

**PENGEMBANGAN *E*-LKPD BERBASIS MULTIPLE REPRESENTASI
PADA MATERI KESETIMBANGAN KIMIA BERORIENTASI
KETERAMPILAN KOMUNIKASI**

(Skripsi)

Oleh

IRMA HELZA DESVIA



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

PENGEMBANGAN *E*-LKPD BERBASIS MULTIPLE REPRESENTASI PADA MATERI KESETIMBANGAN KIMIA BERORIENTASI KETERAMPILAN KOMUNIKASI

Oleh

IRMA HELZA DESVIA

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan *e*-LKPD berbasis multipel representasi pada materi kesetimbangan kimia berorientasi keterampilan komunikasi. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan validitas, tanggapan guru, dan tanggapan siswa terhadap *e*-LKPD hasil pengembangan. Desain penelitian merujuk pada desain penelitian dan pengembangan Borg and Gall yang dilakukan mulai dari tahap pertama yaitu penelitian dan pengumpulan informasi sampai tahap kelima yaitu tahap revisi hasil uji coba. *E*-LKPD yang dikembangkan menggunakan aplikasi *Flip PDF Professional*. Berdasarkan hasil validasi ahli pada aspek kesesuaian isi, konstruksi, dan keterbacaan terhadap *e*-LKPD yang dikembangkan, ketiganya memperoleh kriteria sangat tinggi. Hasil tanggapan guru terhadap aspek kesesuaian isi, konstruksi, dan keterbacaan ketiganya memperoleh kriteria sangat tinggi. Hasil tanggapan siswa terhadap aspek keterbacaan dan kemenarikan keduanya memiliki kriteria sangat tinggi. Berdasarkan hasil penelitian dapat dinyatakan bahwa *e*-LKPD berbasis multipel representasi pada materi kesetimbangan kimia berorientasi keterampilan komunikasi yang dikembangkan valid.

Kata Kunci : *E*-LKPD, Multipel Representasi, Kesetimbangan Kimia,
Keterampilan Komunikasi, *Flip PDF Professional*

**PENGEMBANGAN *E*-LKPD BERBASIS MULTIPLE REPRESENTASI
PADA MATERI KESETIMBANGAN KIMIA BERORIENTASI
KETERAMPILAN KOMUNIKASI**

Oleh

IRMA HELZA DESVIA

Skripsi

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

Pada

**Program Studi Pendidikan Kimia
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : **PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS
MULTIPEL REPRESENTASI PADA MATERI
KESETIMBANGAN KIMIA BERORIENTASI
KETERAMPILAN KOMUNIKASI**

Nama Mahasiswa : **Irma Helza Desvia**

No. Pokok Mahasiswa : **1713023004**

Program studi : **Pendidikan Kimia**

Jurusan : **Pendidikan MIPA**

Fakultas : **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



1. Komisi Pembimbing

Dr. M. Setyarini, M.Si.
NIP 19670511 199103 2 001

Lisa Tania, S.Pd., M.Sc.
NIP 19860728 200812 2 001

2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. M. Setyarini, M.Si.**



Sekretaris : **Lisa Tania, S.Pd., M.Sc.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Prof. Dr. Sunyono, M.Si.**



2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Prof. Dr. Sunyono, M.Si.

NIP 19651230 199111 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 08 Februari 2023

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Irma Helza Desvia
Nomor Pokok Mahasiswa : 1713023004
Program Studi : Pendidikan Kimia
Jurusan : Pendidikan MIPA

Dengan ini saya 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 dan disebutkan dalam daftar pustaka.

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

Bandar Lampung, Februari 2023

Yang menyatakan



Irma Helza Desvia
NPM 1713023004

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, pada tanggal 20 Desember 1999, anak pertama dari dua bersaudara buah hati Bapak M. Irsan dan Ibu Rosmayana. Penulis mengawali pendidikan di Sekolah Dasar Negeri 4 Sukajawa pada tahun 2005, dilanjutkan ke SMP Negeri 7 Bandar Lampung pada tahun 2011 dan SMA Negeri 9 Bandar Lampung pada tahun 2014.

Pada tahun 2017 penulis diterima di Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN (Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri). Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah aktif dalam Himpunan Mahasiswa Pendidikan Eksakta (Himasakta) FKIP Unila, dan pernah aktif dalam Forum Silaturahmi Mahasiswa Pendidikan Kimia (Fosmaki) FKIP Unila. Pengalaman mengajar dan mengabdikan yang pernah diikuti selama perkuliahan yaitu Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) yang terintegrasi dengan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik di MI Swasta Al-Khairiyah Pulau Legundi, Desa Pulau Legundi Kecamatan Punduh Pedada, Kabupaten Pesawaran.

PERSEMBAHAN

Dengan mengucap puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala nikmat serta karunia-Nya yang telah diberikan kepada Penulis. Dengan kerendahan hati kupersembahkan karya kecilku ini untuk:

Bapak, Mama, dan Adikku

Yang tak henti-hentinya mendukung dan mendoakanku setiap hari. Semoga Allah SWT melindungi dan menuntun setiap langkah kalian dan semoga aku bisa membahagiakan kalian.

Terimakasih untuk segalanya.

MOTTO

Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya

(Q.S Al Baqarah :286)

Berpikirlah positif, tidak peduli seberapa keras kehidupanmu

(Ali bin Abi Thalib)

Keputusan terpenting yang aku buat adalah memiliki susasana hati yang baik

(Voltaire)

SANWACANA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi dengan judul “Pengembangan *E-LKPD* Berbasis Multipel Representasi Kimia Pada Materi Kesetimbangan Berorientasi Keterampilan Komunikasi” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Pendidikan di Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Sunyono, M.Si. selaku Dekan FKIP Universitas Lampung dan Pembahas atas masukan dan perbaikan yang telah diberikan;
2. Bapak Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd. selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA;
3. Ibu Lisa Tania, S.Pd., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Kimia dan Pembimbing II atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, saran dan kritik untuk skripsi ini;
4. Ibu Dr. M. Setyarini, M. Si. selaku Pembimbing I atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, saran dan kritik selama proses penulisan skripsi;
5. Bapak Andrian Saputra, S.Pd., M.Sc., selaku Validator atas kritik, masukan dan perbaikan yang telah diberikan;
6. Ibu Gamilla Nuri Utami, S.Pd., M.Pd. selaku Validator atas kritik, masukan dan perbaikan yang telah diberikan;
7. Seluruh dosen Program Studi Pendidikan Kimia dan segenap civitas akademik Jurusan Pendidikan MIPA atas ilmu yang telah diberikan;

8. Sahabat-sahabat seperjuangan Pendidikan Kimia 2017 atas dukungan, doa, dan semangat yang diberikan;
9. Sahabat KKN atas perjuangan kita selama 55 hari mengabdikan di Desa Pulau Legundi;
10. Keluarga besar Desa Pulau Legundi, aparat desa, ibu-ibu PKK, guru dan siswa MI Alkhairiyah Desa Pulau Legundi, khususnya untuk keluarga besar RT 01 yang selalu memberi dukungan dan doa sampai saat ini;
11. Seluruh teman-teman, saudara, dan kerabat lainnya yang telah mendoakan hingga skripsi ini bisa selesai.

Bandar Lampung, Februari 2023
Penulis,

Irma Helza Desvia

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	7
C. Tujuan Penelitian	7
D. Manfaat Penelitian	8
E. Ruang Lingkup Penelitian.....	8
II. TINJAUAN PUSTAKA	11
A. Bahan Ajar	11
B. Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik.....	13
C. <i>Flip PDF Professional</i>	16
D. Media Animasi	17
E. <i>Macromedia Flash</i>	18
F. Multipel Representasi	20
G. Keterampilan Berkomunikasi.....	21
H. Analisis Konsep	23
III. METODE PENELITIAN	25
A. Desain Penelitian.....	25
B. Sumber Data.....	26
C. Teknik Pengumpulan Data	26
D. Prosedur Pelaksanaan Penelitian	27
E. Instrumen Penelitian.....	31
F. Teknik Analisis Data.....	34
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
A. Hasil Penelitian dan Pengumpulan Informasi	39
B. Hasil Perencanaan Produk.....	44
C. Hasil Pengembangan Produk Awal.....	45
D. Hasil Validasi Ahli	57

E. Hasil Uji Coba Lapangan Awal	66
F. Pembahasan.....	68
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	72
A. Simpulan	72
B. Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN	81
1. Analisis KI-KD	82
2. Analisis Konsep	94
3. Persentase Hasil Angket Analisis Kebutuhan Guru.....	100
4. Persentase Hasil Angket Analisis Kebutuhan Siswa	111
5. Persentase Hasil Validasi Kesesuaian Isi Ahli <i>E-LKPD</i> 1.....	121
6. Persentase Hasil Validasi Kesesuaian Isi Ahli <i>E-LKPD</i> 2.....	128
7. Persentase Hasil Validasi Kesesuaian Isi Ahli <i>E-LKPD</i> 3.....	134
8. Persentase Hasil Validasi Kesesuaian Isi Ahli <i>E-LKPD</i> 4.....	139
9. Persentase Hasil Validasi Konstruksi Ahli	144
10. Persentase Hasil Validasi Keterbacaan Ahli	147
11. Persentase Hasil Tanggapan Kesesuaian Isi Guru <i>E-LKPD</i> 1	149
12. Persentase Hasil Tanggapan Kesesuaian Isi Guru <i>E-LKPD</i> 2.....	156
13. Persentase Hasil Tanggapan Kesesuaian Isi Guru <i>E-LKPD</i> 3.....	162
14. Persentase Hasil Tanggapan Kesesuaian Isi Guru <i>E-LKPD</i> 4.....	167
15. Persentase Hasil Tanggapan Konstruksi Guru	172
16. Persentase Hasil Tanggapan Keterbacaan Guru	175
17. Persentase Hasil Tanggapan Keterbacaan Siswa	177
18. Persentase Hasil Tanggapan Kemenarikan Siswa	179
19. Produk <i>E-LKPD</i>	181

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Pedoman penskoran pada angket.....	35
2. Tafsiran persentase angket.....	37
3. Kriteria validasi.....	38
4. Hasil validasi terhadap <i>e</i> -LKPD hasil pengembangan.....	58
5. Hasil tanggapan guru terhadap <i>e</i> -LKPD hasil pengembangan.....	66
6. Hasil tanggapan siswa terhadap <i>e</i> -LKPD hasil pengembangan.....	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Contoh halaman sampul <i>e</i> -LKPD	17
2. Pergeseran Kesetimbangan level representasi submikroskopis.....	19
3. Tiga level representasi yang digunakan dalam kimia.....	21
4. Langkah-langkah penelitian dan pengembangan menurut Borg & Gall (1989).....	25
5. Alur penelitian dan pengembangan <i>e</i> -LKPD berbasis animasi representatif kimia dengan menggunakan <i>macromedia flash</i> pada materi faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia berorientasi pada keterampilan komunikasi.....	27
6. Sumber <i>e</i> -LKPD yang digunakan oleh guru.....	41
7. Jenis media yang digunakan guru dalam <i>e</i> -LKPD untuk merepresentasikan submikroskopik.....	42
8. Penggunaan animasi representasi submikroskopis pada <i>e</i> -LKPD	43
9. <i>E</i> -LKPD berorientasi keterampilan komunikasi oleh siswa.....	43
10. Kebutuhan diadakannya pengembangan <i>e</i> -LKPD berbasis animasi representatif submikroskopik pada materi faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia berorientasi pada keterampilan komunikasi responden siswa.....	44
11. <i>Cover</i> depan <i>e</i> -LKPD.....	46
12. Petunjuk Umum <i>e</i> -LKPD.....	47
13. <i>Cover e</i> -LKPD (a) 1 (b) 2	48
14. <i>Cover e</i> -LKPD (a) 3 (b) 4	49
15. Contoh tahap mengamati.....	50
16. Contoh tahap menanya.....	51
17. Contoh tahap mengumpulkan data.....	52

18.	Contoh tahap mengasosiasi.....	55
19.	Contoh tahap mengkomunikasikan.....	56
20.	<i>Cover</i> Belakang.....	57
21.	Wacana sebelum direvisi	58
22.	Wacana setelah direvisi.....	59
23.	Animasi Submikroskopis pada penambahan aquades pada larutan FeSCN sebelum revisi.....	59
24.	Animasi Submikroskopis pada penambahan aquades pada larutan FeSCN sesudah revisi.....	60
25.	Animasi makroskopis pada pengaruh tekanan dan volume sebelum revisi.....	60
26.	Animasi makroskopis pada pengaruh tekanan dan volume sesudah revisi.....	61
27.	Gambar pada cover (a) sebelum (b) setelah direvisi.....	61
28.	Petunjuk umum (a) sebelum (b) sesudah revisi.....	62
29.	Istilah Qc dan Kc (a) sebelum (b) sesudah ditambahkan.....	63
30.	Sumber video pengaruh suhu (a) sebelum (b) sesudah direvisi.....	64
31.	Ukuran huruf nama penulis pada cover (a) sebelum (b) setelah direvisi	65

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada abad 21 banyak aspek-aspek kehidupan yang mengalami perubahan mendasar dibandingkan dengan abad sebelumnya, di antaranya pekerjaan, hidup bermasyarakat, dan aktualisasi diri (Wijaya *et al.*, 2016). Keterampilan abad 21 yang diperlukan adalah setiap orang menguasai 4C yang merupakan sarana untuk mencapai kesuksesan dalam kehidupan di masyarakat pada abad 21 ini. Keterampilan 4C yang dimaksud adalah keterampilan *Communication, Collaboration, Critical thinking and Problem Solving*, dan *Creativity and Innovation* (Arnyana, 2018). Salah satu keterampilan abad 21 yaitu keterampilan komunikasi, yang merupakan keterampilan atau kemampuan siswa untuk mengkomunikasikan pengetahuan ilmiah hasil temuan dan kajiannya kepada berbagai kelompok sasaran untuk berbagai tujuan (Samatowa, 2011). Indikator keterampilan komunikasi siswa antara lain, menyampaikan dan mengklarifikasi gagasan dengan tulisan, membuat catatan hasil observasi, dan menyampaikan informasi dalam bentuk grafik, chart, atau tabel (Samatowa, 2011). Keterampilan ini dapat dilatihkan di semua lembaga pendidikan dengan memberikan tantangan untuk menyampaikan gagasan kepada orang lain, salah satunya yaitu melalui pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA).

IPA hakikatnya merupakan suatu produk, proses, dan aplikasi (Trianto, 2010). Ilmu kimia termasuk dalam rumpun IPA, ada dua hal yang berkaitan dengan kimia yang tidak terpisahkan, yaitu kimia sebagai produk dan kimia sebagai proses. Kimia sebagai produk yaitu pengetahuan kimia yang berupa fakta konsep, prinsip, hukum, dan teori temuan ilmuwan. Kimia sebagai proses yaitu

kerja ilmiah. Pembelajaran kimia dan penilaian hasil belajar kimia harus memperhatikan karakteristik ilmu kimia sebagai proses dan produk (Depdiknas, 2003). Efektivitas pengajaran kimia tergantung pada kemampuan guru untuk mengkomunikasikan dan menjelaskan konsep kimia yang pada umumnya memiliki karakteristik yang abstrak (Treagust *et al.*, 2003). Perlu adanya suatu upaya untuk membuat materi kimia yang abstrak tersebut agar menjadi lebih konkret melalui berbagai representasi.

Konsep representasi adalah salah satu pondasi praktik ilmiah, karena para ahli menggunakan representasi sebagai cara utama berkomunikasi dan memecahkan masalah (Sunyono, 2015). Representasi dibedakan menjadi ke dalam tiga tingkatan. Tingkat makroskopis, (sub) mikroskopis, dan simbolik (Johnstone 1982). Ketiga tingkatan tersebut saling berhubungan, dalam pembelajaran dengan multipel representasi dapat membangun pengetahuan prosedural dan konseptual, bila dalam pembelajaran dilakukan visualisasi yang menarik untuk konsep-konsep pada level (sub) mikroskopik, dan ada prosedur dalam mentransformasi dari level makroskopik ke simbolik dan/atau ke (sub) mikroskopik atau sebaliknya (Sunyono, 2015). Beberapa peneliti telah melaporkan keberhasilannya menggunakan multipel representasi dalam proses pembelajaran kimia (Farida *et al.*, 2011). Namun seringkali pembelajaran tidak berjalan dengan lancar seperti yang diharapkan untuk itu diperlukan suatu bahan ajar yang dapat membantu guru dan siswa dalam proses pembelajaran, salah satunya lembar kerja peserta didik (LKPD) (Aminudin *et al.*, 2015).

Selama ini LKPD dikenal sebagai sumber bahan ajar cetak berupa lembar-lembar kertas yang berisi materi, ringkasan dan petunjuk-petunjuk pelaksanaan tugas pembelajaran yang harus dikerjakan oleh peserta didik (Prastowo, 2014). Pada perkembangannya LKPD dapat disajikan dalam bentuk elektronik yang dapat dilihat dan dikerjakan oleh siswa melalui gawai atau komputer, pada *e*-LKPD bukan hanya menyajikan materi, tetapi dilengkapi juga dengan video dan gambar-gambar menarik yang dapat meningkatkan atau menguatkan pemahaman peserta

didik dalam mempelajari materi yang disampaikan (Sari, 2019). Dalam penerapannya *e-LKPD* diharapkan dapat dimanfaatkan peserta didik sebagai bahan ajar dengan atau tanpa bimbingan guru dalam mencapai tujuan pembelajaran, tetapi bukan berarti peran guru digantikan melainkan guru sebagai pengawas dan fasilitator (Iqbal *et al.*, 2018). Baru-baru ini terdapat teknologi pembelajaran yang dapat menjadi alternatif bagi guru dalam melaksanakan proses belajar mengajar secara daring, yaitu dengan menyusun *e-LKPD* menggunakan *Flip PDF Professional*. Dimana aplikasi *Flip PDF Professional* memungkinkan guru mengubah *LKPD* tradisional yang dapat dicetak menjadi *e-LKPD*.

Flip PDF professional adalah media interaktif yang dapat dengan mudah menambahkan berbagai jenis tipe media animatif ke dalam *flipbook*. Hanya dengan *drag, drop* atau *klik*, kita dapat menyisipkan video *youtube*, *hyperlink*, teks animatif, gambar, audio dan *flash* ke dalam *flipbook* (Azhari & Huda, 2022). *Flip PDF Professional* ini berbeda dengan *PDF* yang biasanya digunakan. Dari segi tampilan, *flip PDF professional* ini seperti tampilan *e-book* yang dapat dibolak-balik saat membacanya (Sriwahyuni *et al.*, 2019). Aplikasi ini dipilih karena mudah diakses, hanya dengan mengklik *link* aktif yang diberikan. *E-LKPD* sudah dapat diakses baik melalui *smartphone* maupun laptop kapan saja dan dimana saja (Safitri *et al.*, 2021). Siswa dapat mengerjakan lembar kerja di dalam *Flip PDF Professional* namun kekurangan dari aplikasi ini adalah guru tidak dapat melihat pekerjaan siswa. Oleh karena itu siswa diberi *link* di dalam *e-LKPD* untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan yang ada di *e-LKPD* menggunakan aplikasi *Nitro Pro* dan mengirimkan jawaban melalui *e-mail*, sehingga guru dapat mengoreksi pekerjaan siswa. Penggunaan *e-LKPD* memiliki keunggulan yaitu informasi yang dimuat lebih luas dan mengikuti perkembangan zaman. Menurut Setyorini (2015) menyatakan bahwa informasi yang didapatkan lebih luas dan mengikuti perkembangan zaman, selain itu informasi yang didapatkan lebih cepat, fasilitas multimedia yang visual dan interaktif dapat membuat pembelajaran lebih menarik serta dapat memotivasi peserta didik untuk belajar aktif, sehingga *e-LKPD* cocok digunakan pada kurikulum 2013.

Berdasarkan Kurikulum 2013, pada aspek pengetahuan Kompetensi Dasar 3.9 (KD 3.9) adalah menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan dan penerapannya dalam industri. Pada aspek keterampilan Kompetensi Dasar 4.9 (KD 4.9) adalah merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan, untuk mencapai kompetensi tersebut maka materi yang diajarkan dalam pembelajaran kimia di kelas XI IPA adalah faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan (Permendikbud, 2016).

Pada materi faktor-faktor yang mempengaruhi kesetimbangan kimia, terutama dalam memahami bagaimana pengaruh konsentrasi, pengaruh suhu, dan pengaruh tekanan dan volume dalam pergeseran arah kesetimbangan dibutuhkan pembelajaran berbasis multipel representasi karena, materi ini bersifat abstrak. Pada pembelajaran materi ini siswa cenderung hanya menghafalkan diagram arah pergeseran kesetimbangan (Meirina, 2013). Siswa mengalami kesulitan dalam mentransformasikan ketiga level fenomena kimia disebabkan belum dilatihnya mereka dalam belajar dengan representasi pada level (sub) mikroskopik dan pembelajaran yang berlangsung cenderung memisahkan ketiga level fenomena kimia tersebut (Sunyono *et al.*, 2011). Dengan demikian, perlu dikembangkan suatu *e-LKPD* berbasis multipel representasi kimia seperti menampilkan level makroskopik melalui video percobaan. Kemudian menuntun siswa untuk mengamati animasi yang merepresentasikan partikel pada level submikroskopik. Animasi tersebut dapat dikembangkan dengan menggunakan berbagai program menggunakan komputer salah satunya yaitu *Macromedia Flash*. *Macromedia Flash* merupakan sebuah program aplikasi standar yang digunakan untuk membuat animasi dan bitmap yang sangat menarik untuk keperluan pembangunan situs web yang interaktif dan dinamis, sehingga sangat membantu guru dalam membuat instrumen pembelajaran (Ditama *et al.*, 2015). Selanjutnya ditransformasikan ke dalam level simbolik. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Meirina (2013) dengan menggunakan animasi siswa akan lebih mudah memahami materi pergeseran kesetimbangan kimia.

Berdasarkan hasil studi lapangan yang dilakukan pada semester ganjil tahun 2020 /2021 saat pembelajaran jarak jauh di masa pandemi covid-19, dengan pengisian angket melalui *Google Forms* oleh empat guru dan 85 siswa kelas XI IPA dari SMAN 3 Bandarlampung, SMAN 14 Bandarlampung, SMAN 7 Bandarlampung dan SMA Kartikatama Metro. Berdasarkan hasil pengisian angket yang dilakukan terhadap guru, sebanyak 75% guru menyatakan menggunakan *e-LKPD* dalam pembelajaran submateri faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan dan 25% guru tidak menggunakan *e-LKPD* dalam proses pembelajaran dengan alasan buku cetak dan video pembelajaran yang digunakan sudah dapat membantu siswa dalam memahami konsep. Terkait dengan penggunaan media dalam merepresentasikan partikel pada level submikroskopis, 66,7% guru menyatakan *e-LKPD* yang digunakan belum dilengkapi untuk merepresentasikan partikel pada level submikroskopis. Seluruh guru menyatakan bahwa mengalami kendala saat membuat *e-LKPD* yaitu penyesuaian gambar dan pembuatan animasi untuk merepresentasikan partikel pada level submikroskopis yang sesuai dengan konsep. Terkait dengan keterampilan komunikasi, dimana sebagian guru menyatakan *e-LKPD* yang digunakan belum melatih siswa dalam berorientasi keterampilan komunikasi. Semua responden guru menyatakan setuju jika dikembangkan *e-LKPD* berbasis multipel representasi pada materi faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia berorientasi keterampilan komunikasi.

Berdasarkan hasil pengisian angket yang dilakukan siswa, sebanyak 72,9% siswa menyatakan bahwa menggunakan *e-LKPD* dalam pembelajaran materi faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia dan 27,1% siswa menyatakan bahwa tidak menggunakan *e-LKPD* dalam pembelajaran, sebagian besar mereka menggunakan video pembelajaran. Terkait dengan animasi untuk merepresentasikan partikel pada level submikroskopis, 41,9% siswa menyatakan bahwa belum menggunakan animasi untuk merepresentasikan partikel pada level submikroskopis. Terkait dengan keterampilan komunikasi, dimana *e-LKPD* yang digunakan 74,2% siswa menyatakan bahwa sudah dilatihkan untuk mendeskripsikan perubahan konsentrasi dari sebuah gambar partikel. Sebanyak 64,5%

siswa menyatakan *e*-LKPD yang digunakan melatih mereka untuk memvisualisasikan data perubahan tekanan dan volume dalam bentuk gambar partikel. Sebanyak 62,9% siswa menyatakan bahwa *e*-LKPD yang digunakan melatih mereka untuk menyajikan data perubahan suhu dalam bentuk tabel. Sebanyak 58,1% siswa menyatakan bahwa *e*-LKPD yang digunakan melatih mereka untuk menyajikan data pengaruh katalis dalam bentuk grafik. Sebanyak 88,7% responden siswa yang menggunakan *e*-LKPD menyatakan perlu dilakukan pengembangan *e*-LKPD berbasis multipel representasi pada materi faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia berorientasi keterampilan komunikasi.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Febriyanti (2017) yang mengembangkan *e*-LKPD pada materi kesetimbangan kimia menyimpulkan bahwa bahan ajar *e*-LKPD ini dapat digunakan oleh siswa untuk pembelajaran mandiri. Penelitian lain yang dilakukan oleh Herawati *et al* (2016) yang mengembangkan LKPD interaktif pada materi pembelajaran konsep mol menyimpulkan bahwa penggunaan LKPD interaktif memiliki keefektifan terhadap hasil belajar siswa. Kemudian, Putrizal (2015) yang melakukan pengembangan LKPD berbasis multipel representasi menyimpulkan bahwa penggunaan LKPD memiliki keefektifan untuk meningkatkan efikasi diri dan penguasaan konsep siswa dengan cara siswa berperan aktif menggali informasi dalam keterampilan komunikasi pada proses pembelajaran.

Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengembangkan suatu bahan ajar yaitu *e*-LKPD berbasis multipel representasi pada materi faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia berorientasi keterampilan komunikasi. Oleh karena itu, saya bermaksud melakukan penelitian dengan judul “ Pengembangan *E*-LKPD Berbasis Multipel Representasi Pada Materi Kesetimbangan Kimia Berorientasi Keterampilan Komunikasi”.

B. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana validitas *e*-LKPD berbasis multipel representasi pada materi faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia berorientasi keterampilan komunikasi yang dikembangkan ?
2. Bagaimana tanggapan guru terhadap *e*-LKPD berbasis multipel representasi pada materi faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia berorientasi keterampilan komunikasi yang dikembangkan ?
3. Bagaimana tanggapan siswa terhadap *e*-LKPD berbasis multipel representasi pada materi faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia berorientasi keterampilan komunikasi yang dikembangkan ?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Mengembangkan *e*-LKPD berbasis multipel representasi pada materi faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia berorientasi keterampilan komunikasi.
2. Mendeskripsikan validitas *e*-LKPD berbasis multipel representasi pada materi faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia berorientasi keterampilan komunikasi yang dikembangkan.
3. Mendeskripsikan tanggapan guru terhadap *e*-LKPD berbasis multipel representasi pada materi faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia berorientasi keterampilan komunikasi yang dikembangkan.
4. Mendeskripsikan tanggapan siswa terhadap *e*-LKPD berbasis multipel representasi pada materi faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia berorientasi keterampilan komunikasi yang dikembangkan.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini menghasilkan *e*-LKPD berbasis multipel representasi pada materi faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia berorientasi keterampilan komunikasi memiliki manfaat sebagai berikut :

1. Manfaat bagi siswa

E-LKPD berbasis multipel representasi pada materi faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia berorientasi keterampilan komunikasi dapat membantu siswa menguasai konsep yang abstrak menjadi suatu konsep yang konkret karena didukung ketiga level representasi kimia. Selain itu membantu siswa belajar mandiri di rumah.

2. Manfaat bagi guru

E-LKPD yang dikembangkan dapat menginspirasi guru untuk membuat bahan ajar dan media belajar yang berorientasi multipel representasi kimia pada materi kimia yang lain.

3. Manfaat bagi sekolah

Menjadi media ajar dan sumbangan pemikiran dalam upaya meningkatkan mutu pembelajaran kimia di sekolah, serta menjadi salah satu alat pendidikan yang digunakan secara langsung dalam proses pembelajaran kimia di sekolah.

4. Peneliti lain

Menjadi suatu inspirasi dalam mengembangkan penelitian dengan tema baru atau yang sama pada materi yang berbeda dengan memperbaiki kekurangan pada penelitian ini.

E. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian dan pengembangan merupakan desain penelitian secara sengaja, sistematis, untuk menemukan, memperbaiki, mengembangkan, menghasilkan, maupun menguji keefektifan produk, model, maupun metode/ strategi/ cara yang lebih unggul, baru, efektif, efisien, produktif, dan bermakna (Putra, 2015). Dalam hal ini produk yang dikembangkan adalah salah satu bahan ajar

berupa *e*-LKPD berbasis multipel representasi pada materi faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia berorientasi keterampilan komunikasi.

2. *E*-LKPD adalah LKPD yang disajikan dalam bentuk elektronik yang dapat dilihat dan dikerjakan oleh siswa melalui gawai atau komputer. Berisi materi, video dan gambar-gambar menarik yang dapat meningkatkan atau menguatkan pemahaman peserta didik dalam mempelajari materi yang disampaikan (Sari, 2019).
3. *Flip pdf professional* adalah media interaktif yang dapat dengan mudah menambahkan berbagai jenis tipe media animatif ke dalam *flipbook*. Hanya dengan *drag*, *drop* atau *klik*, dapat menyisipkan video *youtube*, *hyperlink*, teks animatif, gambar, audio dan *flash* ke dalam *flipbook* (Azhari & Huda, 2022). Selain itu, aplikasi ini tidak berbayar, dapat dibuka dengan menggunakan gawai dan laptop, serta tidak memiliki keterbatasan dalam jumlah lembar halaman.
4. Multipel representasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tingkat makroskopis, tingkat (sub) mikroskopis, dan tingkat simbolik (Johnstone, 1982).
5. Pada tingkat (sub) mikroskopis, animasi dibuat dengan menggunakan *Macromedia Flash 8*.
6. *Macromedia Flash 8 Profesional* dikembangkan oleh Jonathan Gay pada tahun 2005. *Macromedia Flash* adalah suatu *software* animasi yang dapat digunakan untuk menyampaikan suatu konsep yang bersifat abstrak dengan mudah yang dalam penerapannya menggunakan komputer dan media *imager projector* (Fakhri *et al.*, 2018).
7. Keterampilan komunikasi merupakan keterampilan atau kemampuan siswa untuk mengkomunikasikan pengetahuan ilmiah hasil temuan dan kajiannya kepada berbagai kelompok sasaran untuk berbagai tujuan (Samatowa, 2011).
8. Dalam penelitian ini indikator keterampilan komunikasi yang dilatihkan antara lain, menyampaikan dan mengklarifikasi gagasan dengan tulisan, membuat catatan hasil observasi, dan menyampaikan informasi dalam bentuk grafik, chart, atau tabel (Samatowa, 2011). Selain itu indikator keterampilan

komunikasi yang dilatihkan antara lain membaca grafik, gambar, tabel, atau diagram dan mendiskusikan hasil kegiatan suatu masalah atau suatu peristiwa (Warianto, 2011).

9. Cakupan materi dalam pengembangan *e*-LKPD ini adalah faktor- faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia.
10. Kevalidan *e*-LKPD berbasis multipel representasi pada materi faktor- faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia berorientasi keterampilan komunikasi hasil pengembangan diukur berdasarkan hasil validasi ahli. *E*-LKPD dikatakan valid jika memiliki persentase rata-rata sebesar 76-100% (Arikunto, 2008).

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Bahan Ajar

Bahan ajar merupakan komponen pembelajaran yang berupa informasi, alat, bahan yang berisikan materi dimana materi tersebut disusun secara sistematis merujuk kepada kompetensi pembelajaran yang harus dicapai dapat berbentuk cetak (tes) maupun non cetak (digital) (Sholehah, 2021). Menurut *National Center For Vocational Education Research Ltd/National Center For Competency Training* ada 2 pengertian bahan ajar yaitu: a) Bahan ajar merupakan informasi, alat dan teks yang diperlukan guru atau instruktur untuk perencanaan dan penelaan implementasi pembelajaran. b) Bahan ajar adalah segala bentuk bahan yang digunakan untuk membantu guru atau instruktur dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar di kelas. Bahan yang dimaksud bisa berupa bahan tertulis maupun bahan tidak tertulis (Majid, 2009). Berdasarkan beberapa pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa bahan ajar merupakan alat untuk belajar yang memuat seperangkat materi, metode, latihan, dan evaluasi yang disusun secara sistematis sebagai pendukung tercapainya tujuan pembelajaran.

Dalam menyusun bahan ajar setidaknya memiliki empat unsur berikut, yakni (1) terdapat konten atau materi pelajaran (2) menggunakan media, (3) disusun dengan tujuan membantu siswa dalam belajar dan mencapai tujuan belajar, dan (4) adanya petunjuk penggunaan (Dick *et al.*, 2001). Penggunaan bahan ajar ini dapat meningkatkan efektivitas dan memperbaiki kualitas pembelajaran (Gazali, 2016). Selain itu, penggunaan bahan ajar memiliki potensi dalam mengajar konsep

abstrak seperti pembelajaran kimia.

Menurut Mudlofir (2011) prinsip bahan ajar yang baik memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

- 1) Menimbulkan minat baca
- 2) Ditulis dan dirancang untuk siswa
- 3) Menjelaskan tujuan instruksional
- 4) Disusun berdasarkan pola belajar yang fleksibel
- 5) Struktur berdasarkan kebutuhan siswa dan kompetensi akhir yang dicapai
- 6) Memberi kesempatan pada siswa untuk berlatih
- 7) Mengakomodasikan kesulitan siswa
- 8) Memberikan rangkuman
- 9) Gaya penulisan komunikatif dan semi formal
- 10) Kepadatan berdasarkan kebutuhan siswa
- 11) Dikemas untuk proses instruksional
- 12) Mempunyai mekanisme untuk mengumpulkan umpan balik dari siswa
- 13) Menjelaskan cara mempelajari bahan ajar.

Majid (2009) membagi 4 jenis bahan ajar diantaranya (a) bahan ajar cetak, (b) bahan ajar dengar (Audio), (c) bahan ajar melihat dan mendengar (Audio Visual) dan, (4) bahan ajar interaktif. Bahan ajar cetak, dapat ditampilkan dalam berbagai bentuk seperti handout, buku, Lembar kegiatan Siswa, brosur, leaflet, wallchart, foto (gambar) dan model (maket). Bahan ajar dengar (Audio), dapat berupa kaset, radio, piringan hitam dan *compact disk* audio. Bahan ajar audio dapat menampilkan pesan yang memotivasi. Bahan ajar melihat dan mendengar (Audio Visual), dapat berupa video *compact disk* dan film, program video/film biasanya disebut sebagai alat bantu melihat dan mendengar (audio visual aids/audio visual media). Bahan ajar interaktif menurut *Guidelines for Bibliographic Description of Interactive Multimedia*, multimedia interaktif adalah kombinasi dari dua atau lebih media (audio, teks, grafik, gambar, animasi, dan video) yang oleh pengguna-nya dimanipulasi untuk mengendalikan perintah dan atau perilaku alami dari suatu presentasi. Seiring perkembangan teknologi yang begitu pesat dalam pendidikan menuntut untuk selalu menginovasi bahan ajar. Inovasi dalam mengembangkan suatu bahan ajar dalam kegiatan pembelajaran. Salah satunya bahan ajar yang dapat di transformasikan penyajiannya kedalam bentuk elektronik yaitu LKPD.

B. Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) merupakan salah satu bahan ajar yang dapat dikembangkan oleh guru sebagai fasilitator dalam kegiatan pembelajaran. Keberadaan LKPD memberi pengaruh yang cukup besar dalam proses belajar mengajar, sehingga penyusunan LKPD harus memenuhi berbagai persyaratan yaitu syarat didaktik, syarat konstruksi, dan syarat teknik (Darmodjo & Kaligis, 1992).

1. Syarat didaktik

Mengatur tentang penggunaan LKPD yang bersifat universal dapat digunakan dengan baik untuk siswa yang lamban atau yang pandai. LKPD lebih menekankan pada proses untuk menemukan konsep, dan yang terpenting dalam LKPD ada variasi stimulus melalui berbagai media dan kegiatan siswa. LKPD diharapkan mengutamakan pada pengembangan kemampuan komunikasi sosial, emosional, moral, dan estetika. Pengalaman belajar yang dialami siswa ditentukan oleh tujuan pengembangan pribadi siswa.

2. Syarat konstruksi

Syarat-syarat konstruksi ialah syarat-syarat yang berkenaan dengan penggunaan bahasa, susunan kalimat, kosakata, tingkat kesukaran, dan kejelasan, yang pada hakekatnya harus tepat guna dalam arti dapat dimengerti oleh pihak pengguna, yaitu anak didik. Syarat-syarat konstruksi tersebut yaitu :

- a. Menggunakan bahasa yang sesuai dengan tingkat kedewasaan anak.
- b. Menggunakan struktur kalimat yang jelas.

Hal-hal yang perlu diperhatikan agar kalimat menjadi jelas maksudnya, yaitu :

- 1) Hindarkan kalimat kompleks.
 - 2) Hindarkan “kata-kata tak jelas” misalnya “mungkin”, “kira-kira”.
 - 3) Hindarkan kalimat negatif, apalagi kalimat negatif ganda.
 - 4) Menggunakan kalimat positif lebih jelas daripada kalimat negatif.
- c. Memiliki tata urutan pelajaran yang sesuai dengan tingkat kemampuan anak.

Apalagi konsep yang hendak dituju merupakan sesuatu yang kompleks, dapat dipecah menjadi bagian-bagian yang lebih sederhana dulu.

- d. Hindarkan pertanyaan yang terlalu terbuka. Pertanyaan dianjurkan merupakan isian atau jawaban yang didapat dari hasil pengolahan informasi, bukan mengambil dari perbendaharaan pengetahuan yang tak terbatas.
- e. Tidak mengacu pada buku sumber yang di luar kemampuan keterbacaan siswa.
- f. Menyediakan ruangan yang cukup untuk memberi keleluasaan pada siswa untuk menulis maupun menggambarkan pada LKPD. Memberikan bingkai dimana anak harus menuliskan jawaban atau menggambar sesuai dengan yang diperintahkan. Hal ini dapat juga memudahkan guru untuk memeriksa hasil kerja siswa.
- g. Menggunakan kalimat yang sederhana dan pendek. Kalimat yang Panjang tidak menjamin kejelasan instruksi atau isi. Namun kalimat yang terlalu pendek juga dapat mengundang pertanyaan.
- h. Gunakan lebih banyak ilustrasi daripada kata-kata. Gambar lebih dekat pada sifat konkret sedangkan kata-kata lebih dekat pada sifat “formal” atau abstrak sehingga lebih sukar ditangkap oleh anak.
- i. Dapat digunakan oleh anak-anak, baik yang lamban maupun yang cepat.
- j. Memiliki tujuan yang jelas serta bermanfaat sebagai sumber motivasi.
- k. Mempunyai identitas untuk memudahkan administrasinya. Misalnya, kelas, mata pelajaran, topik, nama atau nama-nama anggota kelompok, tanggal dan sebagainya.

3. Syarat teknis

Menekankan penyajian LKPD, yaitu berupa tulisan, gambar dan penampilannya dalam LKPD sebagai berikut:

- a. Tulisan
 - 1) Gunakan huruf cetak dan tidak menggunakan huruf latin atau romawi.
 - 2) Gunakan huruf tebal yang agak besar untuk topik, bukan huruf biasa yang diberi garis bawah.
 - 3) Gunakan kalimat pendek, tidak boleh lebih dari 10 kata dalam satu baris.

- 4) Gunakan bingkai untuk membedakan kalimat perintah dengan jawaban siswa.
 - 5) Usahakan agar perbandingan besarnya huruf dengan besarnya gambar serasi.
- b. Gambar
- Gambar yang baik untuk LKPD adalah gambar yang dapat menyampaikan pesan/isi dari gambar tersebut secara efektif kepada pengguna LKPD.
- c. Penampilan
- Penampilan sangat penting dalam LKPD. Anak pertama-tama akan tertarik pada penampilan bukan pada isinya.

E-LKPD sendiri merupakan LKPD yang berbasis elektronik. LKPD elektronik adalah salah satu media dengan bantuan komputer yang didalamnya terdapat gambar, animasi dan video-video yang lebih efektif agar peserta didik tidak merasa bosan (Nadya, 2016). LKPD elektronik didefinisikan sebagai alat pembelajaran yang dirancang secara elektronik, berisimateri sistematis dan menarik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan (Sari, 2019). Menurut (Vaughan, 2006), *e-LKPD* merupakan panduan kerja peserta didik untuk mempermudah peserta didik dalam pelaksanaan kegiatan pembelajaran dalam bentuk elektronik yang dapat dilihat pada Gawai. Selain itu *e-LKPD* ini dilengkapi dengan suara, video, dan interaksi. Sambil mendengarkan penjelasan, dapat melihat gambar animasi maupun membaca penjelasan dalam bentuk teks. Media elektronik yang dapat diakses oleh peserta didik mempunyai manfaat dan karakteristik yang berberda-beda. Jika ditinjau dari manfaatnya media elektronik sendiri dapat menjadikan proses pembelajaran lebih menarik (Puspitasari, 2019).

Dewi (2010) menyatakan bahwa pembelajaran yang dilakukan dengan *e-LKPD* dapat membuat suasana belajar menjadi menyenangkan dan tidak membosankan, selain itu peserta didik tidak akan tertekan sehingga suasana pembelajaran tidak akan menjadi tegang. Keuntungan menggunakan *e-LKPD* menurut Iqbal *et al.* (2018) yaitu: (1) menghemat tempat dan waktu, memungkinkan pengguna memadai hal-hal penting tanpa takut membuatnya jelek karena coretan; (2) ramah

lingkungan, karena tidak menggunakan kertas dan tinta, tersedia sepanjang waktu, memiliki ukuran dan kapasitas kecil, sehingga dapat menampung banyak *e*-LKPD serta menghemat biaya. LKPD elektronik ini memiliki nilai lebih dibandingkan LKPD cetak. Oleh karenanya, dengan memanfaatkan kemampuan aplikasi yang digunakan mampu menampilkan fitur-fitur video, suara, maupun gambar, yang akan membantu peserta didik dalam memvisualisasikan materi yang bersifat abstrak (Supriadi, 2015). Beberapa teknologi pembelajaran yang dapat menjadi alternatif bagi guru dalam melaksanakan proses belajar mengajar secara daring, salah satunya yaitu dengan menyusun LKPD menggunakan *Flip PDF Professional*.

C. *Flip PDF Professional*

Perangkat lunak *Flip PDF Professional* merupakan aplikasi yang dapat digunakan untuk mengkonversi PDF publikasi halaman *flipping digital* yang memungkinkan untuk menciptakan konten pembelajaran yang interaktif dengan beberapa fitur yang mendukung. *Flip PDF Professional* ini berbeda dengan PDF yang biasanya digunakan. Dari segi tampilan, *Flip PDF Professional* ini seperti tampilan *e-book* yang dapat dibolak-balik saat membacanya (Sriwahyuni *et al.*, 2019). *Flip PDF Professional* adalah media interaktif yang dapat dengan mudah menambahkan berbagai jenis tipe media animatif ke dalam *flipbook*. Hanya dengan *drag*, *drop* atau *klik*, kita dapat menyisipkan video *youtube*, *hyperlink*, teks animatif, gambar, audio dan *flash* ke dalam *flipbook* (Azhari & Huda, 2022). Terdapat 4 format yang disediakan oleh *Flip PDF Professional* adalah (.exe), (.app), (.fbr), dan (.html). Dimana format *exe* banyak dipilih karena format ini lebih mudah digunakan dibandingkan dengan 3 format lain yang disediakan oleh *Flip PDF Professional* (Nisa, 2020). Aplikasi *Flip PDF Professional* dipilih karena mudah diakses, baik secara *online* hanya dengan mengklik *link* aktif yang diberikan maupun secara *offline*, menggunakan *smartphone* atau laptop kapan saja dan dimana saja, sehingga peserta didik dapat belajar mandiri dengan menggunakan aplikasi tersebut.

Menurut Nisa (2020) keunggulan penggunaan *Flip PDF Professional* adalah sebagai berikut:

- Sangat mudah digunakan dalam pembuatan media pembelajaran
- Dapat digunakan untuk membuat bahan ajar bagi peserta didik
- Pengoperasiannya mudah sehingga dapat digunakan oleh pendidik bahkan bagi pendidik yang tidak seberapa mahir mengoperasikan komputer

Kekurangan penggunaan *Flip PDF Professional*:

- E-LKPD* yang diolah dalam *software* diinput hanya bisa dari format pdf, apabila terdapat perubahan pada file utama harus membuat *project* baru.
- Ukuran *file* yang cukup besar dikarenakan isi yang penuh dengan video dan gambar.

Berikut ini contoh tampilan *e-LKPD* pada *Flip PDF Professional* oleh Sriwahyuni *et al* (2019):



Gambar 1. Contoh halaman sampul *e-LKPD* (Sriwahyuni *et al.*, 2019).

D. Media Animasi

Media animasi adalah salah satu multimedia pembelajaran yang dapat digunakan sebagai alternatif media pembelajaran berupa susunan gambar diam yang dibuat

efek sehingga tampak bergerak (Yudhiantoro, 2006). Animasi menjadi pilihan untuk menunjang proses belajar yang menyenangkan dan menarik bagi siswa dan juga memperkuat motivasi, dan juga untuk menanamkan pemahaman pada siswa tentang materi yang diajarkan (Haryati *et al.*, 2013). Animasi dalam media pembelajaran sangat dibutuhkan siswa dalam mempelajari materi kimia untuk menstimulasi imajinasi (Tasker & Dalton, 2006).

Menurut Mayer & Moreno (2002) animasi memiliki 3 fitur utama: (a) gambar – animasi merupakan sebuah penggambaran; (b) gerakan–animasi menggambarkan sebuah pergerakan; (c) simulasi–animasi terdiri atas objek-objek yang dibuat dengan digambar atau metode simulasi lain. Animasi dapat dikembangkan dengan menggunakan berbagai program di komputer salah satunya yaitu *Macromedia Flash*.

E. Macromedia Flash

Macromedia Flash adalah program grafis yang digunakan untuk membuat *motion* atau gerak yang dilengkapi dengan *script* untuk programming (*action script*). Program ini memungkinkan untuk pembuatan animasi media interaktif. Selain itu, *Macromedia Flash* adalah suatu *software* animasi yang dapat digunakan untuk menyampaikan suatu konsep yang bersifat abstrak dengan mudah yang dalam penerapannya menggunakan komputer dan media *imager projector* (Fakhri *et al.*, 2018).

Menurut Asyhar (2012) adapun beberapa kemampuan *Macromedia Flash* adalah sebagai berikut:

1. Dapat membuat animasi gerak (*motion tween*), perubahan bentuk (*shape tween*), dan perubahan dan transparansi warna (*color effect tween*).
2. Dapat membuat animasi *masking* (efek menutupi sebagian objek yang terlihat) dan animasi *motion guide* (animasi mengikuti jalur).
3. Dapat membuat tombol interaktif dengan sebuah *movie* atau objek yang lain.
4. Dapat membuat animasi logo, animasi *form*, presentasi multimedia, *game*, kuis interaktif, simulasi/visualisasi.

Macromedia Flash dapat digunakan untuk mengembangkan media pembelajaran berbasis multimedia. Multimedia yang dihasilkannya adalah multimedia interaktif. Sebagai multimedia interaktif tentunya dapat mengakomodasi siswa yang cepat menerima pelajaran, dan juga dapat menangani siswa yang lamban dalam menerima pelajaran (Fahmi & Marsigit, 2014). Dengan menggunakan multimedia, materi kimia yang abstrak dapat dikonkritkan sehingga dapat ditampilkan ke hadapan siswa dan menarik minat belajarnya melalui berbagai bentuk animasi representasi submikroskopik yang disajikan.

Berikut ini contoh tampilan animasi representasi submikroskopik pada materi pergeseran kesetimbangan, yang ditunjukkan pada Gambar 2.

PERGESERAN KESETIMBANGAN

Asas Le Chatelier
Jika suatu sistem berkesetimbangan diganggu, maka kesetimbangan akan bergeser dan membentuk sistem kesetimbangan yang baru.

Terdapat 4 faktor yang mempengaruhi kesetimbangan, yaitu:

- Perubahan konsentrasi
- Perubahan tekanan dan volume
- Perubahan suhu
- Penambahan katalis

Apabila konsentrasi salah satu zat diperbesar, maka kesetimbangan akan bergeser ke arah yang berlawanan dari zat tersebut.

Perubahan Konsentrasi

Remini

Gambar 2. Pergeseran Kesetimbangan level representasi submikroskopis (Saselah *et al.*, 2017).

Dengan menggunakan *Macromedia Flash 8* dapat meningkatkan kephahaman siswa terhadap konsep pergeseran kesetimbangan dari segi level mikroskopisnya.

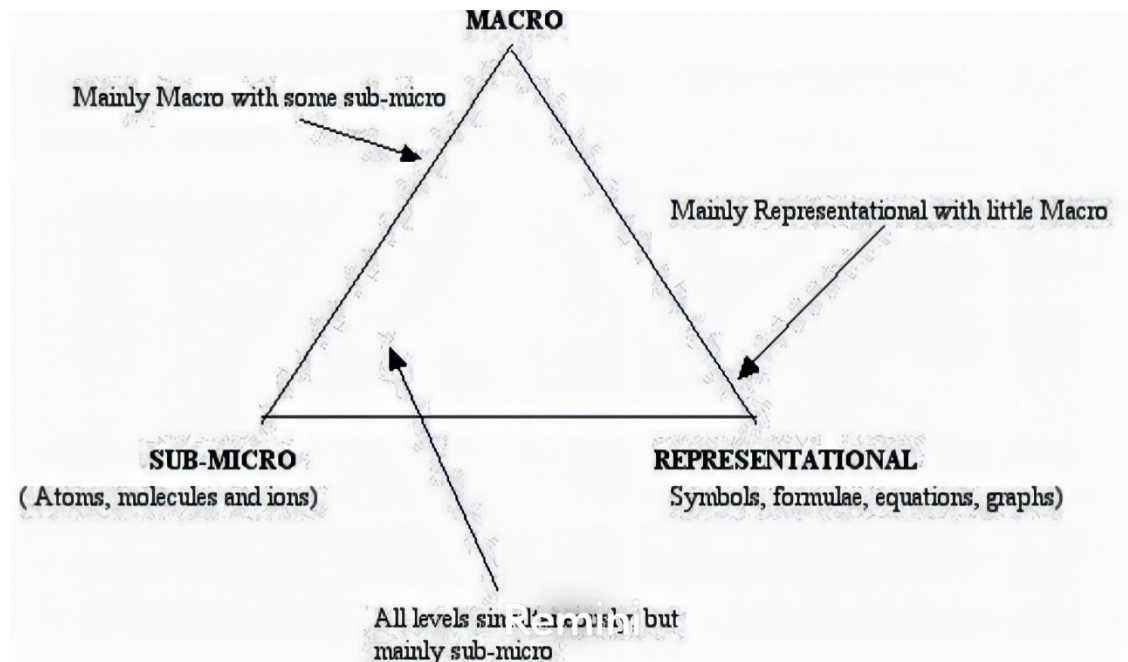
Hal ini sejalan bahwa penggunaan teknologi komputer dapat menjadi alternatif untuk membantu siswa memahami ketiga level representasi kimia (Wu *et al.*, 2000).

F. Multipel Representasi

Pembelajaran kimia sebaiknya menggunakan pendekatan yang menekankan pada tiga level fenomena kimia. Pemahaman seseorang terhadap kimia ditentukan oleh kemampuannya dalam mentransfer dan menghubungkan fenomena makro, sub-mikro, dan simbolik (Sunyono *et al.*, 2012). Berdasarkan karakteristik konsep-konsep sains, mode-mode representasi sains diklasifikasikan dalam level representasi fenomena makroskopik, (sub) mikroskopik dan simbolik (Johnstone, 1993). Representasi fenomena makroskopik yaitu representasi yang diperoleh melalui pengamatan nyata terhadap suatu fenomena yang dapat dilihat dan dipersepsi oleh panca indra atau dapat berupa pengalaman sehari-hari peserta didik (Johnstone, 1993). Contoh: terjadinya perubahan warna, suhu, pH larutan, pembentukan gas dan endapan yang dapat diobservasi ketika suatu reaksi berlangsung. Berkaitan hal ini, peserta didik dapat merepresentasikan hasil pengamatan dalam berbagai mode representasi, misalnya dalam bentuk laporan tertulis, diskusi, presentasi oral, diagram *vee*, grafik dan sebagainya.

Representasi fenomena (sub)mikroskopik yaitu representasi yang menjelaskan mengenai struktur dan proses pada level partikel (atom/molekular) terhadap fenomena makroskopik yang diamati. Representasi (sub)mikroskopik sangat terkait erat dengan model teoritis yang melandasi eksplanasi dinamika level partikel. Mode representasi pada level ini diekspresikan secara simbolik mulai dari yang sederhana hingga menggunakan teknologi komputer, yaitu menggunakan kata-kata, gambar dua dimensi, gambar tiga dimensi baik diam maupun bergerak (animasi) atau simulasi. Representasi simbolik yaitu representasi secara kualitatif dan kuantitatif, contoh: rumus matematik, rumus kimia, diagram, gambar, persamaan reaksi, dan perhitungan matematik (Johnstone, 1993).

Hubungan ketiga level representasi tersebut diilustrasikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Tiga level representasi yang digunakan dalam kimia yaitu makro, sub-mikro, dan simbolik (Johnstone, 2006).

Ketiga level tersebut saling berhubungan dan berkontribusi pada siswa untuk dapat paham dan mengerti materi kimia yang abstrak. Hal ini didukung oleh pernyataan Meirina (2013), bahwa pendekatan multipel representasi dapat mendukung dan memberi tanggapan kepada siswa untuk menggunakan dan menginterpretasikan representasi yang akan mengarahkan siswa dalam mengembangkan pemahaman konsep siswa. Siswa yang terlibat dalam proses pembelajaran akan tertantang untuk membuat representasi dari suatu konsep maupun fenomena berdasarkan representasi mereka.

G. Keterampilan Berkomunikasi

Komunikasi merupakan salah satu jantung dalam pembelajaran, sehingga perlu diimplementasikan dalam aktivitas belajar. Semua yang terjadi di kelas tercipta dan berkelanjutan melalui proses komunikasi (Nisa, 2022). Komunikasi dianggap sebagai suatu proses dua arah dimana peserta didik harus mampu mengkomunika-

sikan ide-ide mereka serta memahami komunikasi orang lain. Pada hakikatnya proses pembelajaran merupakan proses komunikasi antara guru dan siswa (Aminudin *et al.*, 2015). Komunikasi adalah penting untuk ilmu pengetahuan. Jika dihubungkan dengan keterampilan, komunikasi akan menjadi keterampilan yang penting atau keterampilan dasar. Keterampilan komunikasi sains merupakan salah satu indikator keberhasilan dalam belajar, dengan keterampilan komunikasi sains tersebut peserta didik akan dapat dengan mudah menyampaikan pendapatnya secara lisan atau tulisan (Gaffar, 2017). Para ilmuwan harus menguasai keterampilan ini dalam mengkomunikasikan temuan dan ide-ide dengan peserta didik (Levy *et al.*, 2009). Keterampilan komunikasi merupakan keterampilan untuk menyampaikan pemikiran, gagasan, ide, pengetahuan, dan informasi baru yang dimiliki kepada orang lain melalui lisan, tulisan, simbol, gambar, grafis, atau angka (Zubaidah, 2018).

Menurut Fatmawati *et al.*, (2014) mengkomunikasikan dapat diartikan sebagai proses menyampaikan informasi atau data hasil pengamatan atau hasil percobaan agar dapat di ketahui dan dipahami oleh orang lain. Kemampuan mengkomunikasikan juga dapat dilatih dengan memberi tugas terhadap kelompok siswa untuk menyusun data dari suatu eksperimen ke dalam tabel atau grafik dan menyampaikan penemuannya kepada siswa lainnya (Gulo, 2018). Indikator keterampilan komunikasi sendiri meliputi: (1) mengubah bentuk penyajian, (2) menggambarkan data empiris hasil percobaan atau pengamatan dengan grafik atau tabel atau diagram, (3) menyusun dan menyampaikan laporan secara sistematis, (4) menjelaskan hasil percobaan atau penelitian, (5) membaca grafik, gambar, tabel atau diagram, (6) mendiskusikan hasil kegiatan suatu masalah atau suatu peristiwa (Warianto, 2011).

Karakteristik keterampilan mengkomunikasikan di antaranya adalah: 1) Mengutarakan suatu gagasan; 2) Menjelaskan penggunaan data hasil penginderaan/ memeriksa secara akurat suatu objek atau kejadian; 3) Mengubah data dalam bentuk tabel ke bentuk lainnya misalnya grafik, peta secara akurat (Devi, 2010). Menurut Samatowa (2011) indikator keterampilan komunikasi siswa antara lain: me-

nyampaikan dan mengklarifikasi ide/gagasan dengan tulisan, membuat catatan hasil observasi, dan menyampaikan informasi dalam bentuk grafik, chart, atau tabel. Menurut *The Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD, 1999) keterampilan berkomunikasi menjadi sangat penting karena setiap orang mempunyai kebutuhan untuk mengemukakan ide, membantu dalam proses penyusunan pikiran, juga merupakan dasar untuk memecahkan masalah.

H. Analisis Konsep

Menurut Herron *et al.*, (1977) berpendapat bahwa belum ada definisi tentang konsep yang diterima atau disepakati oleh para ahli, biasanya konsep disamakan dengan ide. Konsep adalah sesuatu yang benar-benar ada. Layng (2013) mendefinisikan konsep sebagai sesuatu yang ditemukan dari seperangkat ciri-ciri berdasarkan contoh dan bukan contohnya. Mungkin tidak ada satupun definisi yang dapat mengungkapkan arti dari konsep. Untuk itu diperlukan suatu analisis konsep yang memungkinkan kita dapat mendefinisikan konsep, sekaligus menghubungkan dengan konsep-konsep lain yang berhubungan.

Menurut Herron *et al.*, (1977) analisis konsep dilakukan melalui tujuh langkah, yaitu menentukan :

1. Label konsep, langkah pertama menuliskan label konsep, label konsep merupakan nama konsep yang dianalisis. Setiap konsep memiliki nama atau label, misalnya: atom, unsur, asam, sistem periodik unsur, dan lain-lain. Pemilihan konsep dimulai dari konsep yang paling umum/luas, karena akan menjadi konsep super ordinat, kemudian diikuti dengan konsep yang lebih khusus/sempit (konsep koordinat dan subordinat).
2. Definisi konsep, langkah kedua mendefinisikan konsep, dalam hal ini, nama konsep didefinisikan sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif dan tingkat pencapaian konsep yang diharapkan dikuasai oleh siswa.
3. Jenis konsep, langkah ketiga menentukan jenis konsep. Meskipun tidak terlalu sulit, namun menentukan jenis konsep bukanlah hal yang mudah, karena ada banyak konsep yang mirip, yang ciri-cirinya mendekati lebih dari satu jenis konsep.
4. Atribut kritis konsep, merupakan ciri-ciri utama konsep yang merupakan penjabaran definisi konsep.
5. Atribut variabel konsep, menunjukkan ciri-ciri konsep yang nilainya dapat berubah, namun besaran dan satuannya tetap.

6. Hirarki (posisi) konsep, merupakan hubungan suatu konsep dengan konsep lain berdasarkan tingkatannya, yaitu superordinat (konsep yang tingkatannya lebih tinggi), ordinat (konsep yang tingkatannya setara), serta subordinat (konsep yang tingkatannya lebih rendah).
7. Contoh dan noncontoh, merupakan contoh dan bukan contoh dari konsep yang dimaksud.

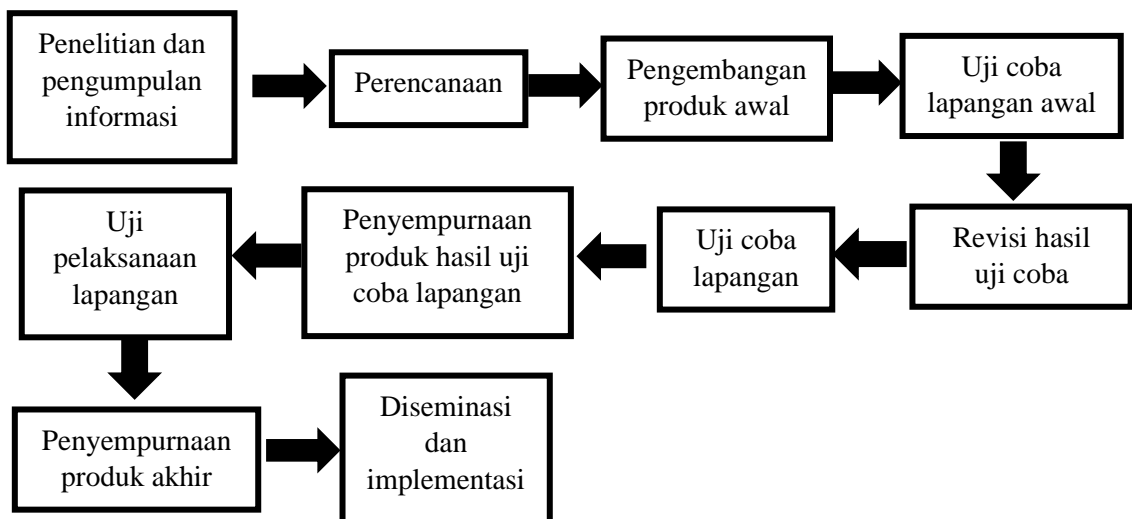
Analisis konsep materi faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan dapat dilihat pada Lampiran 2.

III. METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan pada pengembangan *e-LKPD* ini adalah desain penelitian dan pengembangan *Research and Development (R&D)*. Menurut Sukmadinata (2015) penelitian dan pengembangan atau *research and development (R&D)* merupakan metode atau pendekatan penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada.

Menurut Borg & Gall (1989), ada 10 langkah dalam pelaksanaan *Research & Development*. Langkah-langkah tersebut disajikan pada Gambar 4 berikut:



Gambar 4. Langkah-langkah penelitian dan pengembangan menurut Borg & Gall (1989).

Pada penelitian ini langkah-langkah penelitian dan pengembangan hanya dilaksanakan sampai tahap kelima yaitu tahap revisi hasil uji coba (*main product revision*). Hal ini disebabkan oleh keterbatasan waktu peneliti untuk melakukan tahap-tahap selanjutnya.

B. Sumber Data

Sumber data pada penelitian ini adalah guru mata pelajaran kimia dan siswa yang tersebar di beberapa SMA di Bandarlampung dan Metro. Pada tahap studi lapangan, sumber data diperoleh dari hasil pengisian angket melalui *Google Form* oleh 4 orang guru kimia dan 85 orang siswa kelas XI IPA dari masing-masing sekolah yaitu SMAN 3 Bandarlampung, SMAN 14 Bandarlampung, SMAN 7 Bandarlampung dan SMA Kartikatama Metro. Pada tahap uji coba lapangan awal, sumber data diperoleh dari hasil pengisian angket oleh 3 guru mata pelajaran kimia kelas XI IPA dari SMA YP Unila Bandarlampung, SMAN 13 Bandarlampung, dan MAN 1 Bandarlampung dan 10 siswa kelas XI IPA di SMA YP Unila Bandarlampung. Pada tahap validasi ahli, sumber data diperoleh dari hasil pengisian angket oleh 2 orang dosen ahli di Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Lampung.

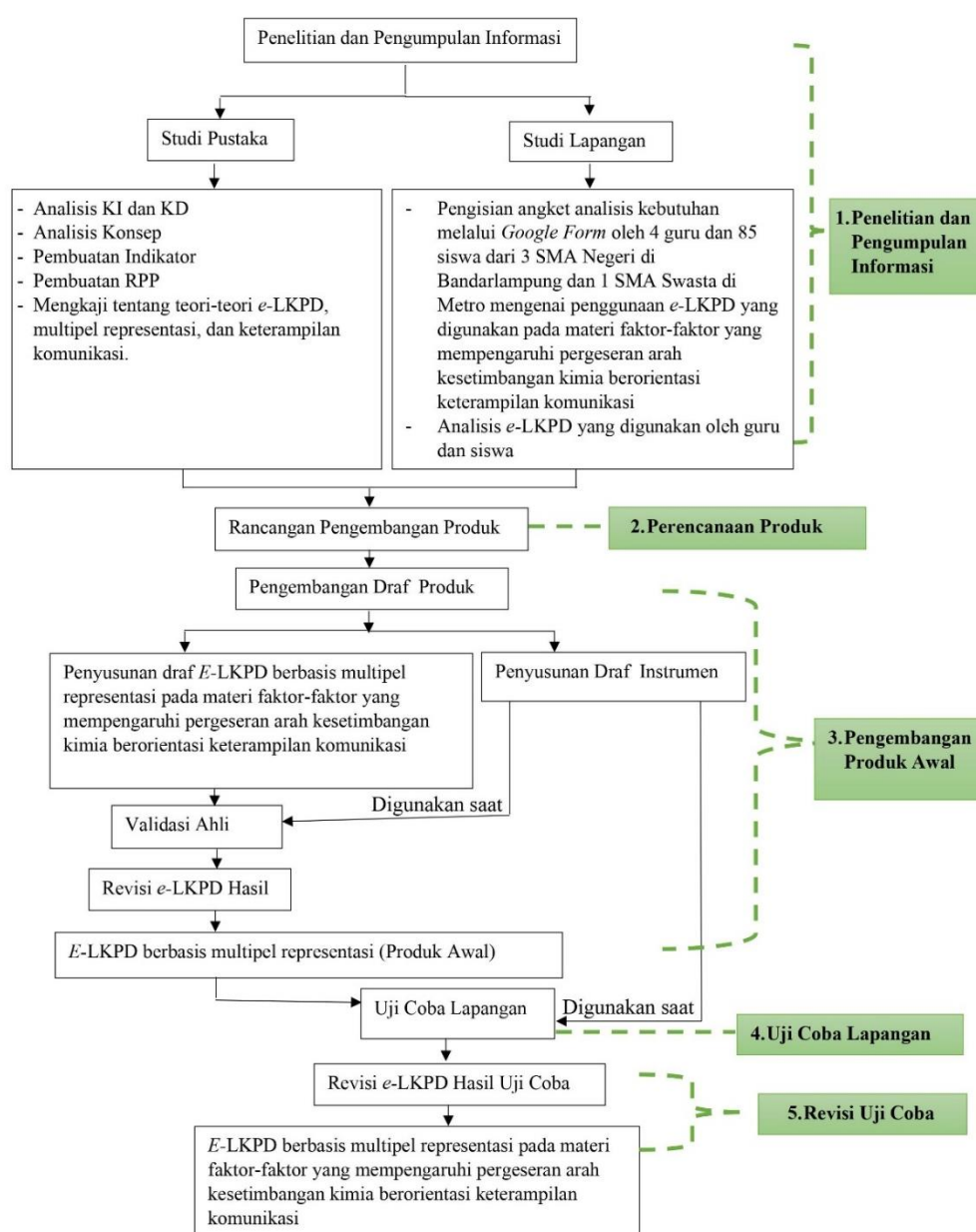
C. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada tahap studi lapangan adalah dengan melakukan pengisian angket melalui *Google Form* oleh 4 orang guru kimia kelas XI IPA dan pengisian angket oleh 85 orang siswa kelas XI IPA yang berasal dari SMAN 3 Bandarlampung, SMAN 14 Bandarlampung, SMAN 7 Bandarlampung dan SMA Kartikatama Metro. Pada tahap uji coba lapangan, data diperoleh dari hasil pengisian angket oleh 3 guru kimia kelas XI IPA dari SMA YP Unila Bandarlampung, SMAN 13 Bandarlampung, dan MAN 1 Bandarlampung dan 10 siswa kelas XI IPA di SMA YP Unila Bandarlampung. Pada tahap validasi ahli sumber

data diperoleh dari hasil pengisian angket oleh 2 orang dosen ahli di Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Lampung.

D. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Adapun alur penelitian yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Alur penelitian dan pengembangan *e-LKPD* berbasis multipel representasi pada materi kesetimbangan kimia berorientasi keterampilan komunikasi.

Berdasarkan alur di atas, berikut adalah langkah-langkah penelitian yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Penelitian dan pengumpulan informasi

Tahap penelitian dan pengumpulan data dilakukan melalui studi pustaka dan studi lapangan.

a. Studi pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan cara mengkaji mengenai sumber belajar, *e-LKPD*, animasi representasi kimia, keterampilan komunikasi dan hasil penelitian sebelumnya yang telah terlebih dahulu dipublikasikan. Selain itu, peneliti juga mengkaji mengenai materi faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia yang meliputi KI, KD, analisis konsep, silabus, dan RPP. Hasil dari kajian pustaka tersebut akan menjadi acuan dalam pengembangan produk.

b. Studi lapangan

Studi lapangan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui fakta-fakta di lapangan mengenai sumber belajar yang digunakan oleh guru khususnya *e-LKPD* pada pembelajaran kimia materi faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia. Studi lapangan dilakukan di SMAN 3 Bandarlampung, SMAN 14 Bandarlampung, SMAN 7 Bandarlampung, dan SMA Kartikatama Metro. Sumber data pada studi lapangan ini yaitu guru dan siswa dari setiap sekolah. Pengumpulan data dilakukan dengan pengisian angket melalui *Google Form* oleh guru dan siswa.

2. Perencanaan produk

Setelah dilakukan studi lapangan dan memperoleh hasil berupa pengisian angket yang telah dilakukan oleh guru dan siswa, maka tahap selanjutnya yaitu perencanaan atau perancangan dan pengembangan produk. Hasil dari studi lapangan yang telah dilakukan diolah terlebih dahulu dan nantinya digunakan sebagai acuan

dalam perancangan dan pengembangan *e*-LKPD pada materi faktor- faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia.

Adapun rancangan produk yang akan dikembangkan meliputi penentuan tujuan penggunaan produk, penentuan pengguna produk serta komponen produk. Tujuan penggunaan produk pada penelitian ini adalah (1) sebagai bahan ajar dalam proses pembelajaran yang dapat membantu peserta didik dalam mempelajari materi faktor- faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia yang berorientasi keterampilan komunikasi, (2) membantu guru dalam membelajarkan materi faktor- faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia agar proses pembelajaran lebih menarik, (3) dan sebagai referensi dalam pembuatan atau penyusunan *e*-LKPD yang berbasis multipel representasi pada materi faktor- faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia. Adapun pengguna produk ini adalah guru kimia dan siswa kelas XI IPA. Ada 4 sub topik yang dikembangkan, komponen- komponen *e*-LKPD tersebut terdiri atas

- a. bagian pendahuluan meliputi cover depan, kata pengantar, daftar isi, serta petunjuk umum penggunaan *e*-LKPD;
- b. bagian isi terdiri atas cover dalam, identitas *e*-LKPD, petunjuk penggunaan setiap *e*-LKPD, tujuan pembelajaran, KD, indikator pencapaian kompetensi, sumber gambar atau video dan tahapan yang ada pada *e*-LKPD tersebut mengikuti tahapan dari pembelajaran pendekatan *scientific*.

- 1) Pada tahap mengamati.

Pada *e*-LKPD 1, *e*-LKPD 2, *e*-LKPD 3, dan *e*-LKPD 4 mengarahkan siswa untuk mengamati fenomena ammonia saat diberi gangguan. Gangguan yang diberikan pada sistem kesetimbangan antara lain: (1) perubahan konsentrasi; (2) perubahan suhu; (3) perubahan tekanan/volume; dan (4) pengaruh katalis, melalui wacana.

- 2) Pada tahap menanya.

Pada *e*-LKPD 1, *e*-LKPD 2, *e*-LKPD 3, dan *e*-LKPD 4 mengarahkan siswa untuk merumuskan masalah dengan mengajukan pertanyaan.

3) Pada tahap mengumpulkan data.

Pada *e-LKPD 1*, *e-LKPD 2*, *e-LKPD 3*, dan *e-LKPD 4* mengarahkan siswa untuk mengamati video percobaan secara makroskopik pada pengaruh konsentrasi, perubahan suhu, perubahan tekanan/ volume; dan pengaruh katalis. Setelah itu siswa membuat catatan hasil pengamatan serta menyampaikan gagasan dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan berdasarkan video percobaan tersebut, kemudian mencari informasi dan menyampaikan hasil pengamatan dalam bentuk tabel, grafik atau chart berdasarkan video percobaan.

4) Pada tahap mengasosiasi.

Pada *e-LKPD 1*, *e-LKPD 2*, *e-LKPD 3*, dan *e-LKPD 4* mengarahkan siswa untuk mengamati animasi yang merepresentasikan partikel pada level sub-mikroskopik pada pengaruh konsentrasi, perubahan suhu, perubahan tekanan/ volume; dan pengaruh katalis. Setelah itu siswa membuat catatan hasil pengamatan, menyampaikan dan mengklarifikasi gagasan, dan menyampaikan informasi dalam bentuk tabel/grafik/ chart, dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan berdasarkan animasi tersebut.

5) Pada tahap mengkomunikasi.

Pada *e-LKPD 1*, *e-LKPD 2*, *e-LKPD 3*, dan *e-LKPD 4* mengarahkan siswa untuk menyimpulkan hasil dari pemecahan masalah yang dilakukan.

c. bagian penutup terdiri atas daftar pustaka dan cover belakang *e-LKPD*

3. Pengembangan produk awal

Pengembangan produk awal merupakan tahap berikutnya dalam penelitian ini, dimana produk awal berupa draf kasar yang sudah disusun sedemikian lengkap yang didalamnya terdapat bagian-bagian atau komponen-komponen yang telah disesuaikan. Setelah *e-LKPD* dikembangkan, selanjutnya produk tersebut divalidasi oleh validator yang memahami *e-LKPD* dan materi faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia. Aspek yang divalidasi,

yaitu aspek kesesuaian isi materi, konstruksi, dan keterbacaan.

4. Uji coba lapangan awal

Setelah dilakukan validasi terhadap *e*-LKPD yang telah dikembangkan, maka *e*-LKPD dapat diujicobakan pada 3 orang guru kimia dan 10 orang siswa kelas XI di SMA. Proses uji coba dilakukan dengan pemberian instrumen berupa angket dan pemberian produk awal yang telah dibuat untuk mengetahui tanggapan guru terhadap aspek kesesuaian isi, kemenarikan, dan keterbacaan produk yang dikembangkan, serta pemberian angket dan produk awal yang telah dibuat untuk mengetahui tanggapan siswa terhadap aspek kemenarikan dan keterbacaan produk pada siswa.

5. Revisi hasil uji coba

Tahap terakhir yang dilakukan pada penelitian ini, yaitu revisi dan penyempurnaan *e*-LKPD berbasis multipel representasi pada materi kesetimbangan kimia berorientasi keterampilan komunikasi yang dikembangkan. Tahap revisi dilakukan dengan memperhatikan pertimbangan hasil tanggapan guru mengenai kesesuaian isi, kemenarikan, dan keterbacaan produk, serta memperhatikan pertimbangan hasil tanggapan siswa mengenai kemenarikan dan keterbacaan produk terhadap *e*-LKPD yang dikembangkan.

E. Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah instrumen pada studi lapangan, instrumen pada validasi ahli, dan instrumen pada studi uji coba lapangan awal. Tujuan dari penyusunan instrumen ini digunakan untuk menilai *e*-LKPD yang telah dikembangkan dan selanjutnya akan divalidasi oleh ahli atau validator.

1. Instrumen pada tahap studi lapangan

Pada tahap pendahuluan, instrumen yang digunakan pada studi lapangan berupa angket yang diberikan kepada guru dan siswa yang disebar melalui *Google Form*.

Penjelasan dari kedua instrumen tersebut adalah sebagai berikut :

a. Angket analisis kebutuhan guru

Angket analisis kebutuhan guru yang disebar melalui *Google Form* disusun untuk mengetahui fakta di lapangan terkait (1) penggunaan sumber belajar, khususnya penggunaan *e-LKPD* dalam proses pembelajaran, (2) kesulitan guru dalam pembuatan *e-LKPD* (3) wawasan guru mengenai *e-LKPD* berbasis multipel representasi kimia, (4) wawasan guru mengenai *e-LKPD* berorientasi keterampilan komunikasi, dan (5) *e-LKPD* seperti apa yang diharapkan oleh guru sebagai bahan ajar yang akan digunakan oleh siswa.

b. Angket analisis kebutuhan siswa

Angket analisis kebutuhan siswa yang disebar melalui *Google Form* disusun untuk mengetahui fakta-fakta di lapangan terkait (1) penggunaan sumber belajar, khususnya penggunaan *e-LKPD* dalam proses pembelajaran, (2) penggunaan multipel representasi di dalam *e-LKPD* yang digunakan (3) sejauh mana keterampilan komunikasi dilatihkan di dalam *e-LKPD*, dan (4) *e-LKPD* seperti apa yang diharapkan oleh siswa sebagai bahan ajar.

2. Instrumen pada tahap validasi ahli

Instrumen yang digunakan pada validasi ahli meliputi instrumen validasi kesesuaian isi, konstruksi, dan keterbacaan terhadap *e-LKPD* yang telah dikembangkan

a. Instrumen validasi aspek kesesuaian isi

Instrumen ini berbentuk angket validasi aspek kesesuaian isi materi dengan kurikulum yang disusun untuk mengetahui apakah isi *e-LKPD* telah sesuai dengan

kompetensi inti (KI) dan kompetensi dasar (KD) yang ditetapkan dalam kurikulum. Hasil dari validasi kesesuaian isi ini dijadikan sebagai sumber masukan dalam revisi *e-LKPD* berbasis multipel representasi pada materi kesetimbangan kimia berorientasi keterampilan komunikasi.

b. Instrumen validasi aspek konstruksi

Instrumen ini berbentuk angket validasi yang disusun untuk mengetahui apakah penyusunan *e-LKPD* telah sesuai dengan bahan ajar yang baik dan layak digunakan. Hasil dari validasi ini dapat dijadikan sebagai sumber masukan dalam revisi *e-LKPD* berbasis multipel representasi pada materi kesetimbangan kimia berorientasi keterampilan komunikasi.

c. Instrumen validasi aspek keterbacaan

Instrumen ini berbentuk angket validasi keterbacaan yang disusun untuk mengetahui keterbacaan *e-LKPD* pada materi faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia yang berkaitan dengan variasi ukuran huruf, variasi bentuk huruf (tebal, miring, kapital), perpaduan warna, kualitas gambar, penulisan keterangan gambar dan tabel, kualitas video-video makroskopik dan submikroskopik, penggunaan bahasa yang sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia yang baik dan benar, penggunaan bahasa yang komunikatif dan mudah dipahami. Hasil dari validasi keterbacaan ini dijadikan sebagai sumber masukan dalam revisi pada *e-LKPD* berbasis multipel representasi pada materi kesetimbangan kimia berorientasi keterampilan komunikasi.

3. Instrumen pada tahap studi uji coba lapangan awal

Instrumen pada tahap studi uji coba lapangan awal terdiri atas:

a. Angket tanggapan guru

Angket tanggapan guru berisi pertanyaan terkait dengan aspek kesesuaian isi materi, konstruksi, dan keterbacaan *e-LKPD*. Tujuan angket ini adalah untuk

mengetahui tanggapan guru terkait isi materi, desain, dan keterbacaan dari *e-LKPD* yang telah dikembangkan.

b. Angket tanggapan siswa

Angket tanggapan siswa berupa pertanyaan yang terkait dengan aspek keterbacaan dan kemenarikan *e-LKPD*. Tujuan angket ini adalah untuk mengetahui tanggapan siswa terkait keterbacaan dan kemenarikan dari *e-LKPD* yang telah dikembangkan.

F. Teknik Analisis Data

1. Teknik analisis data hasil angket analisis kebutuhan

Untuk memperoleh hasil keseluruhan dari jawaban guru dan siswa (responden).

Adapun teknik analisis data pada tahap ini adalah :

- a. Mengklasifikasi data, bertujuan untuk mengelompokkan jawaban dari tiap butir pertanyaan pada angket guru dan angket siswa.
- b. Melakukan tabulasi data berdasarkan klasifikasi yang dibuat dengan tujuan untuk memberikan gambaran frekuensi dan kecenderungan dari setiap jawaban.
- c. Menghitung persentase jawaban, bertujuan untuk melihat besarnya persentase setiap jawaban dari pertanyaan sehingga data yang diperoleh dapat dianalisis. Rumus yang digunakan untuk menghitung persentase jawaban responden setiap item adalah sebagai berikut :

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

Keterangan :

$\%J_{in}$ = Persentase pilihan jawaban-i pada *e-LKPD* berbasis multipel representasi pada materi faktor-faktor yang mempengaruhi

pergeseran arah kesetimbangan kimia berorientasi keterampilan komunikasi.

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

N = Jumlah seluruh responden (Sudjana, 2005).

- d. Menjelaskan hasil penafsiran persentase jawaban responden dalam bentuk deskripsi naratif.

2. Teknik analisis data hasil validasi ahli, tanggapan guru dan siswa

Hasil data dianalisis dengan cara :

- a. Mengkode dan mengklasifikasi data, bertujuan untuk mengelompokkan jawaban berdasarkan pertanyaan instrumen validasi.
- b. Melakukan tabulasi data berdasarkan klasifikasi yang dibuat, bertujuan untuk memberikan gambaran frekuensi dan kecendrungan jawaban dari tiap butir pertanyaan pada instrumen validasi.
- c. Memberi skor jawaban responden. Penskoran jawaban responden dalam angket dilakukan berdasarkan Tabel 1.

Tabel 1. Pedoman penskoran pada angket

No	Pilihan jawaban	Skor
1	Sangat setuju (SS)	5
2	Setuju (S)	4
3	Kurang setuju (KS)	3
4	Tidak setuju (TS)	2
5	Sangat tidak setuju (STS)	1

- d. Mengolah jumlah skor jawaban responden. Pengolahan jumlah skor ($\sum S$) jawaban angket adalah sebagai berikut :
1. Skor untuk pernyataan Sangat setuju (SS)
Skor = 5 x jumlah responden
 2. Skor untuk pernyataan Setuju (S)
Skor = 4 x jumlah responden
 3. Skor untuk pernyataan Kurang Setuju (KS)
Skor = 3 x jumlah responden
 4. Skor untuk pernyataan Tidak Setuju (TS)
Skor = 2 x jumlah responden
 5. Skor untuk pernyataan Sangat tidak setuju (STS)
Skor = 1 x jumlah responden
- e. Menghitung persentase jawaban dari tiap butir pertanyaan instrumen validasi

$$\% X_{in} = \frac{\sum S}{S_{maks}} \times 100\%$$

Keterangan :

$\% X_{in}$ = Persentase jawaban angket-i pada *e*-LKPD berbasis multipel representasi pada materi faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia berorientasi keterampilan komunikasi.

$\sum S$ = Jumlah skor jawaban

S_{maks} = Skor maksimum (Sudjana, 2005).

- f. Menghitung rata-rata persentase instrumen validasi untuk mengetahui tingkat kesesuaian isi, konstruksi, keterbacaan, dan kemenarikan *e*-LKPD dengan rumus sebagai berikut :

$$\overline{\%X_l} = \frac{\sum \%X_{in}}{n}$$

Keterangan :

$\overline{\%X_l}$ = Rata-rata persentase angket-i pada *e*-LKPD berbasis multipel representasi pada materi faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia berorientasi keterampilan komunikasi.

$\sum \%X_{in}$ = Jumlah persentase angket-i pada *e*-LKPD berbasis multipel representasi pada materi faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia berorientasi keterampilan komunikasi.

n = Jumlah pertanyaan angket (Sudjana, 2005).

- g. Menafsirkan hasil persentase data secara keseluruhan dengan menggunakan tafsiran (Arikunto, 2008) berdasarkan Tabel 2.

Tabel 2. Tafsiran persentase angket

Persentase (%)	Kriteria
80,1 – 100	Sangat tinggi
60,1 – 80	Tinggi
40,1 – 60	Sedang
20,1 – 40	Rendah
0,0 – 20	Sangat rendah

- h. Menafsirkan kriteria validasi analisis persentase produk hasil validasi ahli dengan menggunakan tafsiran (Arikunto, 2008) berdasarkan Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria validasi

Persentase	Tingkat Kevalidan	Keterangan
100-76	Valid	Layak / tidak perlu direvisi
75-61	Cukup valid	Cukup layak/ revisi sebagian
60-26	Kurang valid	Kurang layak / revisi sebagian
< 26	Tidak valid	Tidak layak/ revisi total

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil simpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil validasi ahli terhadap produk *e-LKPD* berbasis multipel representasi pada materi faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia berorientasi keterampilan komunikasi yang dikembangkan mengenai aspek kesesuaian isi, konstruksi, dan keterbacaan memiliki kriteria sangat tinggi. Dari hasil validasi ahli produk *e-LKPD* yang dikembangkan dikatakan valid karena persentase tiap aspek memiliki kriteria sangat tinggi.
2. Hasil tanggapan guru terhadap produk *e-LKPD* yang dikembangkan mengenai aspek kesesuaian isi, konstruksi, dan keterbacaan memiliki kriteria sangat tinggi, sehingga *e-LKPD* dikatakan valid.
3. Hasil tanggapan siswa terhadap produk *e-LKPD* yang dikembangkan mengenai aspek keterbacaan dan kemenarikan memiliki kriteria sangat tinggi.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, terdapat saran yang dapat dijadikan sebagai bahan masukan, yaitu dalam *e-LKPD* ini urutan pembelajaran menggunakan tahap pendekatan saintifik, akan menjadi lebih baik apabila pengguna *e-LKPD* dan/atau peneliti selanjutnya mengimplementasikan *e-LKPD* ini ke dalam suatu model

pembelajaran. Selain itu peneliti selanjutnya disarankan untuk mengembangkan *e-LKPD* menggunakan aplikasi yang lain dan pada materi kimia yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminudin, M. A., Fadiawati, N., & Tania, L. 2015. Pengembangan LKS Berbasis Multipel Representasi Pada Materi Klasifikasi Materi. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia*. 4. 2. 720-731.
- Arikunto, S. 2008. *Penilaian Program Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Arnyana, I.B.P. 2018. Pembelajaran Untuk Meningkatkan Kompetensi 4C Untuk Menyongsong Era Abad 21. *Prosiding Seminar Nasional MIPA*. Universitas Pendidikan Ganesha.
- Asyhar, R. 2012. *Kreatif Mengembangkan Media Pembelajaran*. Jakarta: Referensi.
- Azhari, A., & Huda, Y. 2022. Pengembangan Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik (E-LKPD) pada Mata Pelajaran Dasar Listrik dan Elektronika di Kelas X Teknik Audio Video SMK Negeri 1 Batang Natal. *Jurnal Pendidikan Tambusai*. 6. 1. 2646-2657.
- Borg, W. R. & Gall, M. D. 1989. *Educational Research: An Introduction, Fifth Edition*. New York: Longman.
- Darmodjo, H & Kaligis, J.R.E. 1992. *Pendidikan IPA II*. Jakarta: Depdikbud.
- Devi, P. K. 2010. *Keterampilan Proses dalam Pembelajaran IPA*. Jakarta: PPPPTK IPA.
- Dewi, L. J. E. 2009. Pengembangan Media Pembelajaran Reaksi Kesetimbangan Kimia. *JPTK, UNDIKSHA*. 6. 2. 71-80.
- Dewi, P. F. 2010. Pengembangan Lembar Kerja Peserta didik (LKS) Interaktif pada Pelajaran Kimia Pokok Bahasan Hidrokarbon di SMA Negeri 5 Palembang. *Skripsi*. Palembang: FKIP Universitas Sriwijaya.

- Depdiknas. 2003. *Standar Isi Untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah..* Jakarta: Badan Standar Nasional Pendidikan.
- Ditama, V., Saputro, S., & Catur, A.N. 2015. Pengembangan Multimedia Interaktif Dengan Menggunakan Program Adobe Flash Untuk Pembelajaran Kimia Materi Hidrolisis Garam Sma Kelas XI. *Jurnal Pendidikan Kimia (JPK)*. 4. 2. 23-31.
- Dick, W., Carey, L., & Carey, J. O. 2001. *The systematic design of instruction (5th ed.)*. New York: Addison-Wesley Educational Publisher Inc.
- Fahmi, S & Marsigit. 2014. Pengembangan Multimedia Macromedia Flash dengan Pendekatan Kontekstual dan Keefektifannya terhadap Sikap Siswa pada Matematika. *PYTHAGORAS : Jurnal Pendidikan Matematika*. 9. 1. 90-98.
- Fakhri, M.I., Bektiarso, S., & Supeno. 2018. Penggunaan Media Pembelajaran Animasi Berbantuan Macromedia Flash Pada Pembelajaran Fisika Pokok Bahasan Momentum, Impuls, Dan Tumbukan Kelas X SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 7. 3. 271-277.
- Farida, I., Liliyasi, & Sopandi, W. 2011. Pembelajaran Berbasis Web untuk Meningkatkan Kemampuan Interkoneksi Multiplelevel Representasi Mahasiswa Calon Guru pada Topik Kesetimbangan Larutan Asam-Basa. *Jurnal Chemical*. 12. 1. 14-24.
- Fatmawati, S., Supriatin, A., & Larasati, E. 2014. Seminar Fisika Unpar 2014. Penerapan Metode Eksperimen Dalam Pembelajaran Fisika Terhadap Keterampilan Komunikasi Siswa Pada Pokok Bahasan Gerak Lurus. https://www.academia.edu/33222841/seminar_fisika_unpar_2014_docx. Diakses pada 3 Desember 2020.
- Febriyanti, E. 2017. Pengembangan E-LKPD Berbasis *Problem Solving* Pada Materi Kesetimbangan Kimia Di SMAN 2 Kota Jambi. *Jurnal Pendidikan Kimia*. 1-14.
- Gaffar, A. A. 2017. Penerapan model jigsaw untuk meningkatkan keterampilan berkomunikasi peserta didik pada materi sistem peredaran darah pada manusia. *Jurnal Bio Education*. 2. 2. 21-26.
- Gazali, R.Y. 2016. Pengembangan bahan ajar matematika untuk siswa SMP berdasarkan teori belajar Ausubel. *Pythagoras: Jurnal Pendidikan Matematika*. 11. 2. 182-192.

- Gulo, M. L. 2018. Meningkatkan Keterampilan Proses Bagi Siswa Dengan Menggunakan Model Pembelajaran *Think Pair Share* Pada Mata Pelajaran IPA Kelas IV Sekolah Dasar. *Artikel Ilmiah*. 1-15.
- Haryati, S., Miharty, & Pratiwi. R. 2013. Pemanfaatan Media Animasi Dalam Pembelajaran Kimia Untuk Meningkatkan Motivasi Dan Prestasi Belajar Siswa Di SMAN 12 Pekanbaru. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*: 363-368.
- Herawati, E. P., Gulo, F., & Hartono. 2016. Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Interaktif Untuk Pembelajaran Konsep Mol Di Kelas X SMA. *Jurnal Penelitian Pendidikan Kimia*. 3. 2. 168-177.
- Herron, J.D., Cantu, L.L., Ward, R., & Srinivasan, V. 1977. Problem Associated with Concept Analysis. *Science Education*. 61. 2. 185-199.
- Iqbal, M., Simarmata, J., Feriyansyah, F., Tambunan, A. R.S., Siihite, O., dkk. 2018. Using Google form for student Worksheet as Learning media. *Internasional journal of Engenering & Technology*, 7 (3,4): 321-324.
- Johnstone, A. H. 1982. Macro- and Micro-Chemistry. *School Science Review*. 64. 377-379.
- _____. 1993. The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70. No. 9. p. 701-705.
- _____. 2006. Chemical Education Research In Glasgow In Perspective. *Chemistry Education Research and Practice*. 7. 2. 49-63.
- Layng, T.V. J. 2013. *Understanding Concept: Implication for Science Teaching*. Mimioscience: Mimio.
- Levy, O. S., Eylon, B. S., & Schrez, Z. 2009. Teaching scientific communication skills in science studies: Does it make a difference. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 7. 875-903.
- Majid, A. 2009. *Perencanaan Pembelajaran, Mengembangkan Standar Kompetensi Guru*. Jakarta: Rosda Karya.
- Mayer, R.E & Moreno, R. 2002. Animation as an Aid to Multimedia Learning. *Educational Psychology Review*. 14. 1. 87-99.

- Meirina, A.M. 2013. Pengembangan Media Animasi Pembelajaran Berbasis Multipel Representasi pada Materi Faktor - Faktor yang Mempengaruhi Kestimbangan Kimia. (*Skripsi*). Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Meirina, A.M., Fadiawati, N., Diawati, C., & Kadaritna, N. 2013. Animation Media Development Based Multiple Representation on Material Factors Affecting Chemical Equilibrium. *JPPK (Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia)*. 1. 2. 1-14.
- Mudlofir, A. 2011. *Aplikasi pengembangan KTSP dan bahan ajar dalam pendidikan agama Islam*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Nadya R. J.H., Rohendi, D., & Purnawan. 2016. Penerapan Media Pembelajaran Modul Elektronik Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Teknologi Mekanik. *Journal Of Mechanical Engineering Education*, 3.1. 107.
- Nisa, A. 2022. Analisis Keterampilan Komunikasi Pada Pembelajaran Kimia SMA Di Masa Pandemi Covid-19. (*Skripsi*). Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah.
- Nisa, H. A. 2020. Pengembangan *E-Modul Dengan Flip PDF Professional* Berbasis Gamifikasi Pada Materi Himpunan. (*Skripsi*). Bandar Lampung: UIN Raden Intan Lampung.
- OECD. 1999. *Measuring student knowledge and skills*. France: The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD).
- Permendikbud. 2016. *Permendikbud No. 69 Tahun 2016 Tentang Kurikulum SMA dan MA*. Jakarta: Kemendikbud.
- Prastowo, A. 2014. *Pengembangan Bahan Ajar Tematik Tinjauan Teoritis dan Praktis*. Jakarta : Kencana Prenadamedia Gr.
- Puspitasari, A. D. 2019. Penerapan Media Pembelajaran Menggunakan Modul Cetak Dan Modul Elektronik Pada Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika*. 7. 1. 18.
- Putra, N. 2015. *Research & Development Penelitian dan Pengembangan*. Jakarta : Raja Grafindo Persada.

- Putrizal, I., Sunyono, & Efkar, T. 2015. LKS Materi Larutan Elektrolit dan Non-Elektrolit Berbasis Multipel Representasi Menggunakan Model SIMAYANG. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia*. 4. 1. 235-247.
- Safitri, H. W., Syafi'i. W., & Suryawati, E. 2021. Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Elektronik Dengan *Flip PDF Professional* Berbasis Pendekatan Konstruktivisme Pada Materi Sistem Respirasi Kelas XI SMA. *JOM FKIP-UR*. 8. 2. 1-10.
- Samatowa, U. 2011. *Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar*. Jakarta: Indeks.
- Sari, Y. P. 2019. Pengembangan LKPD Elektronik Dengan 3d *PageflipProfessional* Berbasis Literasi Sains Pada Materi Gelombang Bunyi. (*Skripsi*). Bandar Lampung: UIN Raden Intan Lampung.
- Saselah, Y. R., Amir, M., & Qadar, R. 2017. Pengembangan Multimedia Interaktif Berbasis Adobe Flash CS6 Professional Pada Pembelajaran Kesetimbangan Kimia. *JKPK (Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia)*. 2. 2. 80-89.
- Setyorini, R. 2015. Pemanfaatan Internet sebagai Implementasi ICT dan Sarana Memotivasi Belajar Sastra di Sekolah. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pendidikan*, Surakarta 25-26 Agustus 2015. 2(3): 50.
- Sholehah, F. 2021. Pengembangan E- LKPD Berbasis Kontekstual Menggunakan *Liveworksheets* Pada Materi Aritmetika Sosial Kelas VII SMP Ahmad Dahlan Kota Jambi. (*Skripsi*). Jambi: UIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi.
- 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.
- Sunyono, Yuanita, L., & Ibrahim, M. 2011. Model Mental Mahasiswa Tahun Pertama dalam Mengenal Konsep Stoikiometri (Studi pendahuluan pada mahasiswa PS. Pendidikan Kimia FKIP Universitas Lampung). *Prosiding Seminar Nasional V*. 6 Juli 2011. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Sunyono, Yuanita, L., & Ibrahim, M. 2012. Efektivitas Model Pembelajaran Berbasis Multipel Representasi Dalam Membangun Model Mental Mahasiswa Topik Stoikiometri Reaksi. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains*. 73-87.
- Sunyono., Yuanita, L., & Ibrahim, M. 2014. Model Mental Mahasiswa Baru Dalam Memahami Konsep Struktur Atom Ditinjau Dari Pengetahuan Awal.

- Jurnal Pendidikan Sains Pascasarjana Universitas Negeri Surabaya*. 3. 3. 346-353.
- Sunyono. 2015. *Model Pembelajaran Multipel Representasi; Pembelajaran Empat Fase dengan Lima Kegiatan: Orientasi, Eksplorasi Imajinatif, Internalisasi, dan Evaluasi*. Yogyakarta: Media Akademi.
- Sudjana. 2005. *Metoda Statistika*. Bandung : Tarsito.
- Sukmadinata. 2015. *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Bandung: Remaja Rosda Karya.
- Supriadi, N. 2015. Mengembangkan Kemampuan Koneksi Matematis Melalui Buku Ajar Elektronik Interaktif (BAEI) Yang Terintegrasi Nilai-Nilai Keislaman. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 6. 1. 64.
- Tasker R. & Dalton R. 2006. Research into practice: visualisation of the molecular world using animations. *Chemistry Education Research and Practice*. 7. 2. 141-159.
- Treagust, D.F., Chittleborough, G., & Mamiala, T. 2003. The Role of Submicroscopic and Symbolic Representations in Chemical Explanation. *International Journal of Science Education*. 25. 11. 1353 -1368.
- Trianto. 2010. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif: Konsep, Landasan dan Implementasinya pada Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP)*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Vaughan, T. 2006. *Multimedia Making It Work* , Edisi 6. Yogyakarta: Pustaka Aksara.
- Wariato. 2011. *Keterampilan Proses Sains*. Jakarta: Kencana Prenada Media Grup.
- Wijaya, E.Y., Sudjimat, D. A., & Nyoto, A. 2016. Transformasi Pendidikan Abad 21 sebagai Tuntutan Pengembangan Sumber Daya Manusia di Era Global. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika 2016*. Universitas Kanjuruhan Malang, Malang. 1. 263-271.
- Wu, H. K., Krajcik, J. S., & Soloway, E. 2000. Promoting understanding of chemical representations: Students' use of a visualization tool in the classroom. *Journal of research in science teaching*. 38. 7. 821-842.

Yudhiantoro, D. 2006. *Membuat animasi web dengan macromedia flash professional 8* . Yogyakarta: Andi Offset.

Zubaidah, S. 2018. Mengenal 4C: Learning and Inovation skills untuk Menghadapi Revolusi Industri 4.0. *Makalah*: Disampaikan dalam seminar 2nd Science Education National Conference di Universitas Trunojoyo Madura 13 Oktober.