

**PENGEMBANGAN *E-LKPD* BERBANTUAN *PhET SIMULATION* BERBASIS
PROBLEM BASED LEARNING PADA MATERI PEMANASAN GLOBAL
UNTUK MENUMBUHKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS
PESERTA DIDIK SMA**

(Skripsi)

Oleh
FITRI NUR HIDAYAH
1813022007



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

PENGEMBANGAN *E-LKPD* BERBANTUAN *PhET SIMULATION* BERBASIS *PROBLEM BASED LEARNING* PADA MATERI PEMANASAN GLOBAL UNTUK MENUMBUHKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK SMA

Oleh

Fitri Nur Hidayah

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *e-LKPD* berbasis PBL pada materi pemanasan global yang valid, praktis dan efektif. *E-LKPD* dikembangkan untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. *E-LKPD* dibuat menggunakan aplikasi *Flip PDF Corporate*. Penelitian ini menggunakan *Design & Development Research (DDR)* yang terdiri dari 4 tahap yaitu *analysis, design, development, dan evaluation*. Hasil validasi produk dilakukan oleh ahli mendapat skor rata-rata 3,43 dengan kategori sangat valid. *E-LKPD* berbasis PBL berbantuan *PhET simulation* untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis, praktis digunakan sebagai bahan ajar pada topik pemanasan global untuk peserta didik kelas XI semester genap berdasarkan penilaian yang didapat dari uji keterbacaan, uji respon guru, dan uji respon peserta didik dengan persentase sebesar 78%. *E-LKPD* berbasis PBL berbantuan *PhET simulation* untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis efektif digunakan sebagai bahan ajar karena dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik berdasarkan hasil *pretest* dan *posttest*, dengan *N-Gain* 0,22 kategori rendah.

Kata kunci: *E-LKPD*, berpikir Kritis, problem based learning

**PENGEMBANGAN *E-LKPD* BERBANTUAN *PhET SIMULATION* BERBASIS
PROBLEM BASED LEARNING PADA MATERI PEMANASAN GLOBAL
UNTUK MENUMBUHKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS
PESERTA DIDIK SMA**

Oleh

Fitri Nur Hidayah

Skripsi

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

Pada

**Program Studi Pendidikan Fisika
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

Judul Skripsi : **PENGEMBANGAN *E-LKPD* BERBANTUAN *PhET* SIMULATION BERBASIS PROBLEM BASED LEARNING PADA MATERI PEMANASAN GLOBAL UNTUK MENUMBUHKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK SMA**

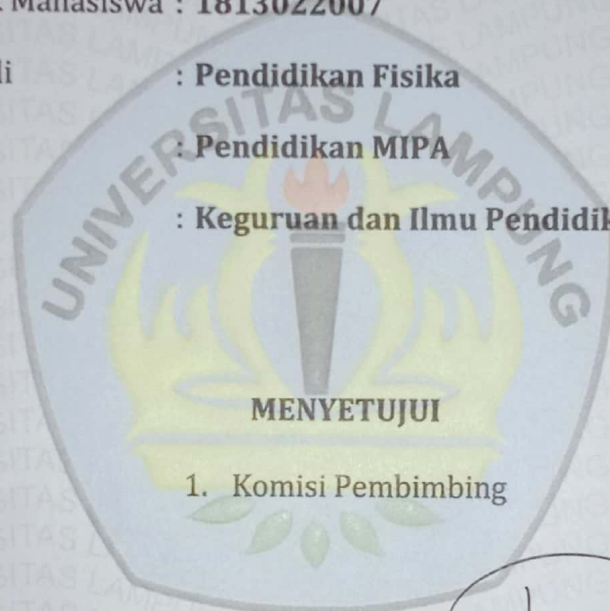
Nama Mahasiswa : **Fitri Nur Hidayah**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1813022007**

Program Studi : **Pendidikan Fisika**

Jurusan : **Pendidikan MIPA**

Fakultas : **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



1. Komisi Pembimbing

Drs. I Dewa Putu Nyeneng, M.Sc.
NIP 19580603 198303 1 002

Dimas Permadi, S.Pd., M.Pd.
NIP 19901216 201903 1 017

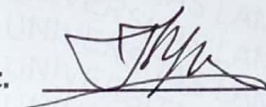
2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

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

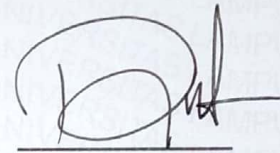
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

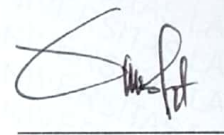
Ketua : **Drs. I Dewa Putu Nyeneng, M.Sc.**



Sekretaris : **Dimas Permadi, S.Pd., M.Pd.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si.**



2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Prof. Dr. Patuan Raja, M.Pd.

NIP 19620804 198905 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **02 Agustus 2022**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini adalah:

Nama : Fitri Nur Hidayah

NPM : 1813022007

Fakultas/ Jurusan : KIP/ Pendidikan MIPA

Alamat : Desa Yukum Jaya RT/RW 46/17, Kecamatan Terbanggi Besar,
Kabupaten Lampung Tengah, Lampung

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

Bandar Lampung, 22 Agustus 2022

Yang Menyatakan,



Fitri Nur Hidayah
NPM 1813022007

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Yukum Jaya 12 Januari 2000, sebagai anak pertama dari pasangan Bapak Soib dan Ibu Wintari. Penulis mengawali Pendidikan formal di TK IT Bustanul Ulum tahun 2006 dan lulus pada tahun 2007. Kemudian penulis melanjutkan Pendidikan dasar di SD Negeri 4 Yukum Jaya pada tahun 2007 dan lulus pada tahun 2012. Tahun 2012 penulis menempuh Pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 1 Terbanggi Besar dan lulus tahun 2015. Penulis melanjutkan pendidikan menengah atas di SMA Negeri 1 Terbanggi Besar pada tahun 2015 dan lulus tahun 2018. Tahun 2018 penulis melanjutkan Pendidikan di Universitas Lampung sebagai mahasiswa program studi pendidikan fisika yang diterima melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah mengikuti kegiatan studi independent *digital leadership through coding* di PT Progate Global Indonesia.

MOTTO

“Man Jadda Wajada”
(Siapa yang bersungguh-sungguh, ia akan berhasil)

“Tak ada hal hebat, yang tercipta dalam sekejap”
(Epictetus)

“Don’t Give Up”
(Fitri Nur Hidayah)

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang selalu memberikan limpahan nikmat dan rahmat-Nya dan semoga shalawat selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Penulis mempersembahkan karya ini sebagai tanda bakti kasih yang mendalam kepada:

1. Kedua orangtua, Ibu Wintari dan Bapak Soib yang telah sepenuh hati membesarkan, mendidik, mendo'akan, dan mendukung segala bentuk perjuangan anaknya. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan rahmat, berkah sehat serta umur Panjang dan memberikan kesempatan saya untuk membahagiakan kedua orangtua saya.
2. Para pendidik yang senantiasa memberikan banyak ilmu yang bermanfaat.
3. Sahabat seperjuangan, Sela Marlina, Deka Luffi Ramayani, Anisya Destryati, Cintya Irvanti, dan Roza Amalia.
4. Teman-teman seperbimbingan SEPATU 2018.
5. Teman-teman seperjuangan Asrama Salsabila, Cici Hardiyanti, Wulan Suci, Novi Handayani, Reza Pina, Ade Rannie, dan Sugiyanti.
6. Seluruh teman-teman Pendidikan Fisika 2018.

SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, karena atas nikmat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Skripsi dengan judul “Pengembangan *E-LKPD* Berbasis *Problem Based Learning* pada Materi Pemanasan Global Untuk Menumbuhkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik SMA” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Fisika di FKIP Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Patuan Raja, M.Pd., selaku Dekan FKIP Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA.
3. Bapak Dr. I Wayan Distrik, M.Si., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika.
4. Bapak Drs. I Dewa Putu Nyeneng, M.Sc., selaku pembimbing Akademik dan Pembimbing I atas kesediaan memberikan bimbingan, arahan dan motivasi yang diberikan selama penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Dimas Permadi, S.Pd., M.Pd., selaku Pembimbing II atas kesediaan dan kesabarannya memberikan dorongan, bimbingan, dan arahan agar selesai menyelesaikan skripsi.
6. Bapak Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si., selaku Pembahas yang selalu memberikan bimbingan dan saran perbaikan skripsi ini.

7. Bapak Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si., Ibu Anggreini, S.Pd., M.Pd., dan Ibu Noviana Siti Nurhayati, S.Pd., selaku validator produk atas kesediaannya dan keikhlasannya memberikan bimbingan, dan saran, kepada penulis.
8. Ibu Noviana Siti Nurhayati, S.Pd., selaku responden pada uji respon guru atas kesediaannya dan keikhlasannya memberikan tanggapan, dan saran, kepada penulis.
9. Bapak dan Ibu dosen Pendidikan Fisika Universitas Lampung yang telah membimbing penulis dalam pembelajaran di Universitas Lampung.
10. Kepada semua pihak yang telah membantu perjuangan terselesaikannya skripsi ini.

Penulis berdoa semoga semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis mendapat pahala dari Allah SWT dan semoga skripsi ini bermanfaat.

Bandar Lampung, 22 Agustus 2022

Penulis,



Fitri Nur Hidayah

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kajian Teori	9
2.1.1 Bahan Ajar Elektronik	9
2.1.2 Lembar Kerja Peserta Didik	11
2.1.3 <i>PhET Simulation</i>	15
2.1.4 Problem Based Learning.....	17
2.1.5 Keterampilan Berpikir Kritis	22
2.1.6 Pemanasan Global.....	24
2.2 Penelitian yang Relevan.....	27
2.3 Kerangka Pemikiran.....	30
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Desain Penelitian Pengembangan	34
3.2 Prosedur Pengembangan	34

3.3 Instrumen Penelitian	41
3.4 Teknik Pengumpulan Data.....	43
3.5 Teknik Analisis Data.....	45
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Penelitian	50
4.2 Pembahasan.....	63
V. SIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Simpulan	74
5.2 Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN.....	83

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Sintaks Pembelajaran Berbasis Masalah	20
2. Indikator dan Sub Indikator Keterampilan Berpikir Kritis.....	23
3. <i>Storyboard E-LKPD</i> berbasis PBL.....	38
4. Skala <i>Likert</i> pada Lembar Validasi <i>E-LKPD</i>	42
5. Skala <i>Likert</i> pada Angket Uji Kepraktisan <i>E-LKPD</i>	43
6. Teknik Pengumpulan Data	43
7. Konversi Skor Uji Validasi.....	45
8. Konversi Skor Uji Kepraktisan.....	46
9. Konversi Skor Uji <i>N-Gain</i>	48
10. Interpretasi <i>Effect Size</i>	49
11. Hasil Uji Media dan Desain	51
12. Hasil Uji Materi dan Konstruk	52
13. Rangkuman Saran Perbaikan dari Validator	52
14. Hasil Analisis Uji Keterbacaan	55
15. Hasil Analisis Uji Respon Peserta Didik.....	57
16. Hasil Respon Guru	59
17. Hasil Uji Distribusi Normal	60
18. Hasil Uji <i>Paired Sample T Test</i>	61
19. <i>N-Gain</i> Per Indikator	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>PhET Simulation the greenhouse effect</i>	16
2. <i>PhET Simulation Glass Layers</i>	16
3. Komposisi Penyebab Pemanasan Global	24
4. Pelepasan CO ₂ di Atmosfer	25
5. Skema Pemanasan Global	26
6. Kerangka Pemikiran	30
7. Diagram Alur Penelitian Pengembangan	35
8. Kerangka Isi <i>E-LKPD</i>	37
9. Tampilan <i>E-LKPD</i> Berbasis PBL	50
10. Perbaikan <i>E-LKPD</i> 1	53
11. Perbaikan <i>E-LKPD</i> 2	54
12. Contoh Jawaban Peserta Didik dalam <i>E-LKPD</i> Indikator Penjelasan Sederhana	67
13. Pembelajaran Menggunakan <i>PhET Simulation</i>	69
14. Contoh Jawaban Peserta Didik Pada Indikator Memberikan Penjelasan Lebih Lanjut dan Membuat Kesimpulan	70
15. Contoh Jawaban Peserta Didik dalam <i>E-LKPD</i> Pada Indikator Mengatur Strategi dan Taktik	71

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pendidikan pada abad 21 ini sedang berada pada masa pengetahuan (*knowledge age*) dengan peningkatan pengetahuan yang luar biasa. Hal ini ditandai dengan berbagai macam kemajuan teknologi yang sudah mulai diterapkan untuk menopang pembelajaran yang lebih efisien. Pembelajaran pada abad ke- 21 ini menerapkan beberapa keterampilan diantaranya kreativitas, berpikir kritis, kerja sama, kemampuan memecahkan masalah, keterampilan komunikasi, kemasyarakatan, dan keterampilan karakter. Oleh karena itu keterampilan abad 21 harus dikuasai oleh peserta didik agar dapat mengambil peran dalam dunia pendidikan, sehingga nantinya di masa depan dapat bekerja dan bertahan dengan menggunakan keterampilan untuk hidup (*life skills*).

National Education Association (2002), membentuk kerangka kerja pembelajaran abad 21 yang dibagi menjadi 18 macam keterampilan dengan dikelompokkan menjadi 4 keterampilan utama yaitu (1) *Key Subjects and 21st Century Themes* (Subjek kunci dan tema abad 21); (2) *Learning and Innovation Skills* (keterampilan pembelajaran dan inovasi); (3) *Information, Media, and Technology Skills* (keterampilan informasi, media, dan teknologi); (4) *Life and Career Skills* (keterampilan hidup dan karir). Salah satu keterampilan yang perlu dikuasai peserta didik dan berkaitan dengan pendidikan adalah *Learning and Innovation Skills* (keterampilan pembelajaran dan inovasi), dikenal dengan *Four Cs* yaitu *critical thinking*

(berpikir kritis), *communication* (komunikasi), *collaboration* (kolaborasi), and *creativity* (kreatifitas). Pembelajaran saat ini dengan menyesuaikan keadaan pada kurikulum 2013 lebih menekankan kepada suatu permasalahan yang ada sehingga peserta didik dilatih untuk belajar menyelesaikan permasalahan, dengan adanya masalah maka peserta didik akan belajar lebih mendalam dan berpikir luas. Keterampilan berpikir tersebut berkaitan dengan *Learning and Innovation Skills* yang salah satunya ialah berpikir kritis.

Teknologi informasi dan komunikasi saat ini memegang peranan krusial dalam dunia pendidikan di seluruh dunia. Integrasi teknologi terbaik dalam pendidikan yaitu teknologi dapat digunakan serta diintegrasikan ke dalam proses belajar mengajar untuk meningkatkan pembelajaran peserta didik yang bermakna (Keengwe and Georgina, 2012). Metode pembelajaran secara online atau *e-learning* telah menggeser pembelajaran secara konvensional pada era revolusi industri 4.0 dimana IoT (*Internet of Things*) memegang peranan krusial dalam segala hal. Dunia pendidikan wajib mengikuti perkembangan tersebut banyak manfaat yang didapatkan diantaranya ialah pembelajaran tidak terkendala oleh ruang dan waktu, bisa dilakukan dimana saja serta kapan saja (Pangondian *et al.*, 2019). *E-learning* sudah menjadi sangat populer di kalangan peserta didik di seluruh dunia khususnya, ketika *lockdown* karena pandemi COVID-19 (Radha *et al.*, 2020). Dengan demikian, Teknologi informasi dan komunikasi dapat digunakan untuk membantu proses pembelajaran di sekolah agar guru lebih mudah dalam memberikan serta menjelaskan materi pelajaran di sekolah.

Salah satu materi pembelajaran kurikulum 2013 di SMA/ MA kelas XI semester II yaitu Pemanasan global. Menurut Gautier *et. al* (2006) peserta didik masih kebingungan untuk membedakan fenomena penipisan lapisan ozon dengan *global warming*. Peserta didik hanya sekedar tahu tetapi tidak dapat menjelaskan secara detail bagaimana dampak pemanasan global terhadap lingkungan. Masih banyak peserta didik yang tidak percaya bahwa pemanasan global dan perubahan iklim dapat memberikan dampak yang besar bagi kehidupan manusia. *These students conceptions about the impact of*

global warming and climate change on humans is also similar to previous findings, where many students do not believe that global warming and climate change will have a major impact on people or society (Shepardson et al., 2011).

Pembelajaran tentang materi pemanasan global seharusnya tidak dianggap remeh hanya karena materi tersebut tidak mengandung persamaan-persamaan matematis, karena penetapan materi ini dimasukkan ke dalam kurikulum 2013 artinya untuk menanamkan kesadaran pada diri generasi muda dalam menghadapi isu-isu lingkungan serta menumbuhkan jiwa kreatif untuk menciptakan inovasi penganggulangan dampak pemanasan global (Tami *et al.*, 2016). Kompetensi dasar dalam kurikulum 2013 tak hanya menuntut peserta didik untuk mengetahui tentang pemanasan global namun juga untuk menganalisa perihal penyebab, dampak serta solusi dari pemanasan global. Sebagaimana dicantumkan oleh Pemerintah RI melalui Kementerian Pendidikan serta Kebudayaan (2012) dalam penerbitan kurikulum 2013 yang menyatakan menganalisis gejala pemanasan global, efek rumah kaca, serta perubahan iklim dan dampaknya bagi kehidupan serta lingkungan dan menyajikan ide/gagasan pemecahan masalah gejala pemanasan global serta dampaknya bagi kehidupan dan lingkungan menjadi kompetensi dasar yang wajib dicapai peserta didik.

Untuk mencapai kompetensi dasar kurikulum 2013 tersebut maka diperlukan peranan TI guna menciptakan suatu media, bahan ajar yang dapat menunjang pembelajaran di sekolah. Dalam perkembangan teknologi saat ini, sebagian besar peserta didik lebih tertarik pada bahan ajar yang memanfaatkan media lain seperti personal komputer /laptop, bahkan *smartphone* dibandingkan dengan bahan ajar yang berbentuk lembar kerja cetak (Haryanto *et al.*, 2019). E-LKPD menurut Haryanto *et.,al* (2020) bisa menjadi sarana untuk membantu serta memfasilitasi aktivitas belajar mengajar sehingga akan terbentuk interaksi yang efektif antara peserta didik dan pengajar sehingga bisa meningkatkan kegiatan peserta didik dalam menaikkan hasil belajar.

Penelitian pendahuluan yang telah dilakukan oleh peneliti dengan cara menyebarkan angket dan wawancara guru. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru fisika di sekolah, belum tersedianya LKPD berbasis PBL pada materi pemanasan global kemudian, akibat pandemic Covid-19 kegiatan praktikum belum terlaksana hingga saat ini tahun ajaran 2021/2022. Belum terlaksananya kegiatan praktikum, maka peneliti mencoba memberikan solusi alternatif lain dari aktivitas laboratorium secara konvensional, yaitu berupa aktivitas laboratorium virtual menggunakan pemanfaatan teknologi, yaitu berbantuan *PhET Simulation*, dimana *PhET* menekankan hubungan antara fenomena kehidupan nyata dengan ilmu yang mendasari, mendukung pendekatan interaktif dan konstruktivistis, memberikan umpan balik, dan menyediakan tempat kerja. Kelebihan dari simulasi *PhET* yakni dapat melakukan percobaan secara ideal, yang tidak dapat dilakukan dengan menggunakan alat yang sesungguhnya. Dipilihnya simulasi *PhET* ini karena simulasi ini berbasis program java yang memiliki kelebihan yakni *easy java simulation* (ejs) yang dirancang khusus untuk memudahkan tugas para guru dalam membuat simulasi fisika dengan memanfaatkan komputer sesuai dengan bidangnya (Sunni *et al.*, 2014).

Model pembelajaran dalam proses pembelajaran di sekolah berguna untuk membantu memperjelas prosedur yang akan ditempuh dalam melaksanakan kegiatan dapat diidentifikasi secara tepat menurut Joyce dan Weil (1980). Penelitian ini menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning*. Pembelajaran berbasis masalah (PBL) lebih mendorong peserta didik untuk mengembangkan rasa ingin tahunya agar dapat mengeksplorasi pengetahuan yang dimilikinya. Pembelajaran ini juga membuat peserta didik dapat belajar mandiri dari permasalahan yang diberikan. Sehingga dari proses pencarian dan pemecahan masalah itulah dapat mengkonstruksi kemampuan berpikir peserta didik. Hubungan antara pembelajaran PBL dan keterampilan berpikir kritis yakni dengan menggunakan PBL guru dapat melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik, karena ketika peserta didik melakukan proses pencarian pemecahan masalah yang diberikan, peserta didik akan menggunakan pengetahuan awal yang berhubungan dengan indikator berpikir

kritis yaitu memberikan penjelasan sederhana dan membangun keterampilan dasar (Astuti *et al.*, 2018). Dengan demikian, model pembelajaran PBL dinilai dapat mengkonstruksi kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Penelitian pendahuluan yang telah dilakukan oleh peneliti dengan cara menyebar angket dan wawancara guru terkait cara penyampaian materi pemanasan global di sekolah, diperoleh hasil bahwa guru masih menggunakan metode ceramah dalam membelajarkan materi pemanasan global dengan menggunakan bahan ajar yang disediakan oleh pemerintah yaitu buku cetak dan media pembelajaran berupa *power point*. Sehingga keterampilan berpikir kritis peserta didik belum dilatihkan. Belum pernahnya dilakukan kegiatan praktikum pada materi pemanasan global akibat pandemic Covid-19. LKPD pun belum pernah dipakai guru untuk menyampaikan materi tersebut. Berdasarkan angket yang telah disebar kepada 20 peserta didik diperoleh data bahwa 65% peserta didik tidak memakai LKPD materi pemanasan global, 60% peserta didik diajarkan materi pemanasan global oleh guru menggunakan buku cetak, 47,1% peserta didik masih merasa kesulitan dalam memahami materi pemanasan global, 80% peserta didik tertarik jika materi pemanasan global di sekolah diajarkan dengan *e-LKPD* berbantuan *PhET simulation*.

Berdasarkan penelitian pendahuluan yang telah dilakukan, di SMAN 1 Seputih Agung belum tersedia *E-LKPD* berbasis PBL pada materi pemanasan global. Pembelajaran fisika pada materi pemanasan global memerlukan media pendukung *e-LKPD* untuk membantu peserta didik memahami topik pemanasan global dengan mudah serta meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

1.2 Rumusan Masalah

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

- 1.2.1 Bagaimana *e*-LKPD berbasis PBL yang valid untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis peserta didik?
- 1.2.2 Bagaimana kepraktisan *e*-LKPD berbasis PBL untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis peserta didik ?
- 1.2.3 Bagaimana efektivitas penggunaan *e*-LKPD berbasis PBL yang dikembangkan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, tujuan penelitian ini sebagai berikut:

- 1.3.1 Membuat *e*-LKPD berbasis PBL yang valid dan praktis untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis peserta didik.
- 1.3.2 Mendeskripsikan kepraktisan *e*-LKPD berbasis PBL untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis peserta didik.
- 1.3.3 Mendeskripsikan keefektivan penggunaan *e*-LKPD berbasis PBL yang dikembangkan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang diharapkan adalah sebagai berikut:

1.4.1 Teoritis

Hasil penelitian dapat mendukung teori sebelumnya bahwa *E*-LKPD dapat memperjelas penyajian materi agar lebih menarik sehingga pengetahuan akan lebih efektif dan efisien.

1.4.2 Praktis

1 Bagi Peneliti

Sebagai tambahan pengetahuan dalam mengembangkan *E*-LKPD berbasis PBL pada materi pemanasan global.

2 Bagi Guru

Tersedianya media pembelajaran yang menarik sebagai alternatif dalam mempermudah mengajar baik secara tatap muka maupun daring.

3 Bagi Peserta Didik

Sebagai sarana untuk belajar peserta didik sehingga dapat membantu dalam memahami konsep materi sehingga peserta didik lebih termotivasi dalam belajar.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian pengembangan ini dilakukan dengan batasan sebagai berikut:

1.5.1. *E-LKPD* yang dikembangkan sebagai media pembelajaran berupa *e-LKPD* berbantuan *PhET Simulation* berbasis PBL pada pembelajaran fisika peserta didik SMA kelas XI.

1.5.2. *PhET Simulation* yang digunakan pada penelitian ini yaitu *The Greenhouse Effect* dan *Glass Layers*. Melalui simulasi ini peserta didik dapat bereksperimen dengan simulasi atmosfer bumi dimana konsentrasi gas rumah kaca dapat bervariasi. Kemudian peserta didik akan menggunakan hasil dari dua simulasi untuk menggambarkan bagaimana “efek rumah kaca” mempengaruhi suhu di bumi. Peserta didik akan membandingkan tingkat gas rumah kaca dengan periode yang berbeda dalam sejarah bumi dan memeriksa efeknya. Dan peserta didik akan memeriksa berbagai molekul yang membentuk atmosfer dan menentukan mana yang lebih baik dalam menyerap foton.

1.5.3. Model pembelajaran yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Problem Based Learning (PBL)*. Menurut Arends (2012: 70), dengan tahapan yaitu orientasi masalah kepada peserta didik, mengorganisasikan peserta didik, membimbing penyelidikan secara mandiri maupun kelompok, menyajikan hasil karya, menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah.

1.5.4. Materi yang digunakan pada pengembangan *e-LKPD* berbantuan *PhET Simulation* berbasis PBL adalah pemanasan global.

- 1.5.5. E-LKPD dibuat menggunakan aplikasi *Flip PDF Corporate*.
- 1.5.6. Uji validasi produk yang terdiri dari uji media dan desain, serta uji materi dan konstruk yang dilakukan oleh tiga ahli melalui lembar validasi.
- 1.5.7. Uji coba kelompok kecil terdiri dari:
 - 1 Uji keterbacaan dan respon terhadap *E-LKPD* berbasis PBL, diujikan kepada peserta didik kelas XI MIPA 3 SMAN 1 Seputih Agung.
 - 2 Uji respon guru terhadap *e-LKPD* berbasis PBL yang dikembangkan.
- 1.5.8. Uji efektivitas penggunaan *E-LKPD* berbasis PBL terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik yang dilakukan setelah *pretest* dan *posttest* ke peserta didik kelas XI MIPA 3 SMAN 1 Seputih Agung.
- 1.5.9. Keterampilan berpikir kritis yang digunakan diadaptasi milik Ennis dengan pada indikator memberikan penjelasan sederhana, membangun keterampilan dasar, membuat kesimpulan, membuat penjelasan lebih lanjut, strategi dan taktik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Teori

2.1.1 Bahan Ajar Elektronik

Majid (2009:173-175) menjelaskan bahwa bahan ajar adalah seperangkat materi yang disusun secara sistematis yang dapat digunakan oleh peserta didik sehingga tercipta suatu kondisi yang memungkinkan peserta didik belajar dengan baik. Menurut Centre for Competency Based Training (2007) dalam (Prastowo, 2011:16), bahan ajar merupakan segala bentuk bahan yang tertulis maupun tidak tertulis yang digunakan untuk membantu pendidik (guru, dosen, maupun instruktur) dalam melaksanakan proses pembelajaran di kelas. Majid (2009:173-175) membagi bahan ajar menjadi beberapa kategori yaitu, meliputi: 1) bahan cetak (visual) seperti buku, *handout*, *leaflet*, *walchart*, brosur, gambar, maket. 2) bahan dengar (audio) seperti tape recorder, radio, kaset. 3) bahan pandang dengar (audio visual) seperti *video compact disk*, film. 4) bahan ajar interaktif seperti CD interaktif.

Berdasarkan beberapa pengertian tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa bahan ajar adalah segala bentuk bahan materi yang disusun secara khusus dan sistematis, yang mengandung sajian lengkap yang dapat membantu guru ataupun peserta didik dalam terciptanya proses pembelajaran yang lebih efektif.

Bahan ajar elektronik sendiri adalah bahan ajar yang di dalamnya terdapat teks, gambar, audio, audio visual, video atau pun multimedia interaktif lainnya (Sriwahyuni et al., 2019). Pendapat lain mengemukakan bahwa bahan ajar elektronik adalah bahan ajar yang dipublikasikan dalam format digital, berisi tulisan, gambar, yang dapat dibaca melalui perangkat komputer atau perangkat digital lainnya. Bahan ajar elektronik adalah sebuah sarana belajar yang didesain untuk membantu pembelajaran baik di kelas maupun di luar kelas yang ditampilkan dalam format digital sehingga dapat menjadikan pembelajaran lebih bersifat interaktif (Anori *et al.*, 2013).

Berdasarkan beberapa pendapat di atas maka, dapat disimpulkan bahwa bahan ajar elektronik adalah segala bentuk bahan materi yang disusun secara khusus dan sistematis dan dipublikasikan dalam format digital berisi tulisan, gambar yang dapat dibaca melalui perangkat komputer.

Bahan ajar elektronik bisa dibuat menggunakan beberapa *software* seperti *software lecture maker*, *crossword*, *crocodile chemistry*, *lectora insipire* dan *software flipbook*. *Software flipbook* mempunyai beberapa karakteristik dengan keunggulan seperti sanggup menciptakan media interaktif, media pembelajaran, bahan ajar dan sanggup menghasilkan gambar bergerak menurut (Sugianto *et al.*, 2017).

Flipbook online adalah publikasi online interaktif dengan efek membalik halaman, dikonversi dari PDF melalui perangkat lunak *FlippingBook*. *Flipbook* yang dibuat melalui *FlippingBook* juga cocok untuk pendidikan, dan terutama untuk pembelajaran jarak jauh (Makasheva, 2020). *Flipbook* menurut Nurseto (2011) merupakan lembaran-lembaran kertas menyerupai album atau kalender berukuran 21 cm x 28 cm.

Menurut website animasi Teknokids dalam Diena, (2010). *Flipbook* adalah salah satu jenis animasi klasik yang dibuat dari setumpuk kertas menyerupai buku tebal, pada setiap halamannya di gambarkan proses tentang sesuatu yang nantinya proses tersebut terlihat bergerak atau beranimasi. Berdasarkan dari beberapa pendapat di atas maka, *flipbook* merupakan suatu *software* yang dapat digunakan untuk mengkonversi file PDF (*Portable Document Format*) ke halaman bolak-balik publikasi digital.

Flipbook juga memiliki beberapa kelebihan di antaranya yaitu; bisa menyajikan materi pembelajaran pada bentuk kata-istilah, kalimat serta gambar bisa dilengkapi menggunakan warna-warna sehingga lebih menarik perhatian peserta didik, pembuatannya praktis serta harganya murah, simpel dibawa kemana-mana, serta bisa meningkatkan kegiatan belajar peserta didik (Susilana dan Riyana, 2008: 88-89). Kelebihan *flipbook* yang lain ialah membantu meningkatkan penguasaan peserta didik terhadap hal-hal abstrak atau peristiwa yang tidak mampu dihadirkan dalam kelas (Andarini *et al*, 2013).

2.1.2 Lembar Kerja Peserta Didik

Lembar kerja peserta didik ialah lembaran yang berisi tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik. Lembar kerja peserta didik umumnya berupa petunjuk, langkah untuk menyelesaikan suatu tugas, suatu tugas yang diperintahkan dalam lembar kegiatan harus jelas kompetensi dasar yang akan dicapainya (Depdiknas, 2004:18). Trianto (2009:222) mendefinisikan bahwa lembar kerja peserta didik merupakan panduan peserta didik yang dipergunakan untuk melakukan aktivitas penyelidikan serta pemecahan masalah. Menurut pendapat Putri (2019) “Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) ialah bahan ajar cetak yang berisikan panduan dapat

digunakan peserta didik untuk mengembangkan kemampuan mereka“. Lembar kerja peserta didik (LKPD) menurut Batong & Wilujeng (2018) adalah salah satu alat belajar yang mendukung proses belajar mengajar yang efektif. Pengembangan bahan ajar (seperti LKPD) harus merujuk pada pedoman dengan memenuhi standar isi, dikembangkan melalui proses analisis kebutuhan, dan pengembangan harus dimulai dengan silabus dan RPP.

Berdasarkan beberapa pengertian diatas maka, penulis menyimpulkan bahwa LKPD ialah lembar kerja yang berisikan panduan sebagai fasilitator peserta didik yang di dalamnya terdapat lembaran-lembaran berisikan materi, petunjuk dan ringkasan yang dikerjakan oleh peserta didik sehingga dapat mempermudah dalam kegiatan pembelajaran.

Lembar Kerja Peserta Didik dapat membantu peserta didik memahami konsep pembelajaran. Lembar Kerja Peserta Didik merupakan salah satu bahan ajar. Adapun menurut Trianto dalam Prastowo (2014: 142) , beberapa karakteristik bahan ajar adalah ; 1) menstimulasi siswa agar aktif, 2) menciptakan suasana pembelajaran yang menyenangkan (*joyful learning*), 3) menyuguhkan pengetahuan yang holistik, 4) memberikan pengalaman langsung (*direct experiences*) kepada siswa. Hal ini sejalan dengan pendapat (Asyhari *et al.*, 2013) yang mengemukakan bahwa karakteristik Lembar Kerja Peserta Didik meliputi kedekatan tema ajar dengan kehidupan sehari-hari peserta didik. Pendapat tersebut mengatakan bahwa karakteristik Lembar Kerja Peserta Didik berkaitan dengan tema pembelajaran dan kehidupan sehari-hari peserta didik dan tetap mengacu pada kompetensi yang akan dicapai.

Berdasarkan pendapat tersebut, dapat dinyatakan bahwa karakteristik Lembar Kerja Peserta Didik yang termasuk ke dalam bahan ajar adalah dapat mengaktifkan siswa dalam pembelajaran, menyajikan

materi dan tampilan yang menarik, dan dapat memberikan pengalaman belajar secara langsung kepada siswa.

Adapun manfaat penyusunan dari LKPD yaitu untuk mengembangkan keterlibatan peserta didik atau kegiatan peserta didik dalam proses pembelajaran, mengubah kondisi belajar dari teacher centered menjadi student centered, membantu guru untuk mengarahkan peserta didik dalam menemukan konsep fisika yang sesuai. Prastowo (2011:206) menyatakan bahwa kegunaan LKPD untuk kegiatan pembelajaran yaitu guru mendapat kesempatan untuk memancing peserta didik agar terlibat secara aktif pada materi yang dibahas.

Penyusunan LKPD perlu memperhatikan langkah-langkah yang harus dilakukan. menurut Syarif dan Poppy (2009:36) langkah-langkah penyusunan LKPD yaitu mengkaji materi yang akan dipelajari peserta didik yaitu dari kompetensi dasar, indikator hasil belajar, dan sistematika keilmuan, mengidentifikasi jenis keterampilan proses yang akan dikembangkan pada saat mempelajari materi tersebut, menentukan bentuk LKPD yang sinkron dengan materi yang akan diajarkan, merancang kegiatan yang akan ditampilkan pada LKPD sesuai dengan keterampilan proses yang dikembangkan, membarui rancangan menjadi LKPD dengan tata letak yang menarik, simpel dibaca dan digunakan, menguji coba LKPD apakah sudah bisa digunakan peserta didik untuk melihat kekurangan-kekurangannya , merevisi kembali LKPD.

LKPD berbasis PBL digunakan agar dapat mengaktifkan dan mengkontruksi kemampuan berpikir kritis peserta didik melalui pemberian masalah yang ada dalam kegiatan LKPD tersebut. Serta dengan menggunakan LKPD berbasis Problem Based Learning (PBL) dapat mengasah dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik karena dengan LKPD berbasis PBL peserta didik mampu menggunakan kemampuan berfikir kritis, terlibat penuh

dalam mengupayakan proses pembelajaran yang efektif, pembelajaran dalam pemberian masalah yang berhubungan dengan kehidupan nyata dan peserta didik terlibat aktif dalam proses pembelajaran. Dari kegiatan tersebut dapat mengasah kemampuan berpikir kritis peserta didik tersebut. (Astuti *et al.*, 2018).

Suhadi (2007) Penggunaan LKPD dalam kegiatan pembelajaran dapat mendorong siswa untuk mengolah bahan yang pelajari, baik secara individu maupun bersama dengan temannya dalam bentuk diskusi kelompok. LKPD juga dapat memberikan kesempatan penuh kepada peserta didik untuk mengungkapkan kemampuannya dalam keterampilan pengembangan proses berpikir melalui mencari, menebak bahkan menalar.

LKPD dalam bentuk cetak masih belum efektif dan kurang praktis digunakan dalam penggunaannya (Lathifah *et al.*, 2021). Sehingga menurut Herawati *et al.*, (2016) Untuk mengoptimalkannya baik dari segi tampilan maupun kualitas pembelajaran dibutuhkan transformasi yang berbasis konvergensi teknologi informasi dan telekomunikasi (TIK). Dalam transformasi itu LKPD cetak bisa digantikan fungsinya dengan LKPD interaktif agar materi pelajaran bisa lebih hidup, lebih mendalam serta dapat meningkatkan daya inovasi dan menambah kreativitas siswa. LKPD yang interaktif merupakan salah satu alternative yang dapat digunakan untuk menunjang proses pembelajaran yang terdiri dari materi dan latihan soal-soal yang dapat diakses melalui perangkat elektronik seperti *computer* atau HP.

Salah satu bentuk LKPD interaktif yaitu penggunaan LKPD elektronik, dimana LKPD elektronik merupakan lembaran latihan peserta didik yang dikerjakan secara digital dan dilakukan secara sistematis serta berkesinambungan selama jangka waktu tertentu (Ramlawati *et al.*, 2014). LKPD elektronik ini dapat dirancang dan dikreasikan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai dalam proses

pembelajaran serta kreativitas masing-masing guru, dimana nantinya peserta didik dapat mengakses LKPD elektronik ini melalui jaringan internet dengan harapan dapat membantu peserta didik untuk lebih memahami materi yang diberikan oleh guru sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai.

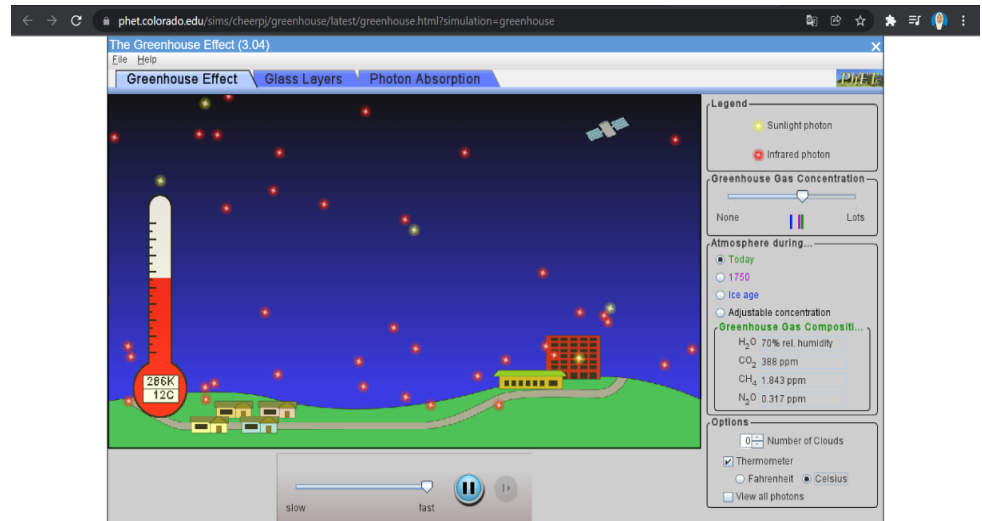
Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa LKPD elektronik dapat digunakan sebagai salah satu media yang dapat digunakan untuk menunjang proses pembelajaran.

2.1.3 *Phet Simulation*

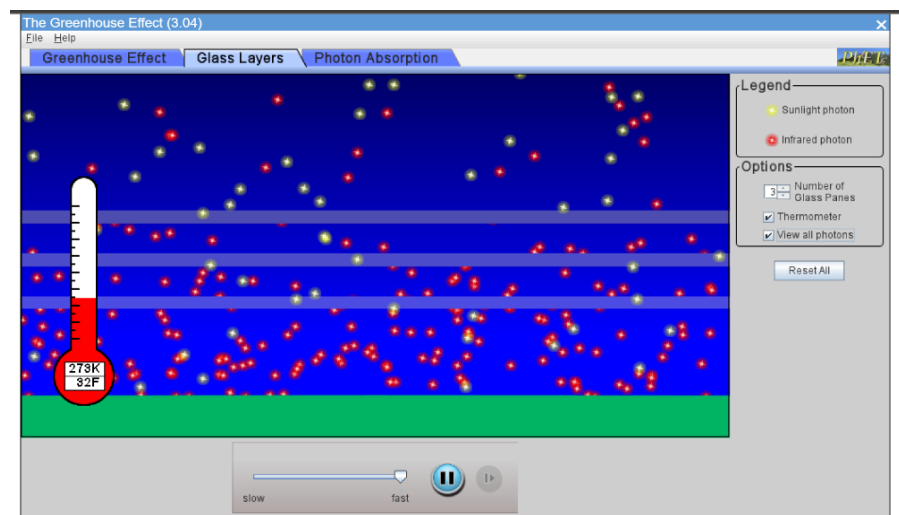
Physics Education Technology (PhET) merupakan simulasi yang dikembangkan oleh *University of Colorado* yang berisi simulasi pembelajaran fisika, biologi, dan kimia untuk kepentingan pembelajaran di kelas atau belajar individu. Simulasi *PhET* menekankan pada korelasi antara fenomena kehidupan nyata dengan ilmu yang mendasari, mendukung pembelajaran menggunakan pendekatan interaktif dan konstruktivis, memberikan umpan balik, serta menyediakan tempat kerja yang kreatif (Finkelstein, 2006). Simulasi *PhET* ini dirancang dalam bentuk Java atau Flash sehingga dapat dijalankan langsung asalkan situs web menggunakan browser web standar. Selain itu, pengguna dapat mengunduh serta menginstal seluruh situs web (saat ini sekitar 60 MB) untuk dipergunakan secara offline. Simulasi *PhET* ini berjalan paling baik di PC (Personal komputer). Media simulasi *PhET* mampu didapatkan secara gratis baik oleh guru atau peserta didik melalui situs <http://phet.colorado.edu/en/get-phet/full-instal> (Perkins *et al.*, 2006).

Media simulasi PhET ini dikembangkan untuk membantu peserta didik untuk memahami konsep-konsep fisika secara visual yaitu menggunakan grafik dinamis yang secara eksplisit dapat menghidupkan contoh visual dan konseptual yang dipergunakan oleh fisikawan ahli (Wieman *et al.*, 2010).

Media simulasi *PhET*, apabila ditinjau berdasarkan kerucut pengalaman Edgar Dale (Dale's Cone of Experience) maka media ini termasuk dalam tingkatan yang paling konkret, dimana peserta didik 90% akan terlibat secara aktif dalam kegiatan belajar mengamati, melakukan percobaan, dan menyimpulkan data yang diperoleh.



Gambar 1 *PhET Simulation the greenhouse effect*



Gambar 2 *PhET Simulation Glass Layers*

PhET simulasi yang digunakan pada penelitian ini adalah *the greenhouse effect* dan *Glass Layers*. Simulasi ini mengeksplorasi bagaimana gas rumah kaca mempengaruhi iklim. Pengguna dapat

memilih tingkat gas rumah kaca atmosfer selama zaman es, pada tahun 1750, hari ini, atau beberapa waktu di masa depan dan melihat bagaimana perubahan suhu bumi. Tingkat empat gas rumah kaca ditampilkan pada simulasi ini yaitu air, karbon dioksida, metana, dan dinitrogen oksida. Pengguna dapat memilih untuk menambahkan tutupan awan ke simulasi untuk mengamati perubahan suhu yang dihasilkan. Dalam simulasi kedua, Efek Rumah Kaca yang disebabkan oleh kaca diilustrasikan.

2.1.4 *Problem Based Learning (PBL)*

PBL adalah model pembelajaran yang menggunakan masalah sebagai fokus untuk mengembangkan keterampilan pemecahan masalah, materi, dan pengaturan-diri (Eggen dan Kauchak, 2012:307). PBL merupakan suatu pembelajaran yang menggunakan pendekatan masalah dunia nyata sebagai suatu konteks bagi peserta didik untuk belajar tentang cara berpikir kritis dan keterampilan pemecahan masalah, serta untuk memperoleh pengetahuan dan konsep yang esensial dari materi pelajaran. PBL merupakan pembelajaran berdasarkan teori kognitif yang didalamnya termasuk teori belajar konstruktivisme. Menurut teori konstruktivisme, keterampilan berpikir dan memecahkan masalah dapat dikembangkan jika peserta didik melakukan sendiri, menemukan, dan memindahkan kekomplekan pengetahuan yang ada.

Walfook (2007:352) mengatakan:

“The goals of problem based learning are to help students develop flexible knowledge that can be applied in many situations, in contrast to inert knowledge. other goals of problem based learning are to enhance intrinsic motivation and skills in problem solving, collaboration, and self directed lifelong learning”.

PBL merupakan salah satu model pembelajaran yang menuntut aktivitas mental siswa untuk memahami suatu konsep pembelajaran melalui situasi dan masalah yang disajikan pada awal pembelajaran dengan tujuan untuk melatih siswa menyelesaikan masalah dengan menggunakan pendekatan pemecahan masalah menurut Ratnaningsih

(2003). Arends (2013: 100), menjelaskan bahwa inti pembelajaran berbasis masalah adalah penyajian situasi permasalahan yang autentik dan bermakna kepada peserta didik yang dapat menjadi landasan untuk melakukan penyelidikan dan inkuiri.

Peserta didik yang diajarkan dengan pembelajaran berbasis masalah dirancang untuk memiliki :

Keterampilan berpikir dan memecahkan masalah PBL mengajarkan untuk berpikir dengan menggunakan proses intelektual dan kognitif yang dimulai dari mengingat sampai pemikiran tingkat tinggi seperti menganalisis, mensintesis, mengkritik, menyimpulkan, dan mengevaluasi.

1) Pemberian contoh orang dewasa

Bertujuan untuk membantu peserta didik berperan dalam situasi nyata dan mempelajari peran penting orang dewasa.

2) Pembelajaran mandiri

PBL membantu peserta didik untuk menjadi pembelajar yang mengatur diri sendiri dan percaya diri akan kemampuan intelektual mereka. Lingkungan pembelajaran menekankan peran pembelajaran dengan berorientasi inkuiri dan kebebasan berpikir. (Arends, 2013: 101).

Setiap model pembelajaran memiliki karakteristik. Karakteristik pembelajaran berbasis masalah dijabarkan oleh Torp dan Sage (2002) dalam Jeffrey R. Utecht (2003: 7) adalah:

- 1) Mengajak peserta didik sebagai pemegang situasi permasalahan.
- 2) Mengorganisasi kurikulum yang diberikan permasalahan secara holistik, memungkinkan peserta didik belajar relevan dan berhubungan.
- 3) Membentuk lingkungan pembelajaran dengan guru bertindak sebagai pendamping dan memandu peserta didik berinkuiri dan memfasilitasi pemahaman lebih dalam.

Selain itu terdapat fitur-fitur khusus dari PBL menurut Arends (2013: 101) yaitu:

- 1) Pertanyaan atau masalah pendorong
PBL menyusun pengajaran berdasarkan pertanyaan atau masalah yang secara sosial penting dan secara personal bermakna bagi peserta didik.
- 2) Fokus antar disiplin
PBL pada umumnya berpusat pada pelajaran tertentu (matematika, sains, sejarah), tapi juga dapat antar disiplin ilmu seperti biologi, ekonomi, sosiologi, turisme, dan pemerintahan.
- 3) Penyelidikan autentik
PBL menuntut peserta didik melakukan penyelidikan autentik untuk mencari solusi. Penyelidikan itu harus menganalisis dan mendefinisikan masalah, mengembangkan hipotesis dan membuat prediksi, mengumpulkan dan menganalisis informasi, melakukan eksperimen (apabila sesuai), membuat kesimpulan, dan merangkum.
- 4) Produksi artefak dan benda pajang
Peserta didik membuat produk dalam bentuk artefak dan benda pajang yang menjelaskan solusi mereka. Produk dapat berupa debat, laporan, model fisik, video, program komputer, atau situs web buatan peserta didik.
- 5) Kolaborasi
Peserta didik melakukan kerja sama dengan kelompok. Bekerja sama dapat memotivasi untuk melakukan tugas berkelanjutan dan tugas kompleks yang dapat meningkatkan kesempatan bagi inkuiri, dialog bersama, dan keterampilan sosial.

Berdasarkan penjelasan yang telah dipaparkan, maka peneliti menyimpulkan bahwa PBL atau pembelajaran berbasis masalah adalah suatu model pembelajaran yang menuntun peserta didik untuk belajar dan bekerja secara kelompok dengan menyajikan

permasalahan autentik dan bermakna yang digunakan dalam melakukan penyelidikan untuk mencari solusi dari suatu permasalahan.

Arends (2012: 70), menjelaskan dalam pelaksanaan pembelajaran berdasarkan masalah melalui tahapan sebagai berikut.

Tabel 1. Sintaks Pembelajaran Berbasis Masalah

Tahap	Perilaku Guru
Tahap 1 Memberikan orientasi tentang permasalahan pada peserta didik	Menjelaskan tujuan pembelajaran, menjelaskan kebutuhankebutuhan yang dibutuhkan. Memotivasi siswa agar terlibat pada kegiatan pemecahan masalah.
Tahap 2 Mengorganisasikan peserta didik untuk meneliti	Membantu peserta didik menentukan dan mengatur tugas belajar yang berkaitan dengan masalah yang di angkat.
Tahap 3 Membimbing penyelidikan peserta didik secara mandiri maupun kelompok	Guru mendorong peserta didik untuk mengumpulkan informasi yang sesuai, mengadakan eksperimen, dan mencari penjelasan dan solusi
Tahap 4 Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Membantu peserta didik dalam merencanakan dan menyiapkan karya yang sesuai, seperti laporan, model dan berbagi tugas dengan temannya untuk menyampaikan kepada orang lain.
Tahap 5 Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan permasalahan	Membantu peserta didik untuk melakukan refleksi dan mengadakan evaluasi terhadap penyelidikan dan proses proses belajar yang mereka lakukan.

Arends (2012: 70)

Kelebihan model pembelajaran PBL menurut Warsono dan Hariyanto (2013) antara lain peserta didik akan terbiasa menghadapi masalah dan merasa tertantang untuk menyelesaikan masalah, tidak hanya terkait dengan pembelajaran dalam kelas, tetapi juga dalam kehidupan sehari-hari, memupuk solidaritas social dengan terbiasa berdiskusi dengan teman-teman sekelompok kemudian berdiskusi dengan teman-teman sekelasnya, makin mengakrabkan pendidik dengan peserta didik, membiasakan peserta didik dalam menerapkan

metode eksperimen. Adapun kelebihan dari model pembelajaran PBL menurut Shoimin (2014) yaitu peserta didik didorong untuk memiliki kemampuan memecahkan masalah dalam situasi nyata, peserta didik memiliki kemampuan membangun pengetahuan sendiri melalui aktivitas belajar, terjadi aktivitas ilmiah pada siswa melalui kerja kelompok, peserta didik terbiasa menggunakan sumber-sumber pengetahuan, peserta didik memiliki kemampuan menilai kemajuan belajarnya sendiri, peserta didik memiliki kemampuan untuk melakukan komunikasi ilmiah dalam kegiatan diskusi atau presentasi hasil pekerjaan mereka, kesulitan belajar peserta didik secara individual dapat diatasi melalui kerja kelompok.

Menurut Sanjaya (2012) terdapat beberapa kelebihan model pembelajaran PBL adalah teknik/cara yang cukup bagus untuk lebih memahami isi pelajaran, dapat menantang kemampuan peserta didik serta memberikan kepuasan untuk menemukan pengetahuan baru bagi peserta didik, dapat meningkatkan aktivitas pembelajaran peserta didik, dapat membantu peserta didik bagaimana mentransfer pengetahuan mereka memahami masalah dalam kehidupan nyata, dapat membantu peserta didik untuk mengembangkan pengetahuannya dan bertanggung jawab dalam pembelajaran yang mereka lakukan.

Berdasarkan beberapa pendapat di atas, maka dapat disimpulkan bahwa kelebihan dari model pembelajaran PBL adalah peserta didik menjadi lebih memahami konsep karena mereka yang menemukan konsep sendiri, peserta didik belajar untuk berpikir tingkat tinggi seperti pemikiran kritis, keterampilan kreatif, dan mandiri, meningkatkan motivasi, belajar bersosial, dan ketertarikan melalui interaksi dengan peserta didik lain.

Kekurangan model pembelajaran PBL menurut Warsono dan Hariyanto (2013) antara lain tidak banyak pendidik yang mampu mengantarkan peserta didik kepada pemecahan masalah, seringkali memerlukan biaya mahal dan waktu yang Panjang, aktivitas peserta didik yang dilaksanakan di luar kelas sulit dipantau oleh pendidik. Kekurangan dari model pembelajaran PBL menurut Shoimin (2014) yaitu PBL tidak diterapkan untuk setiap materi pelajaran, ada bagian guru berperan aktif dalam menyajikan materi. PBL lebih cocok untuk

pembelajaran yang menuntut kemampuan tertentu yang kaitannya dengan pemecahan masalah, dalam suatu kelas yang memiliki tingkat keragaman siswa sehingga kemungkinan akan terjadi kesulitan dalam pembagian tugas. Menurut Sanjaya (2012) model pembelajaran PBL juga memiliki beberapa kekurangan yaitu manakala peserta didik tidak memiliki minat atau tidak mempunyai kepercayaan bahwa masalah yang dipelajari sulit untuk dipecahkan, maka mereka akan merasa enggan untuk mencoba, keberhasilan strategi pembelajaran melalui pemecahan masalah membutuhkan cukup waktu untuk persiapan, tanpa pemahaman mengapa mereka berusaha untuk memecahkan masalah yang sedang dipelajari, maka mereka tidak akan belajar apa yang mereka ingin pelajari.

Berdasarkan uraian tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa kekurangan model pembelajaran PBL adalah guru masih belum mampu untuk menuntun peserta didik terhadap permasalahan dan peserta didik belum terbiasa dalam melaksanakan model pembelajaran ini, kegiatan peserta didik di luar sekolah yang sulit dipantau dan dimungkinkan peserta didik belum memahami apa yang penting dalam belajar.

2.1.5 Keterampilan Berpikir Kritis

Berpikir kritis merupakan sebuah proses sistematis, terarah, dan jelas yang digunakan untuk membentuk dan membangun perkembangan kepercayaan dan mengambil tindakan untuk berpendapat dengan cara terorganisasi dalam kegiatan mental seperti memecahkan masalah, mengambil keputusan, membujuk, menganalisis asumsi, dan melakukan penelitian (Johnson, 2002). Berpikir kritis memerlukan pertimbangan yang menurut Joanne Kurfiss (Inch, *et al.*, 2006) adalah sebagai berikut:

“An investigation whose purpose is to explore a situation, phenomenon, question, or problem to arrive at a hypothesis or conclusion about it that integrates all available information and that therefore can be convincingly justified”.

Crenshaw, Hal, dan Sallie (2011) mengemukakan bahwa berpikir kritis dalam psikologi kognitif didefinisikan sebagai proses pemecahan masalah dalam konteks interaksi diri misalnya, bagaimana seseorang merespon situasi dengan

menganalisis fakta-fakta, menghasilkan dan mengorganisasikan ide, membela pendapat, menyusun perbandingan, mengevaluasi argument, dan akhirnya mampu memecahkan masalah.

Berpikir kritis merupakan pusat pemikiran reflektif yang menekankan pengambilan keputusan tentang apa yang harus dipercaya atau apa yang harus dilakukan (Clifford, Boufal dan Kurtz 2004) dan itu adalah proses yang melibatkan keterampilan kognitif dan penyesuaian penilaian diri yang menghasilkan analisis, evaluasi, deduksi, dan induksi (Facione, 1990). Selain itu, Rosyada (2004), Paul dan Elder (2008) mengemukakan bahwa berpikir kritis merupakan keterampilan diri sendiri dalam menghimpun informasi dari berbagai sumber informasi sehingga pemikir dapat meningkatkan kualitasnya.

Berdasarkan beberapa pendapat di atas maka, dapat disimpulkan bahwa berpikir kritis merupakan penyelidikan yang diperlukan untuk mengeksplorasi, fenomena, pertanyaan atau masalah untuk menyusun hipotesis atau kesimpulan dengan memadukan semua informasi yang dapat diyakini kebenarannya.

Tabel 2. Indikator dan Sub Indikator Keterampilan Berpikir Kritis

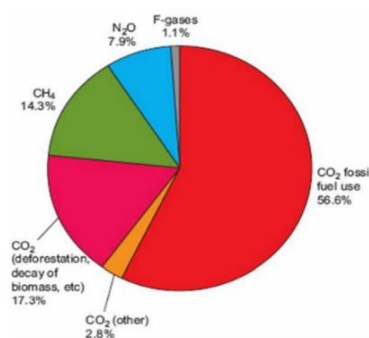
Indikator	Sub Indikator
Memberikan penjelasan sederhana	Menganalisis pernyataan, mengajukan dan menjawab pertanyaan klarifikasi.
Membangun keterampilan dasar	Menilai kredibilitas suatu sumber, meneliti, menilai hasil penelitian.
Membuat inferensi	Menyimpulkan yang terdiri atas mereduksi dan menilai deduksi, menginduksi dan menilai induksi, membuat dan menilai penilaian yang berharga.
Membuat penjelasan lebih lanjut	Mendefinisikan istilah, menilai definisi, mengidentifikasi asumsi.
Mengatur strategi dan teknik	Memutuskan sebuah tindakan, berinteraksi dengan orang lain.

(Ennis, 1996).

2.1.6 Pemanasan Global

Pada saat ini, bumi menghadapi pemanasan tinggi yang disebut dengan pemanasan global. Pemanasan global dapat didefinisikan sebagai naiknya suhu permukaan bumi menjadi lebih panas selama beberapa kurun waktu yang disebabkan karena meningkatnya konsentrasi gas-gas rumah kaca di lapisan atmosfer (Yasuhiro, 2007). Penyebab utama pemanasan ini adalah pembakaran bahan bakar fosil, seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam, yang melepas karbondioksida dan gas-gas lainnya yang dikenal sebagai gas rumah kaca ke atmosfer.

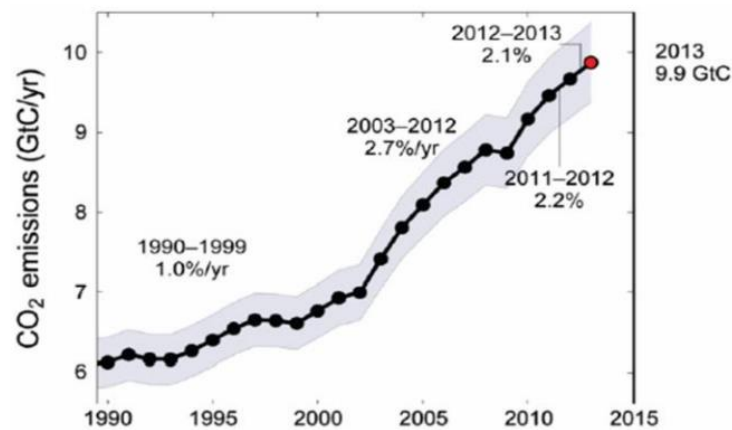
Laporan IPCC (2007) komposisi gas rumah kaca pemanasan global dapat dilihat pada gambar 2.3.



Sumber : IPCC (2007)

Gambar 3. Komposisi Penyebab Pemanasan Global

Gambar 3 memperlihatkan komposisi penyebab pemanasan global yang paling utama berasal dari pembakaran bahan bakar fosil yang menghasilkan gas CO₂. Selain itu, juga berasal dari deforestasi dan pembusukan biomasa. Sebagian besar pelepasan gas rumah kaca tersebut dipicu oleh aktivitas manusia, antara lain dengan semakin meningkatnya pertumbuhan industri dan tingkat konsumsi yang menggunakan bahan bakar fosil, pembakaran hutan dan alih fungsi pertanian (IPCC, 2007), yang diperlihatkan pada gambar 4.

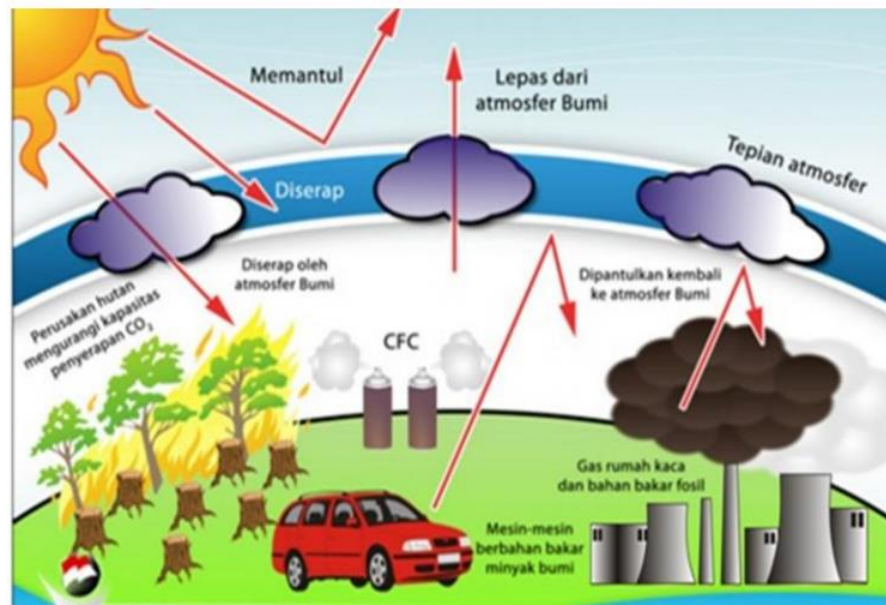


Sumber : Quere dkk. (2013).

Gambar 4. Pelepasan CO₂ di Atmosfer

Gas rumah kaca terdiri atas CO₂ (karbon dioksida), CH₄ (metana), N₂O (dinitroden monoksida), SF₆, dan CFC. Ketika atmosfer semakin banyak mengandung gas-gas rumah kaca, atmosfer semakin menjadi insulator yang menahan lebih banyak panas dari matahari yang dipancarkan ke bumi (Yasuhiro, 2007).

Pemanasan global sudah sejak lama terjadi karena peningkatan lapisan gas yang menyelimuti bumi dan berfungsi sebagai lapisan seperti rumah kaca. Lapisan tersebut menyebabkan terpantulnya kembali sinar panas infra merah A yang datang bersama sinar matahari sehingga panas bumi mencapai 13°C. Semakin besar gas rumah kaca, akan semakin meningkatkan suhu bumi. CO₂ di atmosfer saat ini mencapai 300 ppm dan diperkirakan akan meningkat menjadi 600 ppm pada 2060 akibat berbagai aktivitas alamiah dan diperparah dengan aktivitas manusia (Soerjani *et al.*, 2007). Skema pemanasan global dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 5. Skema Pemanasan Global

Di Indonesia pengaruh pemanasan global telah menyebabkan perubahan iklim, antara lain terlihat dari curah hujan di bawah normal dan meningkatnya curah hujan di sebagian wilayah. Dampak perubahan iklim bagi Indonesia antara lain kenaikan temperatur dan berubahnya musim, naiknya permukaan air laut, dampak perubahan iklim terhadap sektor perikanan, dampak perubahan iklim terhadap sektor kehutanan, dampak perubahan iklim terhadap sektor pertanian, dan dampak perubahan iklim terhadap kesehatan (Mufid, 2007).

Dalam rangka mitigasi pemanasan global, diperlukan pola baru rehabilitasi lingkungan yang aplikatif sehingga mudah untuk dilaksanakan dan memiliki efek langsung pada penurunan suhu bumi. Oleh karena itu, langkah utama mitigasi pemanasan global adalah pengurangan emisi terutama CO₂ (Mufid, 2007).

Ada dua pendekatan utama untuk memperlambat semakin bertambahnya gas rumah kaca. Pertama, mencegah karbon dioksida dilepas ke atmosfer dengan menyimpan gas tersebut atau komponen karbonnya di tempat lain, cara ini disebut carbon sequestration (menghilangkan karbon). Kedua,

mengurangi produksi gas rumah kaca. Cara yang paling mudah untuk menghilangkan karbondioksida di udara adalah dengan menanam dan memelihara pepohonan. Pepohonan dapat menyerap karbondioksida yang sangat banyak, memecahnya melalui fotosintesis, dan menyimpan karbon dalam kayunya (Ahmadi, 2008; Fakuara, 1987).

2.2 Penelitian yang Relevan

1. Penelitian yang dilakukan oleh Fitriyah dan Ghofur mahasiswa Universitas Negeri Surabaya yang berjudul “Pengembangan E-LKPD Berbasis Android dengan Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) untuk Meningkatkan Berpikir Kritis Peserta Didik”. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui peningkatan berpikir kritis peserta didik dengan menggunakan model pembelajaran PBL. Model pengembangan penelitian ini adalah model pengembangan 4D (*Define, Design, Development, Disseminate*). Desain penelitian menggunakan pretest-posttest control group design. Subjek penelitian sebanyak 36 peserta didik di SMA Negeri 1 Bangil. Hasil penelitian yaitu bahwa pada kelas eksperimen dengan penerapan model *problem based learning* mengalami kenaikan, dengan hasil uji gain score bahwa pada kelas eksperimen dalam kriteria sedang. sedangkan pada kelas kontrol juga mengalami kenaikan dalam berpikir kritis, dengan hasil uji gain score dalam kriteria rendah. Hasil respons siswa terhadap penggunaan E-LKPD ini dengan kriteria sangat baik. E-LKPD berbasis android diharapkan dapat mendorong siswa dalam memotivasi semangat dalam belajar.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Kustianingsih dan Muchlis yang berjudul “Pengembangan LKPD Berorientasi *Learning Cycle 7-E* Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Materi Keseimbangan Kimia”. Penelitian ini menggunakan desain *Research and Development*. Kelayakan LKPD ditinjau dari validitas, kepraktisan, dan keefektifan yang ditentukan menggunakan instrument penelitian secara berturut-turut yaitu lembar validitas, lembar angket respon, dan tes hasil belajar. Hasil penelitian menunjukkan LKPD

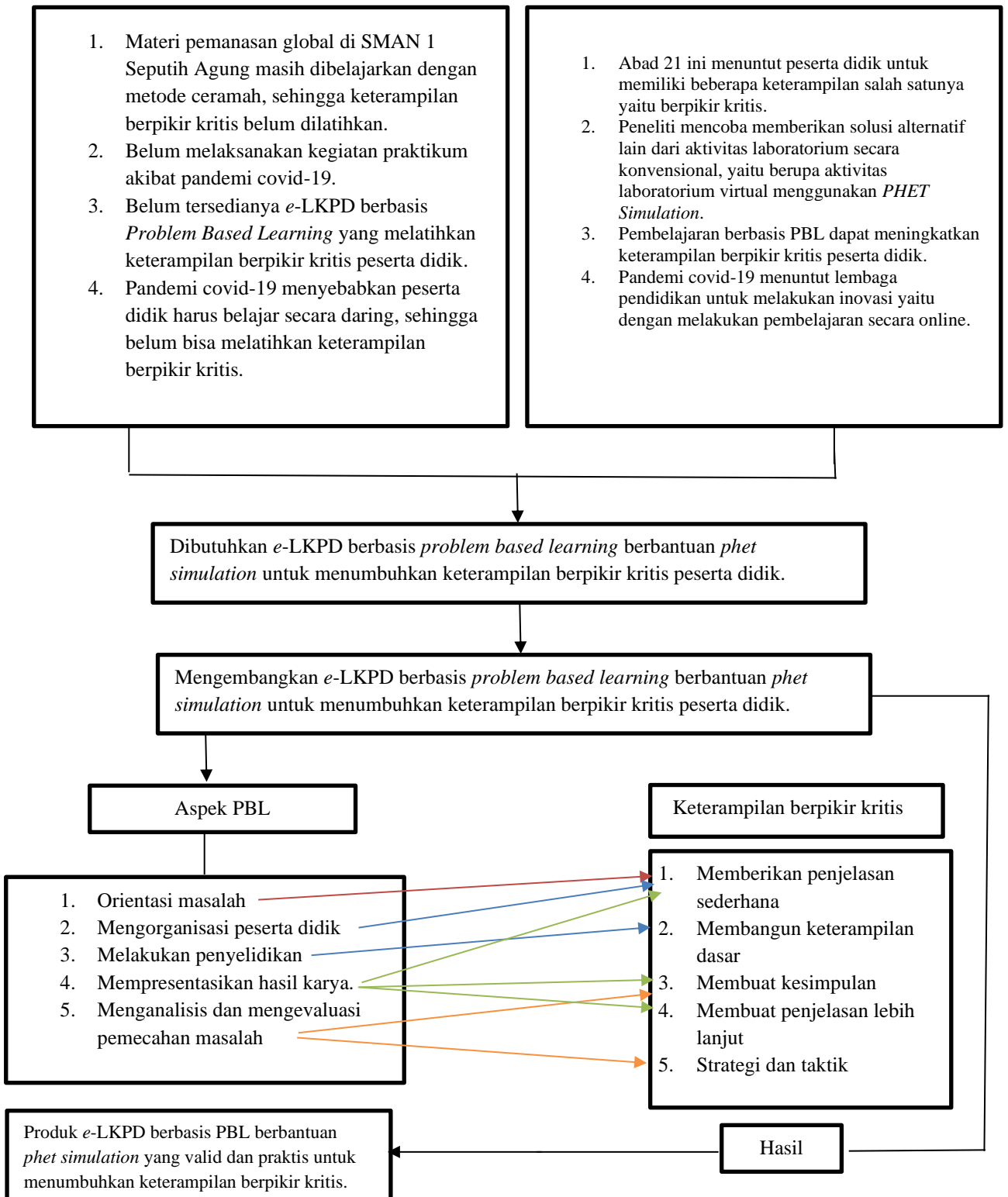
dinyatakan valid berdasarkan kriteria isi, penyajian, kegrafikan. LKPD juga memenuhi syarat kepraktisan berdasarkan lembar respon peserta didik yang memperoleh rata-rata persentase sebesar 92,5% kategori sangat baik. LKPD juga dinyatakan efektif berdasarkan hasil tes pengetahuan dengan *n-gain score* 0,71.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Astuti, Danial, dan Anwar yang berjudul Pengembangan LKPD Berbasis PBL untuk meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Materi Kesetimbangan Kimia. Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada model pengembangan Hannafin & Peck, yang terdiri dari tahapan penilaian kebutuhan (*need assessment*), desain (*design*), dan pengembangan (*develop*) dan implementasi (*implementation*). LKPD PBL dinyatakan sangat valid dengan skor 3,75. Keterampilan berpikir kritis mengalami peningkatan dengan nilai rata-rata *N-Gain* sebesar 0,824 yang termasuk dalam kategori tinggi, dan peserta didik memberikan respon yang positif terhadap LKPD berbasis PBL yang digunakan.
4. Penelitian yang dilakukan oleh Muslem, Hasan, dan Safitri mahasiswa Universitas Syiah Kuala Banda Aceh yang berjudul “Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis *Problem Based Learning* Pada Materi Fluida Statis” Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan tingkat kelayakan LKPD berbasis PBL pada materi fluida statis di MAN 2 Meulaboh. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan dengan jenis ADDIE. Pengumpulan data dilakukan melalui lembar validitas pakar konten, penyajian dan bahasa. Data penelitian yang didapatkan dianalisis secara deskriptif persentase. Hasil uji kelayakan LKPD oleh pakar konten mencapai 84,10%, pakar penyajian mencapai 88,21%, dan pakar bahasa mencapai 89,17%. Berdasarkan hasil analisis data dapat disimpulkan bahwa pengembangan LKPD berbasis PBL layak diterapkan untuk jenjang SMA/MA.
5. Penelitian yang dilakukan oleh Warti dan Hurriyah Staf Pengajar Tadris IPA-Fisika UIN Imam Bonjol Padang yang berjudul

“Pengembangan LKPD Berbasis Problem Based Learning Pada Materi Gelombang Elektromagnetik Untuk Peserta Didik Kelas X SMA/MA”

Tujuan pengembangan ini yaitu menghasilkan produk bahan ajar berbentuk LKPD Berbasis Problem Based Learning pada materi Gelombang Elektromagnetik untuk siswa kelas X SMA yang valid, praktis, dan efektif. Dari hasil penilaian diperoleh nilai validitas untuk kelayakan isi adalah 87.33. Ditinjau dari kesesuaian dengan metode pembelajaran, diperoleh hasil validitas 82.28. Dilihat dari segi kesesuaian dengan syarat didaktis diperoleh hasil validitas 72 dengan kategori valid. Dilihat dari segi kesesuaian dengan syarat konstruksi (kebahasaan) diperoleh hasil validitas 88.8 dengan kategori sangat valid. Sedangkan ditinjau dari segi kesesuaian dengan syarat teknis (kegrafisan) diperoleh nilai 82.66 dengan kategori sangat valid. Dari hasil uji praktikalitas tersebut diiperoleh hasil dengan nilai praktikalitas 86.37 oleh peserta didik dengan kategori sangat praktis dan oleh guru diperoleh hasil 88.23 dengan kategori sangat praktis.

2.3 Kerangka Pemikiran



Gambar 6 Kerangka Pemikiran

Berdasarkan bagan di atas maka dapat dijelaskan bahwa materi pemanasan global di SMAN 1 Seputih Agung masih dibelajarkan dengan metode ceramah, sehingga keterampilan berpikir kritis belum dilatihkan, padahal abad 21 ini menuntut peserta didik untuk memiliki beberapa keterampilan salah satunya yaitu keterampilan berpikir kritis. Di SMA tersebut juga belum melaksanakan kegiatan praktikum akibat pandemic covid-19, oleh karena itu peneliti mencoba untuk memberikan solusi alternatif lain dari aktivitas laboratorium secara konvensional yaitu berupa aktivitas laboratorium virtual menggunakan *Phet Simulation*. Belum tersedianya *e-LKPD* berbasis *Problem Based Learning* yang melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik padahal pembelajaran berbasis PBL dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Pandemi covid-19 menyebabkan peserta didik harus belajar secara daring, sehingga belum bisa melatih keterampilan berpikir kritis sedangkan pandemi covid-19 menuntut lembaga pendidikan untuk melakukan inovasi yaitu dengan melakukan pembelajaran secara online.

Berdasarkan masalah di atas, maka dibutuhkan *e-LKPD* berbasis *Problem Based Learning* berbantuan *phet simulation* untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Hal tersebut dapat dilakukan dengan mengembangkan *e-LKPD* berbasis *Problem Based Learning* berbantuan *phet simulation* untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Pada aspek PBL yang pertama yaitu orientasi masalah dengan indikator keterampilan berpikir kritis yaitu memberikan penjelasan sederhana adapun kegiatan yang dilakukan yaitu dengan menyajikan beberapa video mengenai dampak atau akibat dari pemanasan global seperti mencairnya es di kutub, kebakaran hutan akibat suhu panas ekstrim, suhu dingin ekstrim, kekeringan dan lain-lain. Kemudian, peserta didik diberikan pertanyaan mengenai dampak dari pemanasan global sehingga peserta didik dapat memberikan penjelasan sederhana mengenai dampak pemanasan global yang telah disajikan di dalam *e-LKPD*.

Aspek PBL yang ke dua yaitu mengorganisasi peserta didik dengan indikator keterampilan berpikir kritis yaitu memberikan penjelasan sederhana. Kegiatan yang dilakukan yaitu membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok

kemudian disajikan beberapa gambar mengenai aktivitas manusia yang dapat menyebabkan terjadinya pemanasan global seperti penggunaan kendaraan berbahan bakar, gas industri pabrik, penggundulan hutan dan lain-lain. Selanjutnya peserta didik akan berdiskusi bersama teman sekelompok untuk mendiskusikan mengenai pertanyaan-pertanyaan yang berhubungan dengan studi kasus yang telah disajikan dan memberikan pendapat mengenai solusi yang bisa ditawarkan untuk mencegah efek rumah kaca sehingga peserta didik dapat memberikan penjelasan sederhana mengenai pertanyaan yang ada di dalam e-LKPD.

Aspek PBL yang ke tiga yaitu melakukan penyelidikan dengan indikator keterampilan berpikir kritis yaitu membangun keterampilan dasar. Kegiatan yang dilakukan yaitu peserta didik melakukan percobaan berbantuan *phet simulation* mengenai *the greenhouse effect*. Pada percobaan pertama peserta didik diminta untuk membandingkan suhu bumi dengan dua keadaan yang berbeda yaitu keadaan atmosphere *during ice age* dan keadaan atmosphere *during today*, kemudian peserta didik diminta untuk membandingkan bagaimana suhu bumi dari kedua keadaan tersebut. Pada percobaan ke dua peserta didik diminta untuk melihat pengaruh awan terhadap *photon infrared* serta bagaimana suhu yang dihasilkan, selanjutnya peserta didik diminta untuk mencatat hasil pengamatan yang telah dilakukan.

Aspek PBL yang ke empat yaitu mempresentasikan hasil karya dengan indikator keterampilan berpikir kritis yaitu memberikan penjelasan sederhana, membuat kesimpulan, dan membuat penjelasan lebih lanjut. Kegiatan yang dilakukan yaitu peserta didik melakukan presentasi secara berkelompok mengenai hasil percobaan yang telah dilakukan serta melakukan sesi tanya jawab apabila ada yang belum dipahami. Aspek PBL yang ke lima yaitu menganalisis dan mengevaluasi pemecahan masalah dengan indikator keterampilan berpikir kritis yaitu membuat kesimpulan dan mengatur strategi dan taktik.

Dengan demikian pembelajaran dengan *e*-LKPD berbasis PBL berbantuan *phet simulation* diduga dapat menumbuhkan keterampilan berpikir kritis peserta didik SMA kelas XI pada materi pemanasan global.

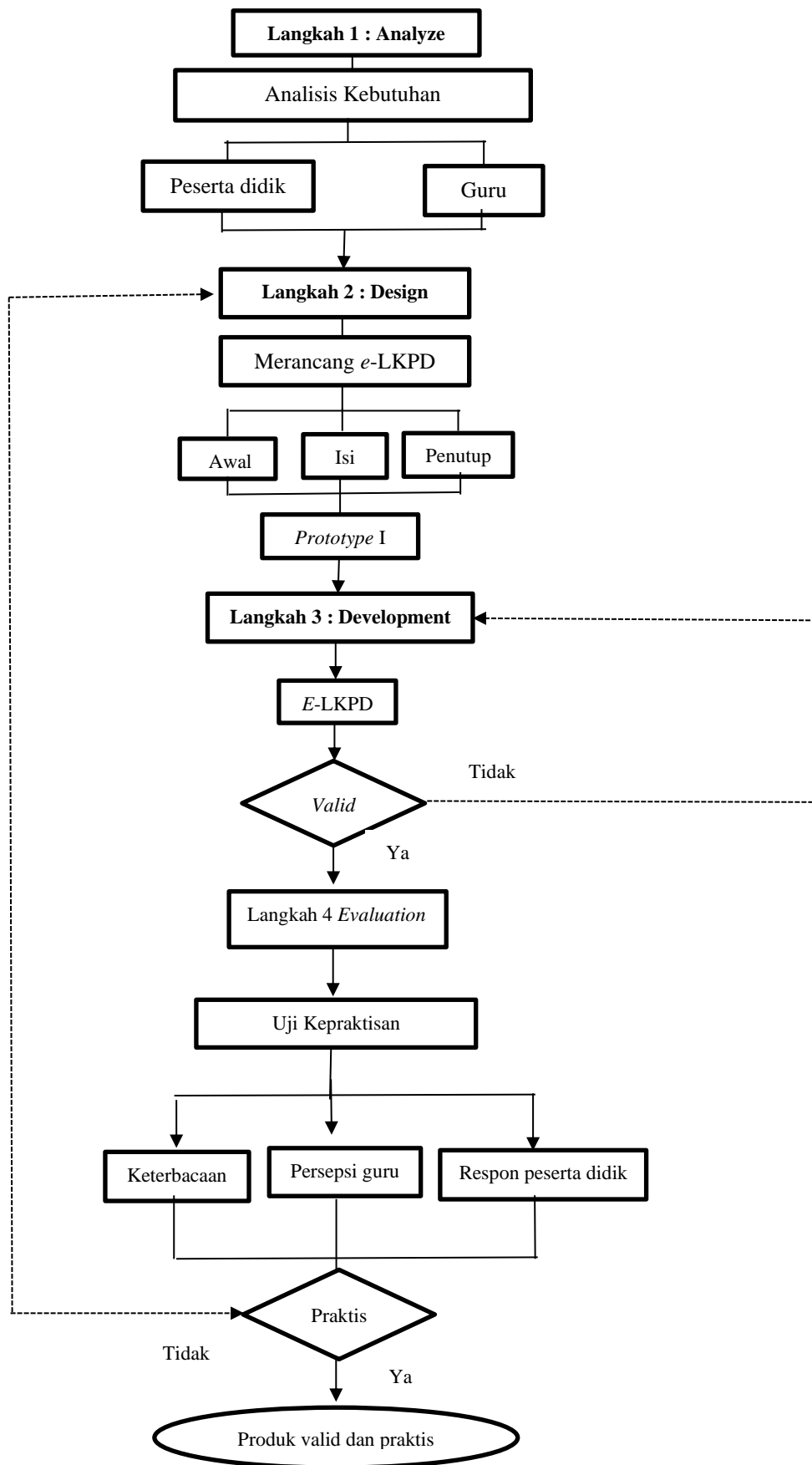
III. METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian Pengembangan

Penelitian ini menggunakan *Design and Development Research* (DDR) yang diadaptasi Richey & Klien (2007). Pengembangan yang dimaksud pada penelitian ini adalah membuat Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis PBL untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis. Penelitian ini terdiri dari 4 tahap, yaitu *analysis, design, development, dan evaluation*.

3.2 Prosedur Pengembangan

Prosedur penelitian pengembangan merupakan langkah-langkah yang dilakukan oleh peneliti untuk membuat suatu produk. Prosedur penelitian yang digunakan oleh peneliti mengadaptasi prosedur penelitian menurut Richey & Klien (2007) yang terdiri dari 4 tahap, yaitu *analysis, design, development, dan evaluation*. Prosedur penelitian dan pengembangan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram Alur Penelitian Pengembangan

1. Tahap Analisis (*Analyze*)

Analisis merupakan tahap pertama dalam penelitian pengembangan. Kegiatan yang dilakukan adalah analisis kebutuhan di SMAN 1 Seputih Agung. Analisis kebutuhan dilakukan dengan wawancara dan pengisian angket kepada peserta didik dan guru kelas XI. Analisis kebutuhan dilakukan untuk mengetahui potensi dan masalah pada sekolah tersebut. Informasi yang diperoleh berdasarkan analisis kebutuhan menjadi dasar peneliti melakukan penelitian.

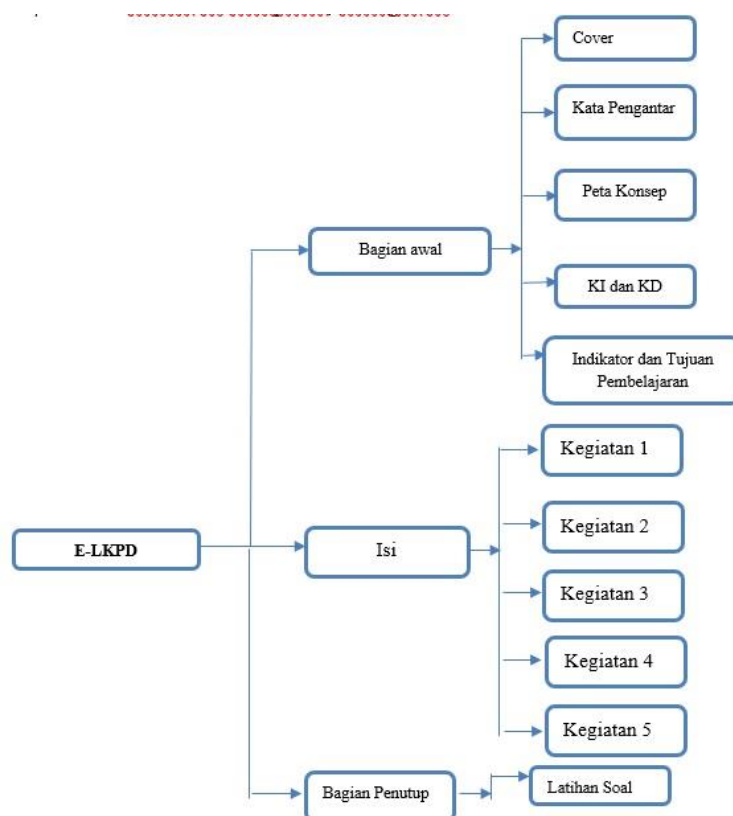
Analisis kebutuhan menggali informasi mengenai model pembelajaran yang digunakan, penggunaan LKPD dalam pembelajaran, keterampilan yang dilatihkan, dan pelaksanaan kegiatan praktikum. Kemudian, data yang diperoleh pada studi pendahuluan ini dianalisis dan dijadikan dasar untuk penelitian yang akan dilakukan.

2. Tahap Desain (*Design*)

Langkah kedua penelitian pengembangan ialah melakukan perancangan kerangka *e*-LKPD. Produk dibuat berdasarkan analisis kebutuhan yang telah dilakukan dan indikator yang ingin dicapai, yaitu *e*-LKPD berbasis PBL untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis. *E*-LKPD yang dikembangkan ini untuk materi pemanasan global kelas XI semester 2. Pada tahap ini dilakukan untuk mendesain Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik (*e*-LKPD) berbasis PBL dengan berbantuan *Phet Simulation*. Berikut ini merupakan kerangka isi *e*-LKPD.

Kegiatan 1 pada *e*-LKPD diisi dengan orientasi masalah yaitu dengan menyajikan beberapa video mengenai dampak atau akibat dari pemanasan global kemudian peserta didik diberikan pertanyaan mengenai dampak dari pemanasan global. Kegiatan 2 yaitu membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok kemudian disajikan beberapa gambar mengenai aktivitas manusia yang dapat menyebabkan terjadinya pemanasan global, kemudian peserta didik akan berdiskusi bersama teman kelompok untuk mendiskusikan mengenai pertanyaan-pertanyaan yang berhubungan

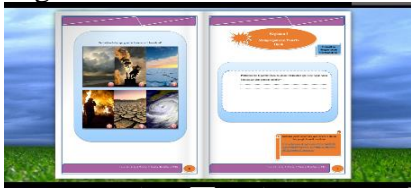
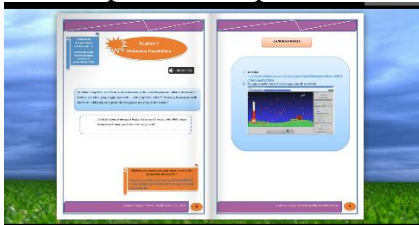
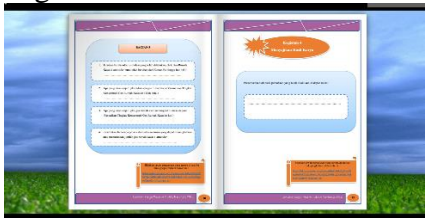
dengan studi kasus yang telah disajikan. Kegiatan 3 yaitu melakukan percobaan berbantuan *PhET Simulation* mengenai *the greenhouse effect*. Kegiatan 4 yaitu melakukan presentasi secara berkelompok mengenai hasil percobaan yang telah dilakukan serta melakukan sesi tanya jawab. Kegiatan 5 yaitu melakukan evaluasi pemecahan masalah dengan membuat kesimpulan.

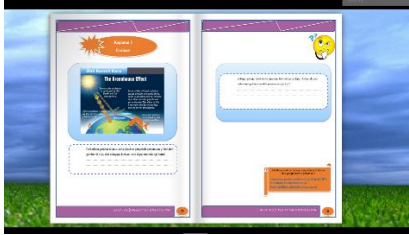


Gambar 8 Kerangka Isi E-LKPD

Tabel 3. Storyboard E-LKPD berbasis PBL

Bagian		Deskripsi
Bagian awal	Sampul	Berisi judul <i>e</i> -LKPD, gambar fenomena pemanasan global, dan identitas penyusun <i>e</i> -LKPD. 
	Kata pengantar	Berisikan rasa syukur penulis kepada Allah SWT. 
	KI, KD, indikator, dan tujuan pembelajaran	Berisikan KI, KD, indikator, dan tujuan pembelajaran yang akan dicapai oleh peserta didik. 
Bagian isi	Kegiatan 1 (Orientasi peserta didik)	Disajikan beberapa video fenomena pemanasan global serta pertanyaan yang mendorong peserta didik untuk memberikan penjelasan sederhana. 
	Kegiatan 2 (Mengorganisasi)	Disajikan beberapa gambar mengenai aktivitas manusia yang dapat 

Bagian	Deskripsi
peserta didik)	<p>menyebabkan pemanasan global, kemudian peserta didik akan berdiskusi bersama teman sekelompok untuk memberikan penjelasan sederhana mengenai pertanyaan yang telah tersaji pada kegiatan 2.</p> 
Kegiatan 3 (Melakukan penyelidikan)	<p>Peserta didik secara berkelompok melakukan praktikum menggunakan <i>PhET Simulation The greenhouse effect dan Glass Layers</i>, kemudian menjawab pertanyaan yang berkaitan dengan percobaan yang telah dilakukan untuk membangun keterampilan dasar peserta didik.</p> 
Kegiatan 4 (Mempresentasikan hasil percobaan)	<p>Peserta didik secara berkelompok mempresentasikan hasil percobaannya di depan kelas, kemudian menjawab pertanyaan pada kegiatan 4 di E-LKPD.</p> 
Kegiatan 5 (Mengevaluasi pemecahan masalah)	<p>Peserta didik secara berkelompok memberikan kesimpulan mengenai hasil percobaan yang telah dilakukan dan menjawab pertanyaan pada kegiatan 5 bagian pertama.</p>

Bagian	Deskripsi
Bagian penutup	Latihan soal
	Peserta didik dorong untuk memberikan pendapat, saran mengenai cara untuk mengatasi dampak pemanasan global.
	

3. Tahap Pengembangan (*Development*)

Tahap *development* (pengembangan) merupakan tahap pengembangan produk sesuai dengan rancangan yang telah dibuat pada tahap *design*.

Tahap *development* yang akan menghasilkan rangkaian *e-LKPD*. Produk yang dikembangkan, divalidasi oleh validator, yang terdiri dari 2 dosen Pendidikan Fisika Universitas Lampung dan 1 guru fisika SMA. Validator melakukan uji validasi produk yang terdiri dari uji materi dan konstruk serta media dan desain produk.

4. Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Apabila sudah dinyatakan *valid* atau sesuai maka dapat dilakukan uji kepraktisan yang terdiri dari keterbacaan, respon guru, dan respon peserta didik. Uji kepraktisan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui respon guru terhadap *e-LKPD* yang telah dikembangkan, dan mengetahui respon peserta didik mengenai hal-hal yang didapat setelah mengerjakan *e-LKPD*.

3.3 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan yaitu lembar wawancara dan angket.

1. Lembar wawancara

Peneliti melakukan wawancara kepada guru fisika mengenai pembelajaran pemanasan global dan ketersediaan media sebagai pendukung pada proses pembelajaran.

2. Angket

Angket yang digunakan dalam penelitian pengembangan ini merupakan analisis kebutuhan berupa daftar pertanyaan yang diberikan kepada responden untuk mendapatkan informasi dari responden mengenai suatu masalah.

3. Lembar Validasi

Lembar validasi ini bertujuan untuk dapat mengetahui tingkat kevalidan *e-LKPD* berbasis PBL sehingga dapat memberikan informasi bahwa *e-LKPD* valid atau tidak digunakan sebagai pendamping guru dalam kegiatan pembelajaran. Lembar validasi ini diberikan kepada beberapa

ahli. Lembar validasi berisi lembar uji ahli media dan desain serta lembar uji ahli materi dan konstruk. Sistem penskoran menggunakan skala *Likert* yang diadaptasi dari Ratumanan & Laurent (2011:131) dengan menggunakan empat buah pilihan yang disajikan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 4. Skala *Likert* pada Lembar Validasi *E-LKPD*

Presentase	Kriteria
Sangat <i>Valid</i>	4
<i>Valid</i>	3
Kurang <i>Valid</i>	2
Tidak <i>Valid</i>	1

4. Angket Uji Kepraktisan

Uji kepraktisan terdiri dari 3 angket, yaitu angket keterbacaan peserta didik terhadap *e-LKPD* berbasis PBL ini berisi beberapa pertanyaan yang wajib diisi oleh peserta didik terkait dengan struktur LKPD, tata letak LKPD, bahasa yang digunakan mudah dipahami atau tidak dan lain-lain dengan skor penilaian 1-4, angket respon guru, dan angket respon peserta didik yang berisi beberapa pertanyaan mengenai peran, kebermanfaatan dari *e-LKPD* yang digunakan. Kepraktisan *e-LKPD* ini maksudnya adalah dilakukan uji kepraktisan berupa uji keterbacaan yang di uji menggunakan lembar observasi pengguna tujuannya untuk mengetahui tingkat pemahaman peserta didik dan daya tarik peserta didik untuk membacanya. Angket keterbacaan juga digunakan untuk mengetahui tingkat kemudahan peserta didik untuk memahami isi dari *e-LKPD*. Angket respon guru digunakan untuk mengetahui respon guru terhadap *e-LKPD* yang telah dikembangkan. Pengisian angket ini juga bertujuan untuk mengetahui tingkat keterlaksanaan produk sehingga nantinya dapat digunakan guru sebagai media pembelajaran. Angket respon peserta didik digunakan untuk mengetahui respon peserta didik setelah mengerjakan *e-LKPD* berbasis PBL berbantuan *Phet Simulation*.

Sistem penskoran menggunakan skala Likert yang diadaptasi Ratumanan & Laurent (2011:131) menjadi 4 pilihan yang disajikan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 5. Skala *Likert* pada Angket Uji Kepraktisan *E-LKPD*

Presentase	Kriteria
Sangat Baik	4
Baik	3
Kurang Baik	2
Tidak Baik	1

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 6. Teknik Pengumpulan Data

Variabel Penelitian	Instrumen yang Digunakan	Subjek yang Dituju	Analisis Data
Validasi <i>E-LKPD</i>	Lembar uji validasi	Dua dosen ahli Pendidikan Fisika Universitas Lampung dan satu guru fisika SMAN 1 Seputih Agung	<ol style="list-style-type: none"> Membuat rekapitulasi hasil penilaian uji kevalidan produk dari validator Menghitung rata-rata hasil penilaian uji kevalidan produk dari validator Menentukan kategori validitas masing-masing aspek yang mengacu pada kategori yang dikemukakan oleh Ratumans&Laurens (2011: 131)
Kepraktisan	<ul style="list-style-type: none"> Angket uji keterbacaan peserta didik menggunakan angket untuk menilai kemudahan peserta didik 	Kelompok kecil peserta didik di SMAN 1 Seputih Agung kelas XI MIPA 3	<ol style="list-style-type: none"> Membuat rekapitulasi hasil penilaian uji keterbacaan produk dari peserta didik Menghitung skor hasil penilaian uji keterbacaan peserta didik

Variabel Penelitian	Instrumen yang Digunakan	Subjek yang Dituju	Analisis Data
	dalam memaknai kalimat, petunjuk penggunaan, dan fungsi fitur pada <i>e-LKPD</i> .		c. Menentukan kategori keterbacaan peserta didik terhadap produk dengan mengadaptasi kategori yang dikemukakan oleh Arikunto (2011: 34)
	<ul style="list-style-type: none"> • Angket uji respon guru 	Memberikan lembar angket kepada guru fisika kelas XI SMAN 1 Seputih Agung	<ul style="list-style-type: none"> a. Menghitung skor hasil penilaian respon guru b. Menentukan kategori respon guru dengan mengadaptasi kategori yang dikemukakan oleh Arikunto (2011: 34)
	<ul style="list-style-type: none"> • Angket respon peserta didik 	Memberikan angket peserta didik yang telah mengerjakan <i>E-LKPD</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Membuat rekapitulasi hasil penilaian uji keterlaksanaan produk dari peserta didik b. Menghitung skor hasil penilaian uji keterlaksanaan produk c. Menentukan kategori respon peserta didik dengan mengadaptasi kategori yang dikemukakan oleh Arikunto (2011: 34)
Efektifitas	<ul style="list-style-type: none"> • Soal <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> 	Peserta didik yang telah mengikuti <i>pretest</i> dan <i>posttest</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Membuat rekapitulasi hasil <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> b. Melakukan uji distribusi data c. Melakukan <i>uji paired</i>

Variabel Penelitian	Instrumen yang Digunakan	Subjek yang Dituju	Analisis Data
			<i>sample T test</i> jika data terdistribusi normal, atau uji Wilcoxon jika data tidak berdistribusi normal d. Melakukan uji e. Menentukan kriteria pengaruh penerapan

3.5 Analisis Data Validasi

1. Data untuk validasi

Data yang digunakan untuk mengetahui validasi produk diperoleh berdasarkan pengisian angket (data kualitatif). Angket yang digunakan berupa angket uji ahli materi dan uji ahli desain. Hasil jawaban pada angket dianalisis menggunakan analisis persentase berdasarkan perhitungan menggunakan persamaan dibawah ini:

$$p = \frac{\text{Rata - rata skor yang didapat}}{\sum \text{Total}}$$

Hasil skor (p) yang diperoleh ditafsirkan sehingga mendapatkan kualitas dari produk yang dikembangkan. Pengkonversian skor mengadaptasi dari Riyani dkk., (2017). Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 7. Konversi Skor Uji Validasi

Interval Skor Hasil Penilaian	Kriteria
$3 \leq \text{skor} < 4$	Sangat Valid
$2 \leq \text{skor} < 3$	Valid
$1 \leq \text{skor} < 2$	Kurang Valid
$0 \leq \text{skor} < 1$	Tidak Valid

Berdasarkan Tabel 2, peneliti memberi standar atau batasan bahwa produk yang dikembangkan dapat dikatakan valid apabila mencapai skor yang peneliti tentukan, yaitu minimal 2,50 dengan kriteria *valid*.

2. Analisis Data Kepraktisan

Data yang digunakan untuk mengetahui kepraktisan produk diperoleh berdasarkan pengisian angket keterbacaan & angket respon oleh peserta didik (data kuantitatif) serta pengisian angket persepsi guru oleh guru fisika SMA. Hasil pengisian angket kepraktisan dianalisis menggunakan persamaan menurut Sudjana (2005) di bawah ini.

$$\%p = \frac{\text{Skor yang didapat}}{\sum \text{Total}} \times 100\%$$

Hasil skor (p) yang diperoleh ditafsirkan sehingga mendapatkan kualitas dari produk yang dikembangkan. Pengkonversian skor mengadaptasi dari Arikunto (2011: 34). Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 8. Konversi Skor Uji Kepraktisan

No.	Persentase	Kriteria
1.	0,00%-20%	Kepraktisan sangat rendah/ tidak praktis
2.	20,1%-40%	Kepraktisan rendah/ kurang praktis
3.	40,1%-60%	Kepraktisan sedang/ cukup praktis
4.	60,1%-80%	Kepraktisan tinggi/ praktis
5.	80,1%-100%	Kepraktisan sangat tinggi/ sangat praktis

Arikunto (2011: 34)

3.6 Data Uji Efektifitas

1. Uji Distribusi Normal

Uji distribusi normal dilakukan untuk menentukan pilihan analisis statistik lebih lanjut, sehingga menjadi prasyarat analisis statistik. Apabila data berdistribusi normal, maka dapat dilakukan analisis statistik parametrik. Namun apabila data tidak berdistribusi normal, digunakan analisis nonparametrik (Suyatna, 2017: 12). Uji distribusi normal dilakukan menggunakan SPSS dengan hipotesis sebagai berikut.

H_0 : data terdistribusi secara normal

H_1 : data tidak terdistribusi secara normal

dengan kriteria uji:

Nilai Sig. atau nilai probabilitas $< 0,05$ maka H_0 ditolak

Nilai Sig. atau nilai probabilitas $> 0,05$ maka H_0 diterima

2. Uji *Paired Sample T Test*

Uji *paired sample T test* adalah uji perbedaan dua rata-rata untuk sampel yang memiliki data berdistribusi normal, yang data keduanya berpasangan karena dimiliki oleh orang yang sama (Suyatna, 2017: 19). Uji *paired sample T test* dilakukan menggunakan SPSS dengan hipotesis sebagai berikut.

H_0 : rata-rata posttest = rata-rata pretest

H_1 : rata-rata posttest $>$ rata-rata pretest

dengan kriteria uji:

Nilai Sig. atau nilai probabilitas $< 0,05$ maka H_0 ditolak

Nilai Sig. atau nilai probabilitas $> 0,05$ maka H_0 diterima

3. Uji *N-Gain*

Uji *N-Gain* adalah uji untuk mengetahui perbandingan peningkatan nilai rata-rata *posttest* dengan nilai rata-rata *pretest*.

Skor uji *N-Gain* didapatkan menggunakan persamaan berikut.

$$\langle g \rangle = \frac{(S_f - S_i)}{(100 - S_i)}$$

Keterangan:

S_f : Rata-rata skor final (*posttest*)

S_i : Rata-rata skor initial (*pretest*)

Skor menunjukkan skor dari *N-Gain* yang didapat. Pengkonversian skor terdapat pada Tabel 9.

Tabel 9. Konversi Skor Uji *N-Gain*

Skor g	Kriteria
$N-gain \geq 0,7$	<i>High</i>
$0,7 > N-gain \geq 0,3$	<i>Medium</i>
$N-gain < 0,3$	<i>Low</i>

(Hake, 1998)

4. Uji *Effect Size*

Uji *effect size* adalah uji untuk mengetahui besarnya pengaruh diterapkannya suatu perlakuan terhadap sampel. Berikut ini merupakan rumus *effect size* menurut Cohen (dalam Santoso, 2020) untuk *single group* atau *one group* sebagai berikut:

$$\delta = \frac{Y_e - Y_c}{S_c}$$

Keterangan:

δ : *Effect size*

Y_e : Nilai rata-rata *pretest*

Y_c : Nilai rata-rata *posttest*

S_c : Standar deviasi

Skor d menunjukkan skor dari effect size yang didapat.
Pengkonversian skor terdapat pada Tabel 10.

Tabel 10. Interpretasi *Effect Size* untuk *single group/one group*

Nilai <i>Effect Size</i> (1)	Interpretasi (2)
0 – 0,20	<i>Weak effect</i> (efek lemah)
0,21 – 0,50	<i>Modest effect</i> (efek sederhana)
0,5 – 1,00	<i>Moderate effect</i> (efek sedang)
>1,00	<i>Strong effect</i> (efek tinggi)

Cohen (dalam Santoso, 2010).

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Adapun kesimpulan berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan sebagai berikut.

- 5.1.1. *E-LKPD* yang valid untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis peserta didik disusun berbasis PBL yang diawali dengan menampilkan video dan fenomena terkait dampak pemanasan global, kemudian dilengkapi juga dengan *PhET simulation* untuk menampilkan simulasi praktikum secara virtual mengenai *the greenhouse effect*. *E-LKPD* berbasis PBL berbantuan *PhET simulation* untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis peserta didik dinyatakan sangat valid dengan skor rata-rata sebesar 3,43.
- 5.1.2. *E-LKPD* berbasis PBL berbantuan *PhET simulation* untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis, praktis digunakan sebagai bahan ajar pada topik pemanasan global untuk peserta didik SMA kelas XI semester genap berdasarkan penilaian yang didapat dari uji keterbacaan, uji respon guru, dan uji respon peserta didik dengan persentase sebesar 78%.
- 5.1.3. *E-LKPD* berbasis PBL berbantuan *PhET simulation* untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kritis efektif digunakan sebagai bahan ajar karena dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik berdasarkan hasil *pretest* dan *posttest*, dengan *N-Gain* 0,22 kategori rendah.

5.2 Saran

Adapun saran berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

- 5.2.1 Pembelajaran dengan menggunakan *E-LKPD* berbasis PBL berbantuan *PhET Simulation* sebaiknya dilaksanakan secara berkelanjutan sebagai pembiasaan bagi peserta didik agar memperoleh hasil yang optimal.
- 5.2.2 Penelitian ini sebaiknya dikembangkan dengan menguji kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional dengan kelas uji eksperimen yang menggunakan *E-LKPD* berbasis PBL berbantuan *PhET simulation* sebagai pembanding hasil peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik.
- 5.2.3. Penelitian berikutnya disarankan agar menggunakan *Platform Flip PDF Corporate* yang berbayar untuk mendapatkan fitur editing yang lengkap, sehingga *e-LKPD* menjadi lebih interaktif.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi, S. 2008. *Penghijauan Kota Secara Konseptual untuk Mengurangi Emisi Karbon*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Andarini, T., Masykuri, M., dan Sudarisman, S. 2013. Pembelajaran Biologi Menggunakan Pendekatan CTL (Contextual Teaching and Learning) Melalui Media Flipchart Dan Video Ditinjau Dari Kemampuan Verbal Dan Gaya Belajar. *Jurnal Bioedukasi*. 6(2): 102-119.
- Anori, S., Putra, A., & Asrizal. 2013. Pengaruh penggunaan buku ajar elektronik dalam model pembelajaran langsung terhadap hasil belajar siswa kelas X SMAN 1 Lubuk Alung. *Pillar of Physics Education*.1: 104 - 111.
- Anugraheni.I. 2018. Meta Analisis Model Pembelajaran Problem Based Learning dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis. *A journal of Language, Literature, Culture, and education POLYGOT*. 14(1): 11-12.
- Arends, R I. 2012. *Learning to Teach ninth edition*. New York : McGraw-Hill.
- Arikunto, S. 2011. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Arsyad, Azhar. 2016. *Media Pembelajaran*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Astuti,S., Danial,M., Anwar,M. 2018. Pengembangan LKPD Berbasis PBL (Problem Based Learning) Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Materi Kesetimbangan Kimia. *Chemistry Education Review (CER)*. 1(2): 90-114.
- Asyhari,A.,Wati,W., Irwandani., Saidah, N.U. 2016. Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik IPA Terpadu Berbasis Inkuiri Terbimbing Terintegrasi Pendidikan Karakter Melalui Four Steps Teaching Material Development. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan* Hal 35-78.

- Batong, J. S. T., & Wilujeng, I. 2018. Developing Web-Students Worksheet Based On Inquiry Training for Increase Science Literacy. *Journal of Physics: Conference Series*, 1097(1).
- Clifford, J. S., Boufal, M. M., dan Kurtz, J. E. 2004. *Personality Traits and Critical Thinking Skills in College Students Empirical Tests of a Two-Factor Theory*. *Assessment*. 11(2): 169-176.
- Crenshaw, P., Hal, E., dan Sallie, L. 2011. Producing Intellectual Labor in the Classroom: The Utilization of a Critical Thinking Model to Help Students Take Command of Their Thinking. *Journal of College Teaching and Learning*. (8): 13.
- Depdiknas. 2004. *Pedoman merancang sumber belajar*. Jakarta: Depdiknas.
- Diena, R dan Heri, S .2010. Penggunaan Media flash flipbook dalam Pembelajaran Teknologi Informasi dan Komunikasi untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa *Jurnal Teknologi Informasi 2010*. Bandung: FPMIPA UPI.
- Eggen, P., dan Kauchak, D. 2012. *Strategies and Models for Teachers: Teaching Content and Thinking Skills* Sixth Edition. United States of America: Pearson Education.
- El-Shaer. Hala,G. 2014.Imfact of Problrm Based Learning Student’s Critical Thingking Disposition, Knowledge Aquisition And Retention. *Jurnal of Education Practice*, 5(14): 47-48.
- Ennis, R. H. 1996. *Critical Thinking*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Facione. 1990. *Critical Thinking: A Statement of Expert Consensus for Purposes of Educational Assessment and Instruction*. California: Santa Clara University. (ERIC Document Reproduction Service).
- Fakuara. 1987. *Mekanisme Reaksi dan Laju Reaksi pada Reaksi Kimia yang Terjadi Di Alam*. Jakarta : PT.Gramedia.
- Finkelstein, N., W. adams, C. Keller, K. Perkins & C. Wieman. 2006. HighTeach Tools for Teaching Physich: the Physics Education Technology Project. *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*, 2(3):110-121.
- Fitriyah, I. M. N., & Ghofur, M. A. 2021. Pengembangan E-LKPD Berbasis Android dengan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Edukatif : Jurnal Ilmu Pendidikan*. 3(5): 1957-1970.

- Gautier, C., K. Deutch, dan S. Rebich. 2006. *Misconceptions about Greenhouse Effect*. California: Jurnal of Geoscience Education.
- Hake, R.R. 1998. Interactive-Engagement vs Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses. *American Journal of Physics*. 441 (679): 1-27.
- Haryanto, A., Ernawati, M., Wiwik, D., Syahri, Wilda., dan Sanova, A. 2019. E-Worksheet Using Kvisoft Flipbook: Science Process Skills And Student Attitudes. *International Journal of Scientific & Technology Research*. 8(12): 1073–1079.
- Haryanto, A., Ernawati, M., Wiwik, D. 2020. E-Worksheet for Science Processing Skills Using Kvisoft Flipbook. *International Journal of Online and Biomedical Engineering (iJOE)*. 16(03): 46–59.
- Herayanti, L., Fuaddunnazmi, M., dan Habibi, H. 2017. Pengembangan perangkat pembelajaran fisika berbasis moodle. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*. 3(2): 197-206.
- Herawati, E. P., Gulo, F., dan Hartono, H. 2016. Pengembangan lembar kerja peserta didik (lkpd) interaktif untuk pembelajaran konsep mol di kelas X SMA. *Jurnal Penelitian Pendidikan Kimia: Kajian Hasil Penelitian Pendidikan Kimia*. 3(2): 168-178.
- Hidayah, A. N., Winingsih, P. H., & Amalia, A. F. 2020. Development Of Physics E-LKPD (Electronic Worksheet) Using 3D Pageflip Based on Problem Based Learning on Balancing And Rotation Dynamics. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika-COMPTON*. 7(2): 36-43.
- Ibrahim, M. & Nur, M. 2000. *Pengajaran Berdasarkan Masalah*. Surabaya:UNESAUniversity Press.
- Inch, E.S, Warnick, B., dan Endres, D. 2006. *Critical Thinking and Communication*. U.S.A: Pearson Education.
- Istiatutik. 2017. Penerapan Metode Problem Based Learning untuk Meningkatkan Hasil Belajar Pelajaran Ekonomi. *Jurnal Pendidikan : Riset Dan Konseptual*. 1(1). 45.
- Johnson, E.B. 2002. *Contextual teaching and learning: What it is and why it's here to stay*. USA: Coewin Press.
- Keengwe, J., dan Georgina, D. 2012. The digital course training workshop for online learning and teaching. *Education and Information Technologies*. 17: 365–379.

- Lathifah, M. F., Hidayati, B. N., dan Zulandri, Z. 2021. Efektifitas LKPD Elektronik sebagai Media Pembelajaran pada Masa Pandemi Covid-19 untuk Guru di YPI Bidayatul Hidayah Ampenan. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*. 4(2): 0–5.
- Lubis, F. M. 2015. *Efek Model Pembelajaran Kooperatif Tipe NHT (Numbered Heads Together) Menggunakan Media Simulasi PhET dan Aktivitas Terhadap Hasil Belajar Siswa* (Doctoral Dissertation, UNIMED).
- Majid, Abdul. 2009. *Perencanaan Pembelajaran Mengembangkan Standar Kompetensi Guru*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Mufid, A. Busyairi. 2007. *Global warming dan Keamanan Pangan Indonesia*, Tempo interaktif. [Online] (http://www.tempointeraktif.com/hg/nasional/2007/05/15/brk,20070515_100042,id.html).
- Makasheva, Olga. 2020. *Flipping Book*. Diakses dari <https://flippingbook.com/blog/flipbooks-for-elearning>.
- Masek, A., Sulaiman, Y. 2011. The Effect Of Problem Based Learning on Critical Thinking Ability: A Theoretical And Empirical. *Journal Asian Social Science*. 2(1): 215-221.
- Muslem, M., Hasan, M., & Safitri, R. 2019. Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Problem Based Learning Pada Materi Fluida Statis. *Edu Sains Jurnal Pendidikan Sains & Matematika*. 7(1): 28-34.
- National Education Association. 2002. *Preparing 21st Century Students for a Global Society: An Educator's Guide to the "Four Cs"*.
- Nurseto, T. 2011. Membuat Media Pembelajaran yang Menarik. *Jurnal Ekonomi dan Pendidikan*. 8(1):19-35.
- Ouahi, B., M., Ait Hou, M., Hassouni, T., & Al Ibrahimi, E. M. 2020. Opinions of moroccan teachers towards the use of PhET simulations in teaching and learning physics - *Chemistry. Colloquium in Information Science and Technology, CIST*, 2020-June, 274–278.
- Pangondian, R.A., Santosa, P.I., dan Nugroho, Eko. 2019. Faktor - Faktor Yang Mempengaruhi Kesuksesan Pembelajaran Daring Dalam Revolusi Industri 4.0. *Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains*, 56–60.
- Paul, R.W. dan Elder, W. 2008. *Critical Thinking: Tools for taking charge of your professional and personal life*. New Jersey : Financial Time prentice hall upper saddle river.

- Perkins, K., Adams, W., Dubson, M., Finkelstein, N., Reid, S. and Wieman, C.. 2006. "PhET: Interactive simulations for Teaching and Learning Physics". *The Physics Teacher* Vol. 44 Januari 2006.
- Putri, E. W. 2019. Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik (Lkpd) Berbasis Scientific Approach Pada Mata Pelajaran Otomatisasi Tata Kelola Kepegawaian Semester Genap Kelas Xi Di Smk Negeri 2 Tuban. *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran*, Universitas Negeri Surabaya. 7(2): 73–80.
- Prastowo, Andi. 2011. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif, Menciptakan Metode Pembelajaran yang Menarik dan Menyenangkan*. Jogjakarta: DIVA Press.
- Prastowo, Andi. 2014. *Pengembangan Bahan Ajar Tematik Tinjauan Teoritis dan Prektik*. Jakarta : Kencana Prenada Media Group.
- Rosyada, D. 2004. *Paradigma Pendidikan Demokratis: sebuah Model Pelibatan Masyarakat dalam Penyelenggaraan Pendidikan*. Jakarta: Prenada Media.
- Radha, R., Mahalakshmi, K., Kumar, Dr.V. Sathish., & Saravanakumar, Dr.AR. 2020. E-Learning during Lockdown of Covid-19 Pandemic: A Global Perspective. *International Journal of Control and Automation*. 13(4): 1088–1099.
- Rahimi, A. & Sajed, M. A. (2014). The Interplay between Critical Pedagogy and Critical Thinking: Theoretical ties and practicalities. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 136, 41-45.
- Ramlawati, L., Martoprawiro, M. A., dan Wulan, A.R. 2014 .*The Effect of Electronic Portfolio Assessment Model to Increase of Student's Generic Science Skills in Practical Inorganic Chemistry*. *J. Educ. L.*, 8(3):179- 186.
- Ratnaningsih , N. 2007. *Mengembangkan Kemampuan Berpikir Matematika Siswa SMU melalui pembelajaran Berbasis Masalah*. Tesis S2 pada SPS UPI Bandung : tidak diterbitkan.
- Ratumanan, T.G. & Laurent, T. 2011. *Penilaian Hasil Belajar pada Tingkat satuan Pendidikan*. (2nd ed.). Surabaya: Unesa University Press.
- Richey, Rita C. and Klein, James D. 2007. *Design and Developoment Research Method, Strategies, and Issues*. London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Riyani, R., Maizora, S., dan Hanifah. 2017. Uji Validitas Pengembangan Tes Untuk Mengukur Kemampuan Pemahaman Relasional Pada Materi

- Persamaan Kuadrat Siswa Kelas VIII SMP. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Matematika Sekolah (JP2MS)*. 1(1): 60-65.
- Santoso, Agung. 2010. Studi Deskriptif Effect Size Penelitian-Penelitian Di Fakultas Psikologi Universitas Sanata Dharma. *Jurnal Penelitian*. 14(1):1-17.
- Safarati, N. 2017. *Efek Model Scientific Inquiry Menggunakan Media PhET dan Kemampuan Berpikir Kritis Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa SMA* (Doctoral Dissertation, UNIMED).
- Susilana, R., Riyana, C. 2008. *Media Pembelajaran*. Bandung: CV Wacana Prima.
- Sudjana. 2005. *Metode Statistik (6th Ed.)*. Bandung: PT. Tarsito.
- Shepardson, D. P., Niyogi, D., Choi, S., dan Charusombat, U. 2011. Students' conceptions about the greenhouse effect, global warming, and climate change. *Climatic Change*, 104(3-4): 481-507.
- Shoimin, A. 2014. *68 Model Pembelajaran INOVATIF dalam Kurikulum 2013*. Yogyakarta: AR-RUZZ MEDIA.
- Soerjani, AY., dan Dedi Fardiaz. 2007. *Lingkungan Hidup, Pendidikan Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Kelangsungan Pembangunan*. Jakarta, Yayasan Institut Pendidikan dan Pengembangan Lingkungan.
- Sriwahyuni, I., Risdianto, E. & Johan, H. 2019. Pengembangan bahan ajar elektronik menggunakan flip pdf professional pada materi alat-alat optik di sma. *Jurnal Kumparan Fisika*. 2 (3): 145-152.
- Sugianto, D., Abdullah, A.G., Elvyanti, S., & Mulyadi, Y. 2017. Modul Virtual: Multimedia Flipbook Dasar Teknik Digital. *Innovation of Vocational Technology Education*. 9(2): 101-116.
- Suhadi . 2007. *Petunjuk Pembelajaran Pembelajaran*. Surakarta : Universitas Muhammadiyah.
- Sunni, M.A., Wartono, dan Diantoro, M. 2014. *Pengaruh Pembelajaran Problem Solving Berbantuan PhET Terhadap Penguasaan Konsep Fisika Dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA*. Malang : Pasca Sarjana MPIPA Universitas Negeri Malang.
- Suyatna, A., 2017. *Uji Statistik Berbantuan SPSS Untuk Penelitian Pendidikan*. Yogyakarta: Media Akademi.

- Susanti, A. E., & Suwu, S. E (2016). Penerapan Pembelajaran Berbasis Masalah untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas IX dalam Pelajaran Ekonomi. *Jurnal POLYGLOT*. 12(1): 66-81.
- Syarif, M., Devi, P. K. 2008. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran*. Jakarta : Erlangga.
- Tami, S., Kolis, F. R., dan Khoirunika, S. 2016. Pembuatan Permainan Ular Tangga Fisika sebagai Media Pembelajaran pada Materi Pemanasan Global untuk Siswa SMP. *Seminar Nasional Pendidikan dan Saintek* . 675-678.
- Torp, S. dan Sage, S. 2002. *Problems as Possibilities: Problem Based Learning for K-16 Education*. Alexandria: ASCD.
- Trianto. (2009). *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif*. Jakarta : Kencana Prenada Media Group.
- Warsono dan Hariyanto. 2012. *Pembelajaran Aktif Teori dan Asesmen*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Warti, Y., & Hurriyah. 2019. Pengembangan LKPD Berbasis Problem Based Learning Pada Materi Gelombang Elektromagnetik Untuk Peserta Didik Kelas X SMA/MA. *Natural Science Journal*. 5(1): 766-774.
- Wieman, C. E., Adams, W. K. & Perkins, K. K. 2010. *Teaching Physics Using PhET Simulation*. *The Physics Teacher*. 48(4): 225-227.
- Yasuhiro. 2007. Which is First Coming Us, Ice Age or Global Warming. *Makalah disampaikan seminar Parallel Events Cop-13/CMP-3UNFCCC oleh Badan Kerjasama Pusat Studi Lingkungan Indonesia*, 5 -6 Desember 2007. Denpasar Bali.
- Yuliandriati, Y., Susilawati, S., & Rozalinda, R. 2019. Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Problem Based Learning Pada Materi Ikatan Kimia Kelas X. *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*. 4(1): 105-120.