteks dari materi. Angket ini menggunakan skala *Likert* yang memiliki pilihan jawaban Tidak Sesuai, Kurang Sesuai, Sesuai, dan Sangat Sesuai dengan skor berkisar antara 1 sampai dengan 4. Angket ini dilengkapi dengan kolom saran, yang mana validator dapat menuliskan saran dan masukannya pada kolom yang tersedia yang berguna untuk perbaikan produk.

3.6.2.1.2. Angket untuk aspek konstruksi

Angket ini disusun untuk mengetahui kesesuaian konstruksi *e*-LKPD yang akan dikembangkan dengan tahapan-tahapan PBP, mengetahui kesesuaian *e*-LKPD dengan struktur *e*-LKPD yang baik dan benar, juga mengetahui apakah *e*-LKPD yang akan dikembangkan sudah melatih keterampilan berpikir kritis atau

belum. Angket ini berisi pertanyaan-pertanyaan untuk mengetahui kesesuaian konstruksi *e*-LKPD dan menggunakan skala Guttman yang memiliki pilihan jawaban “Ya” dan “Tidak” dengan skor “1” dan “0”. Angket ini juga dilengkapi dengan kolom saran, yang mana validator dapat menuliskan saran dan memasukannya pada kolom yang tersedia yang berguna untuk perbaikan produk.

3.6.2.2. Instrumen pada uji coba produk

3.6.2.2.1. Angket respon guru

Instrumen ini berbentuk angket yang didalamnya terdapat pernyataan-pernyataan yang dimaksudkan untuk menilai aspek kesesuaian isi dan konstruksi dari *e*-LKPD. Tujuan dibuatnya angket ini adalah untuk menilai aspek kesesuaian isi dan konstruksi dari *e*-LKPD yang dikembangkan, apakah *e*-LKPD yang dibuat sudah sesuai dengan langkah-langkah pembelajaran PBP dan apakah di setiap langkahnya dapat melatih keterampilan berpikir kritis pada siswa. Angket yang digunakan untuk mengetahui respon guru terhadap produk *e*-LKPD dari aspek kesesuaian isi dan konstruksi merupakan angket yang sama dengan yang digunakan pada tahap validasi ahli.

3.6.2.2.2. Angket respon siswa

Instrumen ini berbentuk angket yang didalamnya terdapat pertanyaan-pertanyaan yang dimaksudkan untuk mengetahui *skill* yang didapatkan oleh siswa setelah melakukan pembelajaran berbasis proyek. Tujuan dibuatnya angket ini adalah untuk mengetahui respon siswa terhadap penerapan pembelajaran berbasis proyek penjernihan air sumur berwarna kuning dengan bantuan *e*-LKPD yang dikembangkan. Angket ini menggunakan skala *Guttman* dengan jawaban “Ya” atau “Tidak” dengan skor “1” dan “0”, disertai dengan alasan mengapa memilih jawaban tersebut.

3.6.2.2.3. Soal tes keterampilan berpikir kritis

Instrumen ini berupa soal *pretest* dan *posttest* untuk mengukur keterampilan berpikir kritis siswa sebelum dan sesudah melakukan pembelajaran berbasis proyek dengan bantuan *e*-LKPD yang dikembangkan. Supaya data yang diperoleh dapat dipercaya, maka instrumen yang akan digunakan haruslah valid dan bersifat

reliabel. Karena itu, perlu dilakukan pengujian terhadap instrumen yang akan digunakan.

3.6.2.2.4. Lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran

Lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran bertujuan untuk mengetahui seberapa besar keterlaksanaan pembelajaran IPA. Lembar observasi ini diisi oleh seorang guru IPA, dimana lembar ini berisi pertanyaan-pertanyaan yang berkaitan dengan keterlaksanaan unsur-unsur pembelajaran, yang meliputi sintaks pembelajaran dan sistem sosial. Penilaian yang dilakukan oleh guru IPA diukur dengan skala *Likert* dari 1 sampai 4.

3.6.3. Instrumen pada tahap *disseminate*

Instrumen yang digunakan pada tahap *disseminate* menggunakan instrumen yang sama dengan yang digunakan pada tahap uji coba produk. Pada tahap *disseminate* ini peneliti menggunakan instrumen tes keterampilan berpikir kritis untuk mengukur efektivitas dari produk yang sudah dikembangkan. Pada tahap ini juga peneliti menggunakan instrumen lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran untuk mengukur kepraktisan dari *e-LKPD* berbasis proyek.

3.6 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini di antaranya adalah angket, tes, dan observasi. Pada penelitian ini, penyebaran angket analisis awal dan angket analisis siswa dilakukan pada tahap *define* dengan tujuan untuk mengetahui kebutuhan guru dan siswa akan *e-LKPD* di sekolah. Pemberian angket juga akan dilakukan pada tahap *develop*, dimana angket yang diberikan adalah angket validasi ahli dan angket respon guru terhadap kesesuaian isi dan konstruk dari *e-LKPD* berbasis proyek penjernihan air sumur berwarna kuning yang dikembangkan. Selanjutnya pada tahap *disseminate*, peneliti menggunakan tes dan lembar observasi untuk mengumpulkan data dengan tujuan untuk mengetahui efektivitas produk.

Aspek kepraktisan diukur menggunakan lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran dan angket respon siswa. Pada tahap uji coba produk, peneliti meminta guru untuk mengamati proses pembelajaran sambil mengisi lembar observasi

keterlaksanaan pembelajaran. Guru atau observer akan menilai kesesuaian dari unsur-unsur model pembelajaran, seperti sintaks pembelajaran dan sistem sosial. Sintaks pembelajaran yang diamati apakah sesuai dengan langkah-langkah dari pembelajaran berbasis proyek (PBP). Selanjutnya pada pengisian angket respon siswa, siswa diberikan angket untuk mengetahui *skill* yang didapatkan siswa setelah menerapkan pembelajaran berbasis proyek dengan bantuan *e*-LKPD yang dikembangkan. Pengumpulan data dilakukan dengan cara memberikan angket kepada siswa, lalu siswa diminta untuk mengisi angket tersebut sesuai dengan pengalaman belajar yang mereka dapatkan selama mengikuti pembelajaran berbasis proyek.

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

3.7 Teknik Analisis Data

3.7.1 Teknik Analisis Data pada Tahap *Define*

Pada tahap *define*, dilakukan analisis terhadap angket analisis kebutuhan pengembangan *e*-LKPD menurut guru dan siswa yang dideskripsikan dalam bentuk persentase, kemudian data yang didapatkan akan dianalisis atau diinterpretasikan secara kualitatif. Adapun kegiatan dalam teknik analisis data angket dilakukan dengan cara:

1. Mengelompokkan jawaban berdasarkan pertanyaan pada angket.
2. Menghitung persentase skor pada setiap jawaban dari pertanyaan pada angket sehingga data yang diperoleh dapat dianalisis sebagai suatu temuan dalam penelitian. Perhitungan persentase skor pada setiap item pertanyaan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

(Sudjana, 2005)

Keterangan:

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

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

N = Jumlah seluruh responden

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

3.7.2 Teknik Analisis Data Kevalidan

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

1. Mengelompokkan jawaban berdasarkan pertanyaan angket.
2. Memberikan skor pada jawaban responden. Skor yang digunakan di dalam angket menggunakan skala *Likert* 4 dan skala Guttman.

Tabel 3. Penskoran untuk Angket Validasi Kesesuaian Isi berdasarkan Skala Likert 4

| No. | Pilihan Jawaban | Skor |
|-----|--------------------|------|
| 1. | Sangat Sesuai (SS) | 4 |
| 2. | Sesuai (S) | 3 |
| 3. | Kurang Sesuai (KS) | 2 |
| 4. | Tidak Sesuai (TS) | 1 |

Tabel 4. Penskoran untuk Angket Validasi Konstruksi berdasarkan Skala Guttman

| No. | Pilihan Jawaban | Skor |
|-----|-----------------|------|
| 1. | Ya | 1 |
| 2. | Tidak | 0 |

3. Menghitung presentase skor jawaban angket pada setiap pertanyaan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan:

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

ΣS = Jumlah skor jawaban

S_{maks} = Skor maksimum yang diharapkan

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

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

Keterangan:

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

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

n = jumlah pernyataan pada angket

4. Menafsirkan rata-rata presentase angket dengan menggunakan tafsiran dari (Arikunto, 2013) berdasarkan Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Tafsiran Persentase Angket

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

5. Menafsirkan kriteria validasi analisis persentase produk dari hasil validasi ahli dengan menggunakan tafsiran dari (Arikunto, 2013) berdasarkan Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. Kriteria Validasi Analisis Persentase

| Persentase | Tingkat Kevalidan | Keterangan |
|------------|-------------------|------------------------------|
| 74 – 100 | Valid | Layak tidak perlu direvisi |
| 51 – 75 | Cukup Valid | Layak/revisi sebagian |
| 26 – 50 | Kurang Valid | Kurang Layak/revisi sebagian |
| < 26 | Tidak Valid | Tidak layak/revisi total |

3.7.2.1 Analisis Data Angket Respon Guru

Untuk menganalisis data respon guru terhadap *e*-LKPD pembelajaran berbasis proyek yang dikembangkan, dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mengelompokkan jawaban berdasarkan pertanyaan angket
2. Memberi skor pada jawaban responden. Penskoran jawaban responden pada angket dilakukan berdasarkan skala *Likert* 4.

Tabel 7. Penskoran untuk Angket Respon Guru berdasarkan Skala Likert 4

| No. | Pilihan Jawaban | Skor |
|-----|--------------------|------|
| 1. | Sangat Sesuai (SS) | 4 |
| 2. | Sesuai (S) | 3 |
| 3. | Kurang Sesuai (KS) | 2 |
| 4. | Tidak Sesuai (TS) | 1 |

Nilai dari data yang dihasilkan adalah presentase dari nilai rata-rata per-indikator dari jawaban responden. Nilai rata-rata dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (\text{Arikunto, 2010})$$

Keterangan:

\bar{x} : nilai rata-rata

$\sum x$: jumlah nilai skor

N : jumlah individu skor

Dari perhitungan skor masing-masing pertanyaan, dicari persentase jawaban keseluruhan responden dengan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{\sum x}{\sum x_i} \times 100\% \quad (\text{Asyhari \& Silvia, 2016})$$

Keterangan:

P : Persentase

$\sum x$: Jumlah jawaban responden dalam satu item

$\sum x_i$: jumlah nilai ideal dalam item

Adapun kriteria validasi yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Persentase Kriteria Respon Guru

| Persentase | Kriteria |
|-------------|---------------|
| 80,1 – 100 | Sangat Tinggi |
| 60,1 – 80,0 | Tinggi |
| 40,1 – 60,0 | Sedang |
| 20,1 – 40,0 | Rendah |
| 0 – 20,0 | Sangat Rendah |

3.7.2.2 Analisis Data Angket Respon Siswa

Untuk menganalisis data respon guru terhadap *e*-LKPD pembelajaran berbasis proyek yang dikembangkan, dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mengelompokkan jawaban berdasarkan pertanyaan angket
2. Memberi skor pada jawaban responden. Penskoran jawaban responden pada angket dilakukan berdasarkan skala *Guttman*.

Tabel 9. Penskoran untuk Angket Respon Siswa berdasarkan Skala Guttman

| No. | Pilihan Jawaban | Skor |
|-----|-----------------|------|
| 1. | Ya | 1 |
| 2. | Tidak | 0 |

Nilai dari data yang dihasilkan adalah presentase dari nilai rata-rata per-indikator dari jawaban responden. Nilai rata-rata dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n} \quad (\text{Arikunto, 2010})$$

Keterangan:

\bar{x} : nilai rata-rata

Σx : jumlah nilai skor

N : jumlah individu skor

Dari perhitungan skor masing-masing pertanyaan, dicari persentase jawaban keseluruhan responden dengan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{\Sigma x}{\Sigma x_i} \times 100\% \quad (\text{Asyhari \& Silvia, 2016})$$

Keterangan:

P : Persentase

Σx : Jumlah jawaban responden dalam satu item

Σx_i : jumlah nilai ideal dalam item

Adapun kriteria validasi yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 10 berikut.

Tabel 10. Persentase Kriteria Respon Siswa

| Persentase | Kriteria |
|-------------|---------------|
| 80,1 – 100 | Sangat Tinggi |
| 60,1 – 80,0 | Tinggi |
| 40,1 – 60,0 | Sedang |
| 20,1 – 40,0 | Rendah |
| 0 – 20,0 | Sangat Rendah |

3.7.3 Teknik Analisis Data Kepraktisan

Teknik analisis data kepraktisan meliputi:

3.7.3.1 Keterlaksanaan pembelajaran menggunakan *e*-LKPD berbasis proyek penjernihan air sumur berwarna kuning

Analisis keterlaksanaan pembelajaran (dalam hal ini Modul Ajar) menggunakan *e*-LKPD berbasis proyek dilakukan dengan menghitung jumlah skor yang diberikan oleh guru/pengamat untuk setiap aspek pengamatan, lalu dihitung persentase ketercapaiannya dengan rumus:

$$\%J_i = \left(\frac{\Sigma J_i}{N} \right) \times 100\% \quad (\text{Sudjana, 2005})$$

Keterangan:

$\%J_i$ = Persentase pilihan jawaban-i

ΣJ_i = Jumlah skor responden yang menjawab jawaban-i

N = Skor maksimal

Tabel 11. Kriteria Tingkat Keterlaksanaan

| Persentase | Kriteria |
|-------------|---------------|
| 80,1 – 100 | Sangat Tinggi |
| 60,1 – 80,0 | Tinggi |
| 40,1 – 60,0 | Sedang |
| 20,1 – 40,0 | Rendah |
| 0 – 20,0 | Sangat Rendah |

3.7.4 Teknik Analisis Data Uji Validitas dan Reliabilitas Soal *Pretest/Posttest*

Uji validitas dan reliabilitas soal tes dilakukan sebelum soal digunakan untuk *pretest* dan *posttest*. Adapun cara yang dilakukan untuk mengetahui validitas soal tes adalah sebagai berikut:

$$r = \frac{N\Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{\sqrt{\{\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2\}\{N\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2\}}} \quad (\text{Arikunto, 2013})$$

Keterangan:

r = nilai validitas

N = jumlah peserta tes

ΣX = jumlah skor total tes

ΣY = jumlah skor total kriterium (pembanding)

Hasil uji validitas butir soal yang dihitung lalu diinterpretasikan menggunakan tabel kriteria koefisien validitas yang tersaji pada Tabel 12 di bawah ini.

Tabel 12. Kriteria koefisien validitas

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

(Arikunto, 2010)

Selanjutnya, uji reliabilitas soal tes dapat dilakukan dengan menggunakan rumus *alpha Cronbach* sebagai berikut:

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(1 - \frac{\Sigma \sigma_t^2}{\sigma_t^2} \right) \quad \text{dan} \quad \sigma_t^2 = \frac{\Sigma X_t^2 - \frac{\Sigma X_t^2}{N}}{N}$$

Keterangan:

r_{11} = koefisien reliabilitas

n = jumlah butir soal

1 = bilangan konstanta

$\Sigma \sigma_t^2$ = jumlah varian skor

X_t^2 = varian total

Menafsirkan mutu reliabilitas berdasarkan Tabel 13.

Tabel 13. Tafsiran Reliabilitas Soal

| Reliabilitas Soal | Keterangan |
|------------------------------|----------------------------|
| $0,80 \leq r_{11} \leq 1,00$ | Reliabilitas Sangat Tinggi |
| $0,60 \leq r_{11} \leq 0,80$ | Reliabilitas Tinggi |
| $0,40 \leq r_{11} \leq 0,60$ | Reliabilitas Sedang |
| $0,20 \leq r_{11} \leq 0,40$ | Reliabilitas Rendah |
| $0,00 \leq r_{11} \leq 0,20$ | Tidak Reliabel |

(Arikunto, 2010)

3.7.5 Teknik Analisis Data Skor Hasil *Pretest* dan *Posttest*

Skor hasil *pretest* dan *posttest* diubah menjadi nilai. Lalu nilai *pretest* dan *posttest* digunakan untuk mencari *n-Gain* untuk mengetahui seberapa besar peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa.

3.7.5.1 Perhitungan nilai siswa

Peningkatan kemampuan siswa meliputi peningkatan kemampuan factual, konseptual, dan prosedural yang ditunjukkan oleh skor yang diperoleh siswa dalam tes pengetahuan siswa (*pretest* dan *posttest*). Teknik penskoran nilai *pretest* dan *posttest* yaitu:

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

3.7.5.2 Menghitung N-Gain

Untuk mengetahui besarnya peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa, maka dilakukan analisis nilai Gain ternormalisasi (*n-Gain*). Peningkatan skor tersebut dihitung berdasarkan perbandingan gain yang dinormalisasi atau *N-Gain* $\langle g \rangle$ dengan menggunakan rumus Hake (1999) yaitu:

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

$$\langle g \rangle = \frac{(\% \langle \text{posttest} \rangle - \% \langle \text{pretest} \rangle)}{(100 - \% \langle \text{pretest} \rangle)}$$

Keterangan:

- $\langle g \rangle$ = rata-rata N-Gain
 $\% \langle \text{posttest} \rangle$ = rata-rata persentase posttest
 $\% \langle \text{pretest} \rangle$ = rata-rata persentase pretest

Hasil gain ternormalisasi (N-Gain) ini diinterpretasikan untuk menyatakan peningkatan kemampuan siswa dengan kriteria seperti disajikan pada Tabel 14 di bawah ini.

Tabel 14. Kategori n-Gain

| Besarnya n-Gain | Kategori |
|--------------------|----------|
| $g \geq 0,7$ | Tinggi |
| $0,3 \leq g < 0,7$ | Sedang |
| $g < 0,3$ | Rendah |

3.7.5.3 Effect size

Berdasarkan hasil perhitungan uji perbedaan dua rata-rata nilai *pretest-posttest* dengan *paired sample t-test*, kemudian dilakukan perhitungan untuk menentukan ukuran pengaruh pembelajaran IPA berbasis proyek untuk meningkatkan berpikir kritis dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$d = \frac{m_A - m_B}{[(sd_A^2 + sd_B^2)/2]^{1/2}} \quad (\text{Hake, 2002})$$

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

Kriteria besar kecilnya *effect size* bisa dilihat sebagai berikut:

Tabel 15. Kriteria *effect size*

| <i>Effect Size</i> | Kategori |
|--------------------|----------|
| $d < 0,2$ | Kecil |
| $0,2 < d < 0,8$ | Sedang |
| $d > 0,8$ | Tinggi |

(Cohen, 1998)

3.8 Teknik Pengujian Hipotesis

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

3.8.1 Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk mengetahui apakah sampel penelitian berasal dari populasi yang berdistribusi normal atau tidak, dan untuk menentukan uji yang akan digunakan selanjutnya, apakah menggunakan uji statistik parametrik atau non parametrik. Uji normalitas dilakukan dengan program SPSS versi 25.0.

Rumusan hipotesis untuk uji normalitas adalah sebagai berikut:

H_0 : sampel berasal dari populasi yang berdistribusi tidak normal

H_1 : sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal

Kriteria uji normalitas:

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

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

3.8.2 Uji kesamaan dua varians (homogenitas)

Apabila kedua data berdistribusi normal maka dilanjutkan dengan uji kesamaan dua varians (homogenitas). Uji homogenitas dilakukan untuk memperoleh asumsi bahwa sampel penelitian berawal dari kondisi yang sama atau homogen. Uji homogenitas ini selanjutnya akan menentukan uji apa yang akan digunakan dalam pengujian hipotesis. Adapun pengujian homogenitas data dalam penelitian ini menggunakan program SPSS versi 25.0.

Hipotesis uji homogenitas:

H_0 : kedua kelas mempunyai varians yang tidak homogen

H_1 : kedua kelas mempunyai varians yang homogen

Kriteria uji homogenitas:

Terima H_0 jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$, atau nilai sig. $< 0,05$

Tolak H_0 jika $F_{hitung} < F_{tabel}$, atau nilai sig. $> 0,05$

3.8.3 Uji perbedaan dua rata-rata

Pada penelitian ini, uji perbedaan dua rata-rata menggunakan program SPSS versi 25.0 dengan *paired sample t-test*. Uji ini dilakukan untuk mengetahui apakah rata-rata nilai *pretest* keterampilan berpikir kritis siswa berbeda secara signifikan dengan rata-rata nilai *posttest* keterampilan berpikir kritis siswa. Adapun rumusan hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

H_0 : Rata-rata nilai *posttest* keterampilan berpikir kritis siswa lebih tinggi dari rata-rata nilai *pretest* keterampilan berpikir kritis siswa.

H_1 : Rata-rata nilai *posttest* keterampilan berpikir kritis siswa lebih rendah dari rata-rata nilai *pretest* keterampilan berpikir kritis siswa.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

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

1. Karakteristik dari produk *e*-LKPD ini adalah menyajikan permasalahan nyata yang belum pernah digunakan sebelumnya, yaitu masalah air sumur berwarna kuning. Produk *e*-LKPD ini juga sesuai dengan tahapan dari PBP berupa tahap orientasi, mengidentifikasi dan menentukan masalah, merencanakan proyek, melaksanakan proyek, mendokumentasikan dan melaporkan proyek. Selain itu, konstruksi dari produk *e*-LKPD ini sesuai untuk pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa SMP. Setiap kelompok merencanakan proyeknya dan produk yang dihasilkan berbeda-beda sesuai dengan pengetahuan dan pemahaman yang dimiliki siswa.
2. Produk *e*-LKPD berbasis proyek penjernihan air sumur berwarna kuning yang valid sebagai upaya untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa SMP. *E*-LKPD ini dinyatakan valid berdasarkan hasil validasi ahli, baik dari aspek kesesuaian isi dan aspek kesesuaian konstruksi yang memiliki kriteria “sangat tinggi”.
3. Produk *e*-LKPD berbasis proyek penjernihan air sumur berwarna kuning yang dikembangkan dinyatakan praktis dalam pembelajaran. Hal ini dapat dilihat dari hasil observasi oleh praktisi yang memiliki kriteria “sangat tinggi” dan dari respon siswa terhadap pembelajaran memiliki kategori “sangat tinggi”. Kepraktisan produk pembelajaran dapat dilihat dari kemudahan pelaksanaan pembelajaran menggunakan *e*-LKPD yang dikembangkan.
4. Produk *e*-LKPD berbasis proyek penjernihan air sumur berwarna kuning untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dinyatakan efektif, di mana hal ini dapat dilihat dari perolehan rata-rata *n-gain* yang berkategori “sedang”

sebesar 0,62 dan *effect size* berkategori “tinggi” sebesar 4,52, serta mengalami peningkatan yang signifikan di semua indikator berpikir kritis.

5.2 Keterbatasan Penelitian

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

1. Aplikasi atau situs *liveworksheet* yang digunakan untuk membuat *e-LKPD* pada penelitian ini memiliki keterbatasan, yang mana situs ini tidak dapat merecord jawaban siswa secara permanen, sehingga guru harus segera melakukan *screenshot* untuk merecord jawaban siswa pada setiap proses pembelajaran berbasis proyek.
2. Peneliti yang kurang mengkaji lebih dalam tentang cara pembuatan arang aktif yang benar, sehingga tidak bisa mengarahkan dan memberikan masukan yang baik dan benar kepada siswa.
3. Waktu pelaksanaan pembelajaran berbasis proyek ini tidak sesuai dengan modul ajar yang telah disusun, yang mana pada tahap merencanakan proyek membutuhkan waktu yang lebih lama dari waktu yang telah ditetapkan, sehingga waktu untuk melaksanakan proyek menjadi berkurang.

5.3 Saran

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

1. Peneliti menyarankan kepada guru/calon peneliti lainnya yang ingin mengembangkan *e-LKPD* berbasis proyek lebih lanjut, hendaknya memperhatikan aplikasi atau situs yang digunakan untuk membuat *e-LKPD* yang dapat merecord jawaban siswa secara permanen terutama pada proyek yang membutuhkan waktu lama dalam pengerjaannya.
2. Bagi guru/calon peneliti lainnya hendaknya mengkaji lebih dalam terlebih dahulu tentang prosedur pembuatan produk yang tepat dan benar sebelum menerapkannya ke dalam pembelajaran berbasis proyek.
3. Bagi guru/calon peneliti lainnya hendaknya mempertimbangkan waktu yang akan digunakan untuk mengimplementasikan pembelajaran berbasis proyek dengan baik, terutama pada tahapan merencanakan dan melaksanakan proyek

yang membutuhkan waktu yang lebih lama, sehingga penerapan pembelajaran ini dapat dilaksanakan dengan seefisien mungkin.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, & Munawwaroh, F. (2024). Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Educatio*, 10(1), 155–162.
- Andriyani, E. Y., Ernawati, M. D. W., & Malik, A. (2018). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik Berbasis Proyek pada Materi Termokimia di Kelas XI SMA. *Journal of The Indonesian Society of Integrated Chemistry*, 10(1), 6–11.
- Andriyani, N., Hanafi, Y., Safitri, I. Y. B., & Hartini, S. (2020). Penerapan Model Problem Based Learning Berbantuan LKPD Liveworksheet untuk Meningkatkan Keaktifan Mental Siswa pada Pembelajaran Tematik Kelas VA SD Negeri Nogopuro. *Prosiding Pendidikan Profesi Guru*, 122–130.
- Arda, F., Yogica, R., & Darussyamsu, R. (2021). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Problem Based Learning (PBL) pada Materi Pencemaran Lingkungan. *Prosiding SEMNAS BIO 2021 Universitas Negeri Padang*, 1, 997–1004.
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Bumi Aksara.
- Aslanidis, C. D., Aristotle, H. G., Athanasiadou, S., & Kalfa, V. (2016). Advantages , Disadvantages and the Viability of Project-Based Learning Integration in Engineering Studies Curriculum : The Greek Case. *44th SEFI Conference, September*.
- Assalma, N. E., Rahayu, E. S., & Iswari, R. S. (2013). Pengembangan Lembar Kerja Siswa dengan Pendekatan Pembelajaran Berbasis Proyek (PBP) dan Berwawasan Salingtemas. *Unnes Journal of Biology Education*, 2(1), 1–9.
- Asyhari, A., & Silvia, H. (2016). Pengembangan media pembelajaran berupa buletin dalam bentuk buku saku untuk pembelajaran IPA Terpadu. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 5(1), 1–13.
- Baser, D., Ozden, M. Y., & Karaarslan, H. (2017). Collaborative project-based learning : an integrative science and technological education project. *Research in Science & Technological Education*, 5143, 131–148.
- Bell, S. (2010). Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future. *Taylor & Francis Group*, 83(2), 39–43.

- Bilgin, I., Karakuyu, Y., & Ay, Y. (2015). The effects of project based learning on undergraduate students' achievement and self-efficacy beliefs towards science teaching. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(3), 469–477. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2014.1015a>
- Budiasih, Y., Abdurrahman, Lengkana, D., Hasnunidah, N., & Aini, N. R. (2022). Studi Pendahuluan: Pengembangan E-LKPD dalam Upaya Pemahaman Keterampilan Berpikir Kreatif pada Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam. *Al-Jahiz: Journal of Biology Education Research*, 3(2).
- Chen, X. M. (2021). Integration of Creative Thinking and Critical Thinking to Improve Geoscience Education. *The Geography Teacher*, 18(1), 19–23.
- Cohen, J. (1998). *Statistical power analysis for the behavioral science (2nd ed)*. Erlbaum.
- Colley, K. (2008). Project-Based Science Instruction: A Primer. *Science Teacher*, 75(8), 23–28.
- Cort, C., Nussbaum, M., Harcha, J., Alvares, D., & Felipe, L. (2021). Promoting critical thinking in an online, project-based course. *Computers in Human Behavior*, 119(February). <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106705>
- Danial, M., & Sanusi, W. (2020). Penyusunan Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) berbasis investigasi bagi guru Sekolah Dasar Negeri Parangtambung II Kota Makassar. *Prosiding Seminar Nasional Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 615–619.
- Dewey, J. (1997). *Experience & Education*. Simon & Schuster.
- Dewi, M. R. (2023). Kelebihan dan Kekurangan Project-based Learning untuk Penguatan Profil Pelajar Pancasila Kurikulum Merdeka. *Jurnal Inovasi Kurikulum*, 19(2), 213–226.
- Dewi, R., Azhari, & Nofriadi, I. (2020). Aktivasi Karbon dari Kulit Pinang dengan Menggunakan Aktivator Kimia KOH. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 9(2), 12–22.
- Diawati, C., Liliyasi, Setiabudi, A., & Buchari. (2017). Students' Construction of a Simple Steam Distillation Apparatus and Development of Creative Thinking Skills: A Project-Based Learning. *MSCEIS 2016*, 1–6. <https://doi.org/10.1063/1.4983934>
- Diawati, C., Liliyasi, Setiabudi, A., & Buchari. (2018). Using Project-Based Learning To Design, Build, and Test Student Made Photometer by Measuring the Unknown Concentration of Colored Substances. *Journal of Chemical Education*, 95(3), 468–475. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00254>
- Elystia, S., Priyambada, G., Reza, M., Sasmita, A., Andrio, D., & Asmura, J. (2023). Teknologi Pengolahan Air Bersih sebagai Upaya Peningkatan Kesehatan Masyarakat di Desa Bunga Raya, Kabupaten Siak. *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia (JAMSI)*, 3(3), 973–982.

- Ennis, R. H. (2011). *The Nature of Critical Thinking*. University of Illinois. <https://doi.org/10.22329/il.v6i2.2729>
- Facione, P. A. (2015). *Critical Thinking : What It Is and Why It Counts* (Issue December).
- Fadiawati, N., Diawati, C., & Prabowo, G. C. W. (2022). Improving Students' Critical Thinking Skills Using the Inquiry Lesson Model. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Kimia*, 11(2), 130–138. <https://doi.org/10.23960/jppk.v11.i2.2022.14>
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (2012). *How to Design and Evaluate Research in Education 8th Edition*. Mc Graw Hill Higher Education.
- Guo, P., Saab, N., Post, L. S., & Admiraal, W. (2020). A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures. *International Journal of Educational Research*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101586>
- Hafsah, N. R., Rohendi, D., & Purnawan, P. (2016). Penerapan media pembelajaran modul elektronik untuk meningkatkan hasil belajar siswa pada mata pelajaran teknologi mekanik. *Journal of Mechanical Engineering Education*, 3(1), 106–112.
- Hake, R. R. (2002). Relationship of Individual Student Normalized Learning Gains in Mechanics with Gender, High-School Physics, and Pretest Scores on Mathematics and Spatial Visualization. *Submitted to the Physics Education Research Conference (BOISE, ID)*.
- Hariyati, D. P., & Rachmadyanti, P. (2022). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Liveworksheet untuk Siswa Sekolah Dasar Kelas V. *Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar Universitas Negeri Surabaya*, 10(7), 1473–1483.
- Hayati, M. N., Supardi, K. I., & Miswadi, S. S. (2013). Pengembangan Pembelajaran IPA SMK dengan Model Kontekstual Berbasis Proyek untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Keterampilan Proses Sains Siswa. *Jurnal Pendidikan Program Studi IPA FMIPA UNNES Semarang*, 2(1), 53–58.
- Hernández, C. H., Flórez, F. B., Tocora, M. A., & León, D. G. (2018). Problem Based Learning and the Development of Professional Competences : An Experience in the Field of Biomedical Engineering. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 17(3), 104–112.
- Jaya, D. D., & Khair, M. (2020). Pembuatan Karbon Aktif melalui Karbonisasi Batang Kelapa Sawit. *Chemistry Journal of State University of Padang*, 9(1), 7–10.
- Julian, R., Suparman, Djumat, I., Taib, B., Ermawati, Sahidun, N., Wibowo, A. P., Sanjaya, F. I., & Sancoko, S. D. (2020). The Analysis and Design of Electronic Student Worksheet Based on the Discovery Learning to Improve Critical Thinking Ability. *Universal Journal of Educational Research*, 8(12B), 8022–8033. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.082603>

- Kahar, M. S., Syahputra, R., & Arsyad, R. Bin. (2021). Design of Student Worksheets Oriented to Higher Order Thinking Skills (HOTS) in Physics Learning. *Eurasian Journal of Educational Research*, 96, 14–29. <https://doi.org/10.14689/ejer.2021.96.2>
- Kaslum, L., Aneasari, Zikri, A., Tanjung, Y., Oktavia, Y., A, A., Lismayani, & Arinda. (2019). Kinerja Sistem Filtrasi dalam Menurunkan Kandungan TDS, Fe, dan Organik dalam Pengolahan Air Minum. *Jurnal Kinetika*, 10(1), 46–49.
- Khoerunnisa, N., Badruzzaman, N., & Gani, R. A. (2023). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Berbasis Liveworksheets Pada Subtema Lingkungan Tempat Tinggalku. *DWIJA CENDEKIA: Jurnal Riset Pedagogik*, 7(1).
- Kurniasih, A. W. (2012). Scaffolding sebagai Alternatif Upaya Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Matematika. *JURNAL KREANO*, 3(2).
- Lathifah, M. F., Hidayati, B. N., & Zulandri. (2021a). Efektifitas LKPD Elektronik sebagai Media Pembelajaran pada Masa Pandemi Covid-19 untuk Guru di YPI Bidayatul Hidayah Ampenan. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(2), 0–5. <https://doi.org/10.29303/jpmipi.v4i2.668>
- Lubis, R. A. F., Nasution, H. I., & Zubir, M. (2020). Production of Activated Carbon from Natural Sources for Water Purification. *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology*, 3(2), 67–73.
- Mardhiyah, R. H., Aldriani, S. N. F., Chitta, F., & Zulfikar, M. R. (2021). Pentingnya Keterampilan Belajar di Abad 21 sebagai Tuntutan dalam Pengembangan Sumber Daya Manusia. *Lectura: Jurnal Pendidikan*, 12(1), 29–40. <https://doi.org/10.31849/lectura.v12i1.5813>
- Mareti, J. W., & Hadiyanti, A. H. D. (2021). Model Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar IPA Siswa. *Jurnal Elementaria Edukasia*, 4(1), 31–41. <https://doi.org/10.31949/jee.v6i1.3047>
- Mispa, R., Putra, A. P., & Zaini, M. (2022). Penggunaan E-Lkpd Berbasis Live Worksheet pada Konsep Protista terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Kelas X Sman 7 Banjarmasin. *Jurnal Pendidikan Indonesia (Japendi)*, 3(1), 2134–2145.
- Munandar, H., Yusrizal, & Mustanir. (2015). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berorientasi Nilai Islami pada Materi Hidrolisis Garam. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 3(1), 27–37.
- Nianti, R. E., Haryati, S., & Herdini, H. (2022). Pengembangan E-LKPD Berbasis Connecting, Organizing, Reflecting, Extending Berbantuan Liveworksheets pada Pokok Bahasan Asam Basa. *Jurnal Pendidikan Kimia Universitas Riau*, 7(1), 34–41. <https://doi.org/10.33578/jpk-unri.v7i1.7813>
- Nirmala, R., Wahyuni, S., & Ridlo, Z. R. (2023). Pengembangan E-LKPD Berbasis Liveworksheet untuk Meningkatkan Creative Thinkung Skill Siswa

- SMP pada Materi Pencemaran Lingkungan. *QUANTUM: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 14(2), 266–278.
<https://doi.org/10.20527/quantum.v14i2.16240>
- Novelia, R., Rahimah, D., & Syukur, M. F. (2017). Penerapan Model Mastery Learning Berbantuan Lkpd Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Matematika Peserta Didik Di Kelas Viii.3 Smp Negeri 4 Kota Bengkulu. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Matematika Sekolah (JP2MS)*, 1(1), 20–25.
<https://doi.org/10.33369/jp2ms.1.1.20-25>
- Novia, L., & Putra, A. (2022). Pengujian Aproksimat Karbon Aktif Kulit Nanas (Ananas Comosus L. Merr). *CHEDS: Journal of Chemistry, Education, and Science*, 6(2), 139–145.
- Nurfitriyanti, M. (2016). Model Pembelajaran Project Based Learning terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika. *Jurnal Formatif*, 6(2), 149–160. <https://doi.org/10.30998/formatif.v6i2.950>
- Nurmahudina, S., Distrik, I. W., & Wahyudi, I. (2019). Pengaruh Penggunaan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis ExCluSiVE pada Pembelajaran Alat Optik terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif. *Jurnal Tarbawi: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 15(2), 129–139.
- Octaviana, F., Wahyuni, D., & Supeno. (2022). Pengembangan E-LKPD untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi Siswa SMP pada Pembelajaran IPA. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(2), 2345–2353.
- Olusegun, S. (2015). Constructivism Learning Theory : A Paradigm for Teaching and Learning. *IOSR Journal of Research and Method in Education*, 5(6), 66–70. <https://doi.org/10.9790/7388-05616670>
- Pardjono. (2002). Active Learning: The Dewey, Piaget, Vygotsky, and Constructivist Theory Perspectives. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 9(3).
- Pawestri, E., & Zulfiati, H. M. (2020). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (Lkpd) Untuk Mengakomodasi Keberagaman Siswa Pada Pembelajaran Tematik Kelas Ii Di Sd Muhammadiyah Danunegaran. *TRIHAYU: Jurnal Pendidikan Ke-SD-An*, 6(3).
- Piaget, J. (1952). *The Origins of Intelligence in Children*. International Universities Press, INC.
- Pnevmatikos, D., Christodoulou, P., & Georgiadou, T. (2019). Studies in Higher Education Promoting critical thinking in higher education through the values and knowledge education (V a KE) method. *Studies in Higher Education*, 0(0), 1–10. <https://doi.org/10.1080/03075079.2019.1586340>
- Pramesti, A., Supriadi, A., Zain, M. Z., & Purnaini, R. (2023). Pengolahan Air Sumur Gali Berwarna Dengan Kombinasi Sistem Aerasi, Koagulasi, Dan Filtrasi. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 11(2), 380–386.
- Purnaini, R., Apriani, I., & Saziati, O. (2022). Penerapan Teknologi Tepat Guna Pengolahan Air untuk Perbaikan Kualitas Air Sumur Bor di Kota Pontianak.

- Jurnal Pasopati: Pengabdian Masyarakat Dan Inovasi Pengembangan Teknologi*, 4(2), 97–102.
- Raudhah, S., Hartoyo, A., & Nursangaji, A. (2019). Analisis Berpikir Kritis Siswa dalam Menyelesaikan Soal SPLTV di SMA Negeri 3 Pontianak. *Jurnal UNTAN*, 8(7), 1–8.
- Sailah, I., Mulyaningsih, F., Ismayana, A., Puspaningrum, T., Adnan, A. A., & Indrastri, N. S. (2020). Kinerja Karbon Aktif dari Kulit Singkong dalam Menurunkan Konsentrasi Fosfat pada Air Limbah Laundry. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 30(2), 180–189.
- Salsabila, R., Bahri, A., & Saparuddin. (2023). Pengembangan E-LKPD Berbasis Project Based Learning Materi Pemanasan Global Kelas X SMA. *Prosiding Seminar Nasional Biologi FMIPA UNM*.
- Santos, L. F. (2017). The role of critical thinking in science education. *Journal of Education and Practice*, 8(20), 159–173.
- Schunk, D. H. (2012). *Learning Theories: An Educational Perspective Sixth Edition*. PEARSON.
- Shafira, I. H. (2023). Penggunaan E-LKPD Berbasis Masalah terhadap Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Sistem Ekskresi Kelas XI di SMA Negeri 1 Pangkalpinang. *Jurnal Edukasi Biologi*, 9(1), 1–14.
- Stiggins, R. J. (1997). *Student-Centered Classroom Assesment Second Edition*. College Macmillan Publishing Company.
- Sudjana, N. (2005). *Metode Statistika*. Tarsito.
- Suhartama. (2006). Pemanfaatan Tempurung Kelapa sebagai Bahan Baku Arang Aktif dan Aplikasinya untuk Penjernihan Air Sumur di Desa Belor Kecamatan Ngaringan Kabupaten Grobogan. *Berkala Fisika*, 9(3), 151–156.
- Sumardiana, Hidayat, A., & Parno. (2019). Kemampuan Berpikir Kritis pada Model Project Based Learning disertai STEM Siswa SMA pada Suhu dan Kalor. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 4(7), 874—879.
- Suparno, P. (1997). *Filsafat Konstruktivisme dalam Pendidikan*. Kanisius.
- Suprabawati, A., Holiyah, N. W., & Jasmansyah. (2018). Kulit Singkong (Manohot esculenta Crantz) sebagai Karbon Aktif dengan Berbagai Langkah Pembuatan untuk Adsorpsi Ion Logam Timbal (Pb²⁺) dalam Air. *Jurnal Kartika Kimia*, 1(1), 21–28.
- Syafitri, R. A., & 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. *Atlantis Press*, 485. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.201109.048>
- Tamamy, T. O., Darmayanti, L., & Yenie, E. (2021). Penggunaan Karbon Aktif

- dari Bahan Alam Untuk Menyisihkan Logam Besi (Fe). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau*, 8(2), 1–3.
- Tarisna, M. M., Suma, K., & Wibawa, I. M. C. (2023). Efektifitas E-LKPD Berbasis Project Based Learning pada Muatan Pembelajaran IPA di Kelas V Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Profesi Guru*, 6(2), 276–287.
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974a). *Instructional development for training teachers of exceptional children*. Indiana University.
- Thorndahl, K. L., & Stentoft, D. (2020). Thinking Critically About Critical Thinking and Problem-Based Learning in Higher Education : A Scoping Review. *The Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 14(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.14434/ijpbl.v14i1.28773>
- Velez, G., & Power, S. A. (2020). Teaching Reports Teaching Students How to Think , not What to Think : Pedagogy and Political Psychology. *Journal of Social and Political Psychology*, 8(1), 388–403. <https://doi.org/https://doi.org/10.5964/jspp.v8i1.1284>
- Vidergor, H. E. (2017). Effectiveness of the multidimensional curriculum model in developing higher-order thinking skills in elementary and secondary students. *The Curriculum Journal*.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Process*. Harvard University Press.
- Wahyuni, A. S., Redhana, I. W., & Tika, I. N. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Proyek dengan Strategi Berdiferensiasi terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 13(1), 274–283.
- Wilsa, A. W., Susilowati, S. M. E., & Rahayu, E. S. (2017). Problem Based Learning Berbasis Socio-Scientific Issue untuk Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Komunikasi Siswa. *Journal of Innovative Science Education*, 6(1). <https://doi.org/10.15294/JISE.V6I1.17072>
- Yaqin, R. I., Ziliwu, B. W., Demeianto, B., Siahaan, J. P., Priharanto, Y. E., & Musa, I. (2020). Rancang Bangun Alat Penjernih Air Portable untuk Persediaan Air di Kota Dumai. *Jurnal Teknologi Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 12(2).
- Yaumi, M. (2013). *Prinsip-Prinsip Desain Pembelajaran*. Kencana.
- Yulianti, A., Taslimaha, & Sriatun. (2010). Pembuatan Arang Aktif Tempurung Kelapa Sawit untuk Pemucatan Minyak Goreng Sisa Pakai. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 13(2), 36 – 40.
- Zahroh, F. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Elektrokimia. *Jurnal Phenomenon*, 10(2), 191–203.