

**PENGEMBANGAN *E-BOOK* BERBASIS REPRESENTASI KIMIA
PADA MATERI REAKSI REDUKSI OKSIDASI**

(Skripsi)

Oleh

**AYU AQSARI
1813023028**



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

ABSTRAK

PENGEMBANGAN *E-BOOK* BERBASIS REPRESENTASI KIMIA PADA MATERI REAKSI REDUKSI OKSIDASI

Oleh

AYU AQSARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *e-Book* berbasis representasi kimia pada materi reaksi redoks, mendeskripsikan karakteristik *e-Book* materi reaksi redoks, serta mendeskripsikan tanggapan guru dan siswa terhadap *e-Book* yang dikembangkan. Desain penelitian yang digunakan pada pengembangan ini adalah *Research and Development* (R&D) oleh Borg and Gall. Responden pada tahap penelitian dan pengumpulan data, yaitu 5 guru mata pelajaran kimia dan masing-masing 10 siswa kelas X di SMAN 13 Bandar Lampung, SMAN 14 Bandar Lampung, dan SMAN 15 Bandar Lampung. Responden pada tahap uji coba terbatas, yaitu 3 guru mata pelajaran kimia dan 30 siswa kelas X MIPA di SMAN 13 Bandar Lampung.

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini berupa angket. Teknik analisis data pada penelitian ini, yaitu menghitung persentase rata-rata skor tanggapan responden. Hasil validasi terhadap *e-Book* yang dikembangkan mendapat kriteria sangat tinggi dengan persentase sebesar 84,16% untuk aspek kesesuaian isi, 89% untuk aspek konstruksi, 86,87% untuk aspek keterbacaan, dan 85,71% untuk aspek kemenarikan. Hasil tanggapan guru terhadap *e-Book* yang dikembangkan mendapatkan kriteria sangat tinggi dengan persentase sebesar 96,66% untuk aspek kesesuaian isi, 97,49% untuk aspek keterbacaan, dan 100% untuk aspek konstruksi. Hasil tanggapan siswa terhadap *e-Book* yang dikembangkan mendapatkan kriteria sangat tinggi dengan persentase sebesar 86,26% untuk aspek keterbacaan, dan 88,75% untuk aspek kemenarikan. Berdasarkan hasil validasi, tanggapan guru dan tanggapan siswa maka *e-Book* berbasis representasi kimia pada materi reaksi redoks dinyatakan valid dan layak digunakan sebagai sumber belajar di sekolah.

Kata kunci: *e-Book*, representasi kimia, reaksi redoks

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF E-BOOK BASED ON CHEMICAL REPRESENTATION IN REDOX REACTION MATERIALS

By

AYU AQSARI

This research aims to develop an e-Book based on chemical representations in redox reaction material, to describe the characteristics of e-Book in redox reaction material, and describe the responses of teachers and students to the developed e-Book. Research design which is used in this development is Research and Development (R&D) by Borg and Gall. Respondents of this research and data collection were 5 chemistry teachers and each of 10 students of class X at SMAN 13 Bandar Lampung, SMAN 14 Bandar Lampung, and SMAN 15 Bandar Lampung. Respondents at limited trial were 3 chemistry teachers and 30 students of class X MIPA at SMAN 13 Bandar Lampung.

The instrument in this research is questionnaire. Data analysis technique in this research is to calculate the average percentage score of respondents responses. Validation results to the developed e-Book obtained very high criteria with a percentage of 84.16% for the content suitability aspect, 89% for the construction aspect, 86.87% for the readability aspect, and 85.71% for the attractiveness aspect. The results of the teachers response to the developed e-Book obtained very high criteria with a percentage of 96.66% for the content suitability aspect, 97.49% for the readability aspect, and 100% for the construction aspect. The results of students response to the developed e-Book obtained very high criteria with a percentage of 86.26% for the readability aspect, and 88.75% for the attractiveness aspect. Based on validation results, teachers response, and students response, the e-Book based on chemical representations in redox reaction material can be declared valid and suitable for use as learning resources in schools.

Keywords: e-Book, chemical representation, redox reaction

**PENGEMBANGAN *E-BOOK* BERBASIS REPRESENTASI KIMIA
PADA MATERI REAKSI REDUKSI OKSIDASI**

Oleh

AYU AQSARI

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-BOOK* BERBASIS REPRESENTASI KIMIA PADA MATERI REAKSI REDUKSI OKSIDASI**

Nama Mahasiswa : **Ayu Aqsari**

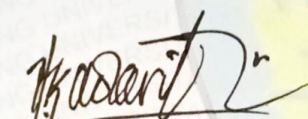
Nomor Pokok Mahasiswa : **1813023028**

Program Studi : **Pendidikan Kimia**

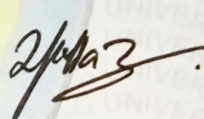
Fakultas : **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

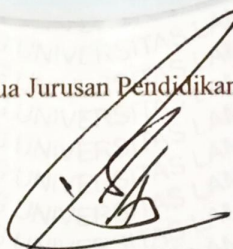


Dr. Nina Kadaritna, M.Si.
NIP 19600407 198503 2 003



Gamilla Nuri Utami, S.Pd., M.Pd.
NIP 19921121 201903 2 019

2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

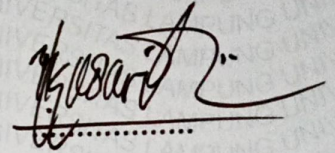


Prof. Dr. Undang Rosidin, M. Pd.
NIP 19600301 198503 1 003

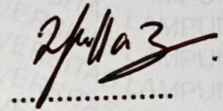
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

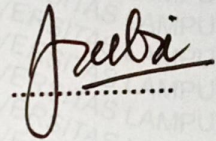
Ketua : **Dra. Nina Kadaritna, M.Si.**



Sekretaris : **Gamilla Nuri Utami, S.Pd., M.Pd.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Noor Fadiawati, M.Si.**



Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Prof. Dr. Sunyono, M.Si.
NIP. 19651230 199111 9 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **07 Februari 2023**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ayu Aqsari
NPM : 1813023028
Program Studi : Pendidikan Kimia
Jurusan : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi yang berjudul “Pengembangan *e-Book* Berbasis Representasi Kimia pada Materi Reaksi Reduksi Oksidasi” tersebut adalah asli hasil penelitian saya, kecuali bagian-bagian tertentu yang dirujuk dari sumbernya disebutkan dalam daftar pustaka.

Demikian pernyataan ini saya buat dan apabila dikemudian hari ternyata pernyataan ini tidak benar, maka saya sanggup dituntut berdasarkan Undang-Undang dan Peraturan yang berlaku.

Bandar Lampung, 07 Februari 2023
Yang menyatakan,



Ayu Aqsari
1813023028

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Lahat, Sumatera Selatan pada tanggal 23 April 2000, sebagai anak terakhir dari enam bersaudara, dari Bapak Sholihin, BA dan Ibu Samsidar, S.Pd.I.

Penulis menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-kanak (TK) Negeri Pembina Lahat, Sumatera Selatan pada tahun 2006, Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SD Negeri 3 Labuhan Dalam, Bandar Lampung pada tahun 2012, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 20 Bandar Lampung pada tahun 2015, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 13 Bandar Lampung pada tahun 2018.

Tahun 2018, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN. Selama menjadi mahasiswa pernah aktif di Organisasi Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (BEM FKIP) dan Forum Silaturahmi Mahasiswa Pendidikan Kimia (FOSMAKI). Pada tahun 2021, penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) dan PLP di Rajabasa, Bandar Lampung. Pada tahun 2021, penulis terdaftar sebagai anggota Kampus Mengajar Angkatan 1 di SD Muhammadiyah 3 Bandar Lampung serta anggota Pertukaran Mahasiswa Merdeka Angkatan 1 di IKIP Budi Utomo Malang.

PERSEMBAHAN

Puji syukur saya ucapkan atas rahmat, ilmu dan hidayah dari Allah SWT sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Dengan rasa bangga dan syukur, saya mempersembahkan skripsi ini kepada:

Ayah dan Ibu tercinta

Sholihin, BA dan Samsidar, S.Pd.I

Terimakasih selalu mendoakan saya dalam setiap doa, memberi saya dukungan dan motivasi, memberi cinta dan kasih sayang, mengajari saya kehidupan, menghormati keputusan saya dan percaya pada saya.

Kakak-kakak ku tersayang

Fatra, Zulfikar, Silmi, Emir, Gita

Terimakasih selalu menjaga saya, memberi saya dukungan finansial dan cinta, membantu saat saya merasa sulit, mendengarkan kisah pahit hidup saya, serta memberi dukungan dan motivasi.

Keponakan-keponakan ku tersayang

Raffa, Sayid, Almira, Mirza, Edelweis, Aril, Husain

Terimakasih selalu membuat hari-hari tante penuh warna, memberi tante energi dan kebahagiaan.

MOTTO

Dream, pray and trying to give the best for better results in the future
Stay focus and complete the journey
Process and experience educated to become a more resilient person
Live once, learn always, laugh a lot, love much and grateful every time
(Ayu Aqsari)

Do something today that you future self will thank you for
(Sean Patrick Flanery)

Nobody is perfect. We all have made a mistakes at some point in the past. But don't let that haunt you and please stop being too hard on yourself. You probably did all you could.
(Maudy Ayunda)

SANCAWANA

Puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat diselesaikan skripsi yang berjudul “Pengembangan *e-Book* Berbasis Representasi Kimia pada Materi Reaksi Reduksi Oksidasi” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pendidikan di Universitas Lampung. Pada kesempatan ini penulis sampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Sunyono, M.Si., selaku Dekan FKIP Universitas Lampung.
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.
4. Ibu Dra. Nina Kadaritna, M.Si., selaku dosen Pembimbing Akademik dan pembimbing satu skripsi atas bimbingan yang telah diberikan kepada penulis selama studi, serta keikhlasan dan kesediaannya memberikan bimbingan, kritik, dan saran untuk skripsi ini.
5. Ibu Gamilla Nuri Utami, S.Pd., M.Pd., selaku dosen pembimbing dua skripsi atas bimbingan yang telah diberikan kepada penulis selama masa studi, serta keikhlasan dan kesediaannya memberikan bimbingan, kritik, dan saran untuk skripsi ini.
6. Ibu Dr. Noor Fadiawati, M.Si., selaku pembahas atas kritik, saran dan perbaikan yang telah diberikan.
7. Ibu Dra. Ila Rosilawati, M.Si., dan Bapak Bayu Saputra, S.Pd., M.Pd., selaku validator atas keikhlasan dan kesedian untuk memberikan kritik dan saran pada produk yang dikembangkan.
8. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Pendidikan Kimia dan seluruh staf Jurusan Pendidikan MIPA, FKIP Universitas Lampung atas ilmu yang telah diberikan.

9. Guru dan siswa SMA Negeri 13, 14, dan 15 Bandar Lampung, atas bantuannya pada saat penulis melaksanakan penelitian.
10. Ayah, Ibu, kakak-kakak dan keponakan yang senantiasa mendukung selama menempuh pendidikan di Universitas Lampung.
11. Astria Munitasari, selaku teman seperjuangan perskripsian atas kerjasama dan dukungan selama proses penyusunan skripsi ini.
12. Qonitah, Enci, Revina, Deswari, Windy, Mutiara, Tere, Dilla, selaku teman berkeluh kesah terimakasih atas waktu, motivasi dan dukungannya.

Akhir kata, penulis ucapkan syukur yang sebesar-besarnya karena telah mampu menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Bandar Lampung, 07 Februari 2023

Penulis

Ayu Aqsari

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian.....	6
D. Manfaat Penelitian.....	6
E. Ruang Lingkup Penelitian	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Sumber Belajar	8
B. Buku Elektronik (<i>E-Book</i>).....	11
C. Representasi Kimia	14
D. Analisis Konsep.....	17
III. METODE PENELITIAN	
A. Desain Penelitian	23
B. Sumber Data Penelitian	27
C. Teknik Pengumpulan Data	27
D. Alur Penelitian.....	28
E. Instrumen Penelitian.....	29
F. Teknik Analisis Data	31
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian dan Pengumpulan Informasi	34
B. Hasil Perencanaan Produk.....	37
C. Hasil Pengembangan Produk Awal.....	38
D. Hasil Uji Coba Lapangan Awal	49
E. Revisi Hasil Uji Coba Lapangan Awal	51
F. Karakteristik <i>E-Book</i> Berbasis Representasi Kimia yang Dikembangkan	52
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan.....	55

B. Saran.....	55
---------------	----

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisis KI-KD.....	61
Lampiran 2. RPP.....	67
Lampiran 3. Angket Analisis Kebutuhan Guru.....	79
Lampiran 4. Angket Analisis Kebutuhan Siswa.....	82
Lampiran 5. Hasil Angket Analisis Kebutuhan Guru.....	85
Lampiran 6. Hasil Angket Analisis Kebutuhan Siswa.....	88
Lampiran 7. Storyboard.....	91
Lampiran 8. Produk <i>E-Book</i>	95
Lampiran 9. Persentase Hasil Validasi Ahli Aspek Kesesuaian Isi.....	118
Lampiran 10. Persentase Hasil Validasi Ahli Aspek Konstruksi.....	120
Lampiran 11. Persentase Hasil Validasi Ahli Aspek Keterbacaan.....	123
Lampiran 12. Persentase Hasil Validasi Ahli Aspek Kemenarikan.....	125
Lampiran 13. Persentase Hasil Tanggapan Guru Aspek Kesesuaian Isi.....	127
Lampiran 14. Persentase Hasil Tanggapan Guru Aspek Keterbacaan.....	129
Lampiran 15. Persentase Hasil Tanggapan Guru Aspek Kemenarikan.....	132
Lampiran 16. Persentase Hasil Tanggapan Siswa Aspek Keterbacaan.....	134
Lampiran 17. Persentase Hasil Tanggapan Siswa Aspek Kemenarikan.....	137

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Analisis konsep pada materi reaksi reduksi oksidasi	18
2. Penskoran berdasarkan skala Likert.....	33
3. Tafsiran kriteria tanggapan guru dan validator	34
4. Kriteria validasi analisis presentase	34
5. Hasil analisis angket kebutuhan guru pada studi lapangan.....	36
6. Hasil analisis angket kebutuhan siswa pada studi lapangan	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Alur penelitian pengembangan <i>e-Book</i> berbasis representasi kimia pada materi reaksi reduksi oksidasi.	29
2. Contoh uraian materi pada <i>e-Book</i> reaksi reduksi oksidasi dilengkapi dengan representasi kimia	41
3. Hasil validasi ahli terhadap <i>e-Book</i> berbasis representasi kimia pada materi reaksi reduksi oksidasi	42
4. Uraian indikator pencapaian kompetensi sebelum revisi.....	43
5. Uraian indikator pencapaian kompetensi sesudah revisi	44
6. Tampilan contoh reaksi pada konsep pengikatan oksigen sebelum revisi.....	44
7. Tampilan contoh reaksi pada konsep pengikatan oksigen sesudah revisi.....	45
8. Tampilan aturan-aturan dalam penentuan bilangan oksidasi sebelum revisi.	45
9. Tampilan aturan-aturan dalam penentuan bilangan oksidasi sesudah revisi .	46
10. Tampilan gambar representasi kimia pada pembakaran karbon sesudah revisi.....	47
11. Tampilan gambar representasi kimia pada pembakaran karbon sesudah revisi.....	47
12. Tampilan video pembelajaran sebelum revisi.....	48
13. Tampilan video pembelajaran sesudah revisi	48
14. Hasil tanggapan guru pada uji coba lapangan awal	49
15. Hasil tanggapan siswa pada uji coba lapangan awal.....	52
16. Tampilan isi <i>e-Book</i> berbasis representasi kimia.....	52
17. Fenomena dalam <i>e-Book</i> reaksi reduksi oksidasi berbasis representasi kimia	53
18. Soal pilihan ganda dalam <i>e-Book</i> reaksi reduksi oksidasi berbasis representasi kimia	54
19. Soal uraian dalam <i>e-Book</i> reaksi reduksi oksidasi berbasis representasi kimia	54

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan abad 21 ditandai dengan perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) yang pesat, serta pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) dalam segala aspek kehidupan, salah satunya dalam bidang pendidikan (Apriyani dan Pratiwi, 2022). Pendidikan abad 21 merupakan hubungan antara aspek keilmuan dengan pembaharuan serta kecepatan akses teknologi. Pendidikan abad 21 mendorong manusia mengenal kemajuan teknologi dengan memanfaatkan TIK, termasuk dalam proses pembelajaran (Putra dkk., 2021).

Pemanfaatan TIK diimplementasikan pada masa pandemi Covid-19. Hampir setiap sektor kehidupan terkena dampak pandemi, tak terkecuali sektor pendidikan. Menurut Harahap dan Mawardi (2022), pendidikan merupakan proses yang berkesinambungan dan bersifat dinamis sehingga proses pembelajaran tetap berjalan meskipun negara bahkan dunia terkena dampak wabah Covid-19. Pelaksanaan pembelajaran tatap muka diubah menjadi pembelajaran dalam jaringan (daring), yaitu pembelajaran tanpa adanya pertemuan tatap muka langsung antara guru dan siswa (Rozi dan Lana, 2021). Saat pembelajaran daring, sebagian besar pelaksanaan proses pembelajaran memerlukan penggunaan TIK. Oleh karena itu, perkembangan IPTEK pada abad 21 serta pandemi covid 19 mendorong keperluan inovasi pembelajaran.

Salah satu inovasi pembelajaran dapat diterapkan pada pengembangan maupun modifikasi sumber belajar. Inovasi sumber belajar dapat dipadukan dengan pemanfaatan TIK karena dapat meningkatkan efektifitas dan efisiensi dalam proses pembelajaran (Wildayani dan Nugraha, 2022). Hal ini didukung pendapat Albugami *and* Ahmed (2015) bahwa TIK merupakan alat yang dapat

meningkatkan kinerja, kerja sama, pengalaman belajar, dan hasil belajar. Sumber belajar berbasis TIK yang dapat dikembangkan berupa buku digital atau dikenal dengan *e-Book*.

E-Book merupakan versi elektronik dari buku yang dapat diakses setiap saat melalui perangkat elektronik (Alwan, 2018). Manley and Holley (2012) menyatakan bahwa *e-Book* adalah buku digital yang mengintegrasikan teks, gambar, animasi, dan suara yang diakses menggunakan perangkat tertentu, seperti komputer, laptop, dan *smartphone*. Penggunaan *e-Book* dapat meningkatkan interaksi antara pendidik dan peserta didik dalam pembelajaran daring (Rachmah dkk., 2018).

Beberapa keunggulan yang dimiliki *e-Book* dibandingkan dengan buku cetak, seperti akses *online*, kemampuan penelusuran, manfaat biaya, dan portabilitas (Sackstein *et al.*, 2015). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Solihah (2020) dengan menggunakan *e-Book* siswa dapat mengakses internet dan menggunakan *e-Book* sesuai yang diarahkan oleh guru serta menjadi sumber belajar mandiri untuk siswa. Oleh karena itu, ketersediaan *e-Book* menjadi salah satu alternatif sumber belajar yang digunakan dalam proses pembelajaran. Selain itu, keunggulan *e-Book* yang mudah diakses serta dapat mengintegrasikan teks, gambar, animasi, dan suara dapat membuat proses pembelajaran menjadi lebih menarik.

Penggunaan *e-Book* dapat memudahkan guru dalam proses pembelajaran ketika menjelaskan suatu konsep, terutama untuk konsep-konsep yang bersifat abstrak dalam ilmu kimia (Yulianti, 2016). *E-Book* yang tepat agar dapat menyampaikan konsep yang abstrak adalah *e-Book* yang menyajikan materi dengan menghubungkan hal yang abstrak dengan hal yang konkret sehingga konsep abstrak menjadi lebih mudah dipahami oleh siswa. Keabstrakan dan konsep dalam ilmu kimia dapat dipahami melalui tiga level representasi kimia.

Menurut Johnstone (1982) representasi kimia dibagi menjadi tiga level, yaitu level makroskopis, level submikroskopis, dan level simbolik. Level makroskopis, yaitu riil dan dapat dilihat, seperti fenomena kimia yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari maupun di laboratorium yang dapat diamati langsung. Level submikroskopis, yaitu berdasarkan observasi riil, tetapi masih memerlukan teori untuk menjelaskan

apa yang terjadi pada level molekuler dan menggunakan representasi model teoretis, seperti partikel yang tidak dapat dilihat secara langsung. Level simbolik, yaitu representasi dari suatu kenyataan, seperti representasi simbol dari atom, molekul dan senyawa baik dalam bentuk gambar, aljabar, dan bentuk-bentuk hasil pengolahan komputer. Ketiga level representasi dapat membantu siswa dalam memahami konsep dalam ilmu kimia terutama konsep abstrak serta menanamkan suatu konsep (Sari dkk., 2017).

Salah satu materi kimia yang dapat direpresentasikan dengan menggabungkan ketiga level representasi kimia, yaitu materi reaksi reduksi oksidasi (redoks). Redoks merupakan salah satu materi kimia SMA yang membahas mengenai konsep abstrak dengan contoh-contoh konkrit yang sangat berkaitan erat dengan kehidupan sehari-hari. Reaksi redoks merupakan materi kelas X yang merupakan dasar untuk mempelajari konsep redoks dalam sistem elektrokimia serta penerapannya dalam sel elektrolisis di kelas selanjutnya (Jong *et al.*, 1995). Selain itu, agar siswa dapat lebih memahami materi reaksi redoks diperlukan penggambaran secara nyata mengenai unsur dan senyawa. Penggambaran mikroskopis dalam pembelajaran dapat membuat siswa lebih memahami sebuah konsep kimia seperti yang dijelaskan Indrayani (2013) bahwa pendekatan mikroskopis menghasilkan peningkatan kemampuan siswa dalam menyelesaikan soal-soal makroskopis, simbolik dan mikroskopik lebih tinggi dibandingkan pendekatan konvensional. Oleh karena itu, diperlukan sumber belajar materi reaksi redoks yang mengaitkan dengan representasi kimia, agar siswa dapat dengan mudah memahami materi reaksi redoks.

Berdasarkan kajian terhadap beberapa *e-Book* kimia materi reaksi reduksi oksidasi terbitan Departemen Pendidikan Nasional serta beberapa penerbit lainnya dapat disimpulkan bahwa *e-Book* belum dikembangkan secara luas. Beberapa *e-Book* sudah menampilkan gambar berwarna, tetapi lebih banyak menampilkan gambar tidak berwarna, tidak melibatkan representasi kimia di dalamnya khususnya belum menampilkan level submikroskopis, belum ada video maupun fenomena dalam kehidupan sehari-hari berkaitan dengan materi reaksi reduksi oksidasi. *E-Book* yang beredar di internet masih dalam bentuk buku konvensional yang hanya diubah dalam bentuk *e-Book* berupa *softfile* yang dapat diakses di komputer.

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan yang dilakukan dengan cara pengisian angket yang dilakukan di tiga SMA di Bandar Lampung, yaitu SMAN 13 Bandar Lampung, SMAN 14 Bandar Lampung, dan SMAN 15 Bandar Lampung diperoleh fakta bahwa penggunaan *e-Book* dalam proses pembelajaran masih sangat minim. Berdasarkan hasil pengisian angket kebutuhan guru oleh lima guru dari tiga sekolah, kelima guru menyatakan masih menggunakan buku cetak sebagai sumber belajar utama serta menggunakan *power point template* (PPT) sebagai bahan ajar tambahan. Guru menyatakan belum pernah membuat *e-Book*, tetapi pernah menggunakan *e-Book* hasil mengunduh melalui internet. *E-Book* yang digunakan hanya berisi rangkuman materi-materi reaksi redoks berbentuk *portable document format* (PDF). *E-Book* yang digunakan belum terdapat fenomena dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan materi reaksi reduksi oksidasi, tidak terdapat video maupun gambar, serta belum terdapat ketiga level representasi kimia.

Berdasarkan hasil dari pengisian angket kebutuhan siswa diperoleh hasil 90% dari responden siswa menggunakan sumber belajar berupa buku cetak, 56% siswa menggunakan internet, dan hanya 30% siswa yang pernah menggunakan *e-Book* pada pembelajaran kimia, tetapi *e-Book* yang digunakan hanya menampilkan materi reaksi reduksi oksidasi, tidak terdapat video, gambar, maupun animasi. Sebanyak 83% responden siswa menyatakan mengalami kesulitan dalam memahami materi reaksi redoks. Sebanyak 100% dari responden siswa menyatakan belum terdapat level submikroskopis di dalam *e-Book* yang digunakan. Sebanyak 100% dari responden siswa serta kelima guru menyatakan perlu adanya pengembangan *e-Book* berbasis representasi kimia khususnya pada materi reaksi reduksi oksidasi. Responden guru dan siswa mengharapkan *e-Book* yang akan dikembangkan nantinya menampilkan fenomena dalam kehidupan sehari-hari berkaitan dengan materi reaksi reduksi oksidasi, terdapat gambar serta video penjelasan, contoh soal, terdapat soal evaluasi, bahasa yang mudah dipahami serta menampilkan representasi kimia.

Berdasarkan studi pustaka mengenai pengembangan *e-Book* yang sudah dilakukan sebelumnya, diketahui bahwa pengembangan *e-Book* yang dikembangkan oleh

Nimah dan Ritonga (2020) yang berjudul *Desain dan Uji Coba E-Book dengan Pendekatan Dilemmas Stories pada Materi Reaksi Reduksi Oksidasi*, menyatakan dengan mengembangkan *e-Book* tersebut dapat memberi sumbangan literatur yang dapat meningkatkan pemahaman siswa pada materi reaksi redoks. Suprpto dkk., (2019) yang mengembangkan *e-Book* interaktif berbasis animasi menyimpulkan bahwa *e-Book* sangat efektif bagi ketuntasan belajar siswa. Hal ini senada dengan penelitian Rokhim dkk., (2020) yang mengembangkan bahan ajar *flipbook* pada materi redoks dan elektrokimia berbasis pendekatan STEM-PjBL berbantuan video pembelajaran, melaporkan bahwa *e-Book* efektif digunakan untuk pembelajaran mandiri. Sukmawati dkk., (2020) yang melakukan pengembangan bahan ajar berbasis *conceptual change text* pada materi redoks, memperoleh hasil bahwa penggunaan bahan ajar memiliki keefektifan terhadap hasil belajar siswa. Selain itu, pengembangan buku ajar reaksi redoks berbasis representasi kimia oleh Dawati dkk., (2015) dan pengembangan *e-Book* berbasis *multiple* representasi pada bahasan klasifikasi materi Marsiyamsih dkk., (2017) memiliki persentase yang tinggi dari aspek kesesuaian isi, konstruksi, dan keterbacaan sehingga dapat diterima oleh guru dan siswa sebagai sumber belajar.

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan serta hasil studi pendahuluan maka dilakukan “Pengembangan *e-Book* Berbasis Representasi Kimia pada Materi Reaksi Reduksi Oksidasi”.

B. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana karakteristik *e-Book* berbasis representasi kimia pada materi reaksi reduksi oksidasi yang dikembangkan?
2. Bagaimana validitas *e-Book* berbasis representasi kimia pada materi reaksi reduksi oksidasi yang dikembangkan?
3. Bagaimana tanggapan guru terhadap *e-Book* berbasis representasi kimia pada materi reaksi reduksi oksidasi yang dikembangkan?

4. Bagaimana tanggapan siswa terhadap *e-Book* berbasis representasi kimia pada materi reaksi reduksi oksidasi yang dikembangkan?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan karakteristik *e-Book* berbasis representasi kimia pada materi reaksi reduksi oksidasi yang dikembangkan.
2. Mendeskripsikan validitas *e-Book* berbasis representasi kimia pada materi reaksi reduksi oksidasi yang dikembangkan.
3. Mendeskripsikan tanggapan guru terhadap *e-Book* berbasis representasi kimia pada materi reaksi reduksi oksidasi yang dikembangkan.
4. Mendeskripsikan tanggapan siswa terhadap *e-Book* berbasis representasi kimia pada materi reaksi reduksi oksidasi yang dikembangkan.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini menghasilkan *e-Book* berbasis representasi kimia pada materi reaksi reduksi oksidasi dan memiliki manfaat sebagai berikut:

1. Bagi Siswa
 - a. Sebagai sumber belajar yang lebih inovatif, efisien dan menarik bagi siswa untuk lebih dapat memahami materi reaksi reduksi oksidasi.
 - b. Sebagai alternatif sumber belajar siswa dalam mencapai kompetensi dasar pada pembelajaran kimia, khususnya pada materi reaksi reduksi oksidasi.
2. Bagi Guru
 - a. Sebagai sumber belajar ekonomis yang dapat digunakan dalam proses kegiatan belajar mengajar pada materi reaksi reduksi oksidasi.
 - b. Sebagai sumber referensi dalam proses kegiatan belajar mengajar pada materi reaksi reduksi oksidasi.
3. Bagi Sekolah
 - a. Sebagai sumber informasi dan literatur dalam upaya meningkatkan mutu pembelajaran kimia di sekolah.

- b. Sebagai salah satu sumber belajar yang digunakan secara langsung dalam proses pembelajaran kimia di sekolah.

E. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengembangan produk menggunakan desain *Research and Development* (R&D) oleh Borg *and* Gall terdapat sepuluh langkah pelaksanaan strategi penelitian dan pengembangan (Borg *and* Gall, 1989). Pada penelitian ini hanya sampai pada langkah ke-5.
2. Produk yang dikembangkan pada penelitian ini berupa *e-Book* berbasis representasi kimia untuk materi reaksi reduksi oksidasi kelas X MIPA.
3. Perangkat lunak atau *software* yang digunakan pada penelitian ini berupa aplikasi *flip pdf professional* yang memiliki fitur untuk menyisipkan video, *hyperlink*, teks animatif, gambar, audio dan *flash* ke dalam *flipbook* (Prihatiningtyas, 2020).
4. Produk yang dikembangkan berbasis representasi kimia. Representasi kimia terdiri dari tiga level, yaitu representasi makroskopis, representasi submikroskopis, dan representasi simbolik (Johnstone, 1982).
5. *E-Book* berbasis representasi kimia hasil pengembangan dapat dinyatakan valid jika mendapat presentase hasil validasi ahli sebesar 76-100% dan hasil tanggapan guru dan siswa berkategori minimal baik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sumber Belajar

Siswa membutuhkan adanya sumber belajar untuk mendukung kemandirian belajar. Minimnya ketersediaan sumber belajar akan membuat siswa menjadi kurang aktif dalam belajar di luar kelas. Siswa akan bergantung kepada guru sehingga siswa menjadi kurang mandiri. Sumber belajar menjadi komponen yang sangat penting dalam keberhasilan suatu pembelajaran. Menurut definisi *Association for Education and Communication Technology (AECT)* (1977) sumber belajar dapat diartikan sebagai semua sumber, baik berupa data, orang maupun wujud tertentu yang dapat digunakan oleh anak didik dalam kegiatan belajar. Sumber belajar dapat digunakan dalam kegiatan belajar mengajar, baik secara terpisah maupun terkomposisi sehingga mempermudah siswa dalam mencapai tujuan belajar (Rusman, 2012). Siswa dapat memperoleh banyak informasi, pengalaman, pengetahuan, dan keterampilan dalam proses pembelajaran dengan tersedianya sumber belajar.

Menurut pendapat Sudjana dan Rivai (2013), sumber belajar dibagi menjadi dua bagian, yaitu:

1. Sumber belajar yang dirancang (*learning resource by design*), yakni sumber-sumber yang secara khusus dirancang atau dikembangkan sebagai “komponen sistem instruksional” untuk memberikan fasilitas belajar yang terarah dan bersifat formal. Contohnya, buku teks, buku paket, video dan film.
2. Sumber belajar yang dimanfaatkan (*learning by utilization*), yakni sumber belajar yang tidak didesain khusus untuk keperluan pembelajaran dan keberadaannya dapat ditemukan, diterapkan, dan dimanfaatkan untuk keperluan pembelajaran. Sumber belajar yang dimanfaatkan ini adalah sumber belajar yang ada

di masyarakat, seperti museum, pasar, toko-toko, tokoh masyarakat, dan lainnya yang ada di lingkungan sekitar.

Menurut AECT (1977) sumber belajar diklasifikasikan menjadi 6 macam yaitu:

1. *Message* (pesan), yaitu informasi atau ajaran yang diteruskan dalam bentuk gagasan, fakta, dan data. Kelompok pesan adalah semua bidang studi/ mata kuliah atau bahan pengajaran yang diajarkan kepada peserta didik, dan sebagainya.
2. *People* (orang), yakni manusia yang bertindak sebagai penyimpan, pengolah dan penyaji pesan. Contohnya, guru atau dosen, tutor, peserta didik dan lainnya.
3. *Materials* (bahan), yaitu perangkat lunak yang mengandung pesan untuk disajikan melalui penggunaan alat atau perangkat keras ataupun oleh dirinya sendiri, seperti transportasi, slide, film, audio, video, modul, majalah, buku dan lainnya.
4. *Device* (alat), yakni sesuatu (perangkat keras) yang digunakan untuk menyampaikan pesan yang tersimpan dalam bahan. Misalnya, *overhead*, proyektor, *slide*, *video tape/recorder*, pesawat radio/tv, dan sebagainya.
5. *Technique* (teknik), yaitu prosedur atau acuan yang dipersiapkan untuk penggunaan bahan, peralatan, orang lingkungan untuk menyampaikan pesan. Contoh: pengajaran berprogram atau modul, simulasi, demonstrasi, tanya jawab dan sebagainya.
6. *Setting* (lingkungan), yaitu situasi atau suasana sekitar di mana pesan tersebut disampaikan. Lingkungan dibagi menjadi dua, yaitu lingkungan fisik dan non fisik. Lingkungan fisik, seperti ruang kelas, gedung sekolah, perpustakaan, laboratorium, taman, lapangan dan sebagainya, sedangkan lingkungan non fisik misalnya, suasana belajar itu sendiri, yaitu tenang, ramai, lelah, dan lainnya.

Pada proses pembelajaran memerlukan pemilihan sumber belajar untuk mencapai tujuan pembelajaran. Beberapa kriteria yang perlu diperhatikan dalam memilih sumber belajar, yaitu:

1. Bersifat ekonomis dan praktis (kesesuaian antara hasil dan biaya).
2. Praktis dan sederhana artinya mudah dalam pengaturan.
3. Fleksibel dan luwes artinya tidak kaku dalam perencanaan sekaligus pelaksanaannya.

4. Sumber sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai dan waktu yang tersedia.
5. Sumber sesuai dengan taraf berpikir dan kemampuan siswa.
6. Sesuai dengan tujuan, yaitu mendukung proses dan pencapaian tujuan belajar, dapat membangkitkan motivasi dan minat belajar siswa (Jalinus, 2016).

Pada kegiatan pembelajaran, sumber belajar memiliki fungsi yang sangat penting jika media pembelajaran hanya sebagai media untuk menyampaikan pesan maka sumber belajar memiliki fungsi lebih dari menyampaikan pesan. Berikut ini adalah fungsi dari sumber belajar:

1. Meningkatkan produktivitas pembelajaran dengan cara berikut:
 - a. Mempercepat proses pembelajaran dan membantu guru untuk menggunakan waktu secara lebih baik.
 - b. Mengurangi penyajian informasi materi yang diberikan guru sehingga dapat lebih banyak membina dan mengembangkan gairah belajar siswa.
2. Memberikan kemungkinan pembelajaran yang sifatnya lebih individual, dengan cara berikut:
 - a. Mengurangi manajemen guru yang kaku dan tradisional.
 - b. Memberikan kesempatan bagi siswa untuk berkembang sesuai dengan kemampuannya.
3. Memberikan dasar yang lebih ilmiah terhadap pembelajaran dengan cara berikut:
 - a. Perancangan program pembelajaran yang lebih sistematis.
 - b. Pengembangan bahan pengajaran yang dilandasi oleh penelitian.
4. Lebih memantapkan pembelajaran dengan cara meningkatkan kualitas sumber belajar dan penyajian informasi serta bahan secara lebih konkret.
5. Memungkinkan belajar secara mandiri, yaitu:
 - a. Mengurangi kesenjangan antara pembelajaran yang bersifat verbal dan abstrak dengan realitas yang sifatnya konkret.
 - b. Memberikan pengetahuan yang sifatnya langsung.
6. Memungkinkan penyajian pembelajaran yang lebih luas, yaitu penyajian informasi yang mampu menembus batas geografis (Nurlaili, 2018).

Berdasarkan pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa sumber belajar merupakan aspek penting yang terdapat dalam proses pembelajaran dan digunakan untuk menunjang siswa dalam memahami ilmu yang akan dipelajari.

B. Buku Elektronik (*E-Book*)

Perkembangan ilmu teknologi dan informasi menyebabkan pembelajaran memanfaatkan penggunaan TIK. Pengembangan dan pemanfaatan TIK secara rinci yang meliputi produksi bidang media cetak, seperti modul, media audio visual dan media berbasis komputer yang dapat digunakan dalam pembelajaran tatap muka maupun pembelajaran jarak jauh. Salah satu pemanfaatan TIK, yaitu *e-Book*. *E-Book* dalam Bahasa Indonesia merupakan buku elektronik atau buku digital. Jika buku pada umumnya terdiri dari kumpulan kertas yang dapat berisi teks atau gambar maka buku elektronik berisi informasi digital yang juga dapat berwujud teks atau gambar. Singkatnya, *e-Book* adalah versi digital dari sebuah buku. Sebagai salah satu sarana pendukung konsep *e-learning*, *e-Book* tetap harus memenuhi syarat buku ajar sesuai ketentuan Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP). Syarat tersebut meliputi beberapa kriteria, yaitu kelayakan isi, kebahasaan/keterbacaan, dan penyajian (Suhartanto, 2008).

E-Book atau *electronik book* adalah buku teks yang dikonversi menjadi format digital, *e-Book* juga memiliki pengertian sebagai lingkungan belajar yang memiliki aplikasi yang mengandung database multimedia sumber daya instruksional yang menyimpan presentasi multimedia tentang topik dalam sebuah buku (Restiyowati dan Sanjaya, 2012). Menurut Triyono dkk., (2012) *e-Book* dapat mengintegrasikan suara, grafik, gambar, dan video dan hal ini membuat *e-Book* mulai digemari.

E-Book dapat digunakan sebagai perangkat pembelajaran karena merupakan salah satu teknologi yang memanfaatkan komputer maupun *smartphone* sebagai media pembelajaran. Keunggulan perangkat pembelajaran berbasis *e-Book* dapat diintegrasikan melalui tayangan suara, grafik, gambar animasi, maupun *movie* sehingga informasi yang disajikan lebih bervariasi. *E-Book* juga dapat dikelola

menggunakan pencarian halaman sehingga lebih memudahkan pengguna apabila dibandingkan dengan buku cetak. Perangkat *e-Book* diterapkan menggunakan model pembelajaran kontekstual *teaching learning*. Manfaat perangkat *e-Book* ini diharapkan dapat memotivasi siswa untuk secara belajar mandiri, kreatif, efektif, dan efisien (Candra, 2016). Media *e-Book* ini diharapkan dapat mengurangi kebosanan siswa sehingga siswa dapat belajar lebih antusias.

Menurut Haris (2011), ada beberapa keuntungan dan manfaat jika membuat dan mempublikasikan *e-Book* diantaranya adalah:

1. Ukuran fisik kecil
Karena buku elektronik memiliki format digital, *e-Book* dapat disimpan dalam penyimpanan data (*harddisk*, CD, USB).
2. Mudah dibawa
Beberapa buku dalam format buku elektronik dapat dibawa dengan mudah, baik melalui cakram DVD, USB, dan media penyimpanan lainnya.
3. Mudah diproses
Isi dari buku elektronik atau *e-Book* dapat dilacak atau dijelajahi dengan mudah dan cepat.
4. Dapat dibaca oleh orang yang tidak mampu/ tidak bisa membaca
Hal ini dikarenakan format *e-Book* dapat diproses oleh komputer, isinya dapat dibacakan oleh sebuah komputer.
5. Mudah digandakan
Penggandaan buku elektronik sangat mudah dan murah. Bisa membuat ribuan *copy* dari *e-Book* dengan mudah, cepat, dan murah, sementara untuk mencetak ribuan buku membutuhkan biaya yang sangat mahal dan waktu yang tidak sebentar.
6. Mudah dalam pendistribusian
Pendistribusian dapat menggunakan media internet. Pengiriman buku dari Amerika ke Indonesia dapat dilakukan dalam periode menit. Buku langsung dapat dibaca pada saat itu juga.
7. Interaktif
E-Book mampu menyampaikan informasi yang interaktif bagi pembaca.

8. Kecepatan publikasi

Rata-rata buku memerlukan waktu 1-3 bulan untuk terbit dan dijual di pasaran. Namun, *e-Book* hanya memerlukan waktu beberapa jam saja.

9. Ragam *e-reader*

E-Book yang tersedia di pasaran dapat dibaca menggunakan *personal computer*, *smartphone* representasi kimia, dan lainnya.

E-Book sebagai sumber belajar yang dikonversi menjadi format digital memiliki beberapa fitur-fitur yang tersedia dalam *e-Book*. Beberapa fitur yang tersedia pada *e-Book* yang baik sebagai berikut:

1. Pencarian (*search*) merupakan kemampuan untuk mencari istilah atau kata yang terdapat dalam *e-Book* secara cepat dan akurat.
2. Daftar isi, daftar gambar, dan daftar tabel. Daftar isi dapat diklik untuk menuju ke bagian tertentu.
3. Judul bab dan subbab merupakan judul yang menyatakan mulai bab dan subbab dan dapat diklik untuk menuju ke bagian yang dituju.
4. *Highlight* untuk menandai bagian tertentu.
5. Anotasi, yaitu menu yang digunakan untuk menambahkan komentar pada *e-Book*, tetapi tidak mengubah isi dan format asli *e-Book*.
6. Audio dan video ialah kemampuan untuk memutar musik, cuplikan suara atau video klip.
7. Petunjuk halaman buku (*bookmarks*) yang digunakan untuk pengguna agar dapat menciptakan *bookmarks*nya sendiri.
8. Glosarium yang memuat kumpulan pengertian atau definisi untuk istilah khusus.
9. Indeks, yaitu memuat indeks yang *hypertext* atau dapat diklik langsung untuk menuju ke halaman tertentu pada *e-Book*.
10. *External links* yang merupakan kemampuan untuk menyediakan *link* dan menuju internet (Henke, 2001).

Selain memiliki beberapa fitur, *e-Book* memiliki beberapa karakteristik. Menurut Nguyen (2015) menyebutkan ada empat karakteristik *e-Book*, yaitu:

1. *E-Book* adalah produk perangkat lunak buku sehingga memiliki struktur seperti buku biasa, memiliki halaman dan pengguna bisa mengakses halaman pada *e-Book* tersebut secara acak seperti pada buku biasa.
2. *E-Book* adalah produk perangkat lunak yang bekerja dengan menggunakan internet atau tanpa internet, memungkinkan pengguna untuk memasukkan gambar, animasi, video, dan lain-lain dengan tujuan untuk membantu lebih dalam memahami pelajaran secara mendalam.
3. *E-Book* selalu dilengkapi dengan *e-Book readers*.
4. *E-Book* memiliki kemampuan untuk mengintegrasikan bentuk teknologi canggih sebagai media transmisi informasi terbaik.

C. Representasi Kimia

Menurut McKendree (Nakhleh, 2008) mendefinisikan representasi sebagai struktur yang menggambarkan sesuatu yang lain, yaitu suatu kata untuk suatu objek, suatu kalimat untuk suatu keadaan, suatu diagram untuk suatu pengaturan hal, serta suatu gambar untuk suatu adegan. Kata menyajikan (*represents*) memiliki sejumlah makna termasuk: mensymbolisasikan (*to symbolize*); memanggil kembali pikiran melalui gambaran atau imajinasi (*to imagination*); memberikan suatu penggambaran (*to depict as*) sehingga representasi dapat didefinisikan sebagai sesuatu yang digunakan untuk mewakili hal-hal, benda, keadaan, dan fenomena (peristiwa).

Waldrip dkk., (2006), mendefinisikan multipel representasi sebagai praktik merepresentasikan kembali (*representing*) konsep yang sama melalui berbagai bentuk, yang mencakup model-model representasi deskriptif (verbal, grafik, tabel), eksperimental, matematis, figuratif (piktorial, analogi dan metafora), kinestetik, visual dan/atau mode aksional operasional. Treagust (2008) mengkatégorikan model-model dalam representasi kimia untuk belajar konsep sains adalah analogi, pemodelan, diagram, dan multimedia. Definisi yang lebih luas, semua model representasi seperti model, analogi, persamaan, grafik, diagram, gambar, dan simulasi yang digunakan dalam sains/kimia dapat dirujuk sebagai bentuk metafora. Suatu metafora menyediakan deskripsi mengenai fenomena nyata dalam *term* yang

berbeda, dimana siswa menjadi lebih akrab mengenalinya. Bentuk-bentuk representasi sebagaimana diuraikan di atas dapat dianggap sebagai metafora karena membantu untuk mendeskripsikan gagasan yang bukan merupakan interpretasi literal dan bukan juga sesuatu yang nyata. Status metaforikal dan peranan representasi dalam belajar sains/kimia menjadi penting dan harus dipahami, apabila metafora diharapkan dapat berhasil digunakan dalam pembelajaran. Alasannya karena konsep-konsep ilmiah tidak familiar bagi pembelajar dan sulit dimengerti. Metafora tersebut digunakan sebagai “jembatan” agar konsep-konsep menjadi lebih akrab dan mudah dimengerti dan selanjutnya, memberikan landasan bagi pembelajar agar dapat membangun konsep baru (Treagust, 2008).

Level-level representasi kimia, sebagaimana halnya konsep-konsep sains, secara inheren representasi konsep-konsep kimia bersifat multimodal karena melibatkan kombinasi lebih dari satu mode representasi. Adapun level-level representasi ilmu kimia digolongkan oleh Treagust (2008) sebagai berikut.

1. Representasi makroskopis, yaitu melalui pengamatan nyata dilihat (*visible*). Perolehan pengamatan itu dapat melalui pengalaman sehari-hari, penyelidikan di laboratorium secara aktual, studi di lapangan dan secara tak langsung melalui perubahan warna, suhu, pH larutan, pembentukan gas diobservasi ketika suatu reaksi kimia berlangsung. Seorang siswa dapat merepresentasikan hasil pengamatan yang diperoleh dari kegiatan di laboratorium melalui berbagai mode representasi misalnya, dalam bentuk laporan tertulis, diskusi, presentasi oral, diagram dan grafik. Representasi level makroskopis bersifat deskriptif, namun demikian pengembangan kemampuan pelajar merepresentasikan level makroskopis memerlukan bimbingan agar mereka dapat fokus terhadap aspek-aspek apa saja yang paling penting untuk diamati dan direpresentasikan berdasarkan fenomena yang diamatinya
2. Representasi submikroskopis merupakan representasi kimia yang menjelaskan mengenai struktur dan proses pada level partikel (atom atau molekular) terhadap fenomena makroskopis yang diamati. Penggunaan istilah submikroskopis merujuk pada level ukuran yang direpresentasikannya lebih kecil dari level makroskopis. Level representasi submikroskopis yang dilandasi teori partikulat materi digunakan untuk mengeksplanasi fenomena makroskopis dalam *term*

partikel-partikel, seperti molekul-molekul dan atom-atom. Operasi pada level submikroskopis memerlukan kemampuan berimajinasi dan memvisualisasikan. Model representasi pada level ini dapat diekspresikan mulai dari yang sederhana hingga menggunakan teknologi komputer, yaitu menggunakan kata-kata (verbal), diagram, gambar, model dua dimensi atau tiga dimensi, baik yang statis maupun dinamis (berupa animasi).

3. Representasi simbolik, yaitu representasi simbolik adalah representasi kimia secara kualitatif dan kuantitatif. Representasi simbolik dapat berupa rumus kimia, persamaan reaksi, stoikiometri dan perhitungan matematik. Menurut Taber (2009), representasi simbolik bertindak sebagai bahasa persamaan kimia sehingga terdapat aturan-aturan yang harus diikuti. Level representasi simbolik mencakup semua abstraksi kualitatif yang digunakan untuk menyajikan setiap *item* pada level submikroskopis.

Representasi konsep-konsep kimia yang memang merupakan konsep ilmiah, secara inheren melibatkan multimodal, yaitu melibatkan kombinasi lebih dari satu level representasi. Keberhasilan pembelajaran kimia meliputi konstruksi asosiasi mental antara dimensi makroskopis, mikroskopis, dan simbolik dari representasi fenomena kimia dengan menggunakan modus representasi yang berbeda (Cheng and Gilbert, 2009). Johnstone (1982) menganjurkan untuk menggunakan berbagai macam representasi, menggunakan ketiga level secara serempak sehingga dapat menghasilkan pemahaman yang penting dari apa yang telah dihasilkan. Ketiga dimensi tersebut saling berhubungan dan berkontribusi pada siswa untuk dapat paham dan mengerti materi kimia yang abstrak (Chittleborough and Treagust, 2007).

Tasker *et al.*, (2006) menyatakan bahwa pembelajaran kimia yang menggunakan level makroskopis (laboratorium) dan level simbolik, akan menimbulkan kesalahpahaman dalam pembelajaran kimia yang berasal dari ketidakmampuan siswa untuk memvisualisasikan struktur dan proses dalam level submikroskopis (tingkat molekul). Chittleborough and Treagust (2007) menyatakan peserta didik tidak dapat menggunakan representasi kimia jika kurang mengapresiasi karakteristik pemodelan. Istilah pemodelan seringkali digunakan secara luas mencakup

representasi ide, obyek, kejadian, proses atau sistem. Pemodelan dalam kimia adalah representasi fisik atau komputasional dari komposisi dan struktur suatu molekul atau partikel (level submikroskopis). Representasi struktur suatu molekul atau model partikel (submikroskopis) tersebut dapat berupa model fisik, animasi atau simulasi.

Berkaitan dengan ketiga representasi kimia, Gilbert *and* Treagust (2009) merangkum dari berbagai hasil penelitian mengenai masalah yang dihadapi peserta didik, yaitu: (1) lemahnya pengalaman peserta didik pada level makroskopis karena tidak tersedianya pengalaman praktik yang tepat atau tidak terdapatnya kejelasan apa yang harus mereka pelajari melalui kerja lab (praktikum); (2) terjadinya miskonsepsi pada level submikroskopis karena kebingungan pada sifat-sifat partikel materi dan ketidakmampuan untuk memvisualisasikan entitas dan proses pada level submikroskopis; (3) lemahnya pemahaman terhadap kompleksitas konvensi yang digunakan untuk merepresentasikan level simbolik, dan (4) ketidakmampuan untuk “bergerak” antara ketiga level representasi. Oleh karena itu, perlu didesain kurikulum pendidikan kimia yang dapat memfasilitasi peserta didik agar mereka lebih efektif belajar dalam ketiga level representasi tersebut.

D. Analisis Konsep

Menurut Herron *et al.*, (1977), belum ada definisi tentang konsep yang diterima atau disepakati oleh para ahli, biasanya konsep disamakan dengan ide. Untuk itu diperlukan suatu analisis konsep yang memungkinkan kita dapat mendefinisikan konsep, sekaligus menghubungkan dengan konsep-konsep lain yang berhubungan. Lebih lanjut lagi, Heron *et al.*, (1977) mengemukakan bahwa analisis konsep merupakan suatu prosedur yang dikembangkan untuk membantu guru dalam merencanakan urutan-urutan pengajaran untuk pencapaian konsep. Analisis konsep dilakukan melalui tujuh langkah, yaitu menentukan nama atau label konsep, definisi konsep, jenis konsep, atribut konsep (kritis dan variabel), posisi konsep (superordinat, ordinat, dan subordinat), contoh, dan non contoh. Adapun analisis konsep pada materi reaksi reduksi oksidasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis konsep pada materi reaksi reduksi oksidasi

Label Konsep	Definisi Konsep	Jenis Konsep	Atribut		Posisi			Contoh	Non Contoh
			Kritis	Variabel	Super-ordinat	Koor-dinat	Sub-ordinat		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Reaksi oksidasi	Reaksi oksidasi menunjukkan peristiwa pengikatan oksigen dari suatu zat, penglepasan elektron dari suatu zat, serta kenaikan bilangan oksidasi	Konsep berdasarkan prinsip	<ul style="list-style-type: none"> • Reaksi oksidasi • Reaksi pengikatan oksigen • Reaksi penglepasan elektron • Reaksi kenaikan bilangan oksidasi 	komponen reaksi	Reaksi reduksi	Reaksi reduksi	<ul style="list-style-type: none"> • Bilangan oksidasi • Oksidator dan reduktor 	a. $4\text{Fe(s)} + 3\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)}$ b. $2\text{Na(s)} \rightarrow 2\text{Na}^+\text{(g)} + 2\text{e}^-$ c. $\text{C(s)} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2\text{(g)}$	a. $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)} + 3\text{CO(g)} \rightarrow 2\text{Fe(s)} + 3\text{CO}_2\text{(g)}$ b. $\text{Cl}_2\text{(g)} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-\text{(g)}$ c. $2\text{HgO(s)} \rightarrow 2\text{Hg(l)} + \text{O}_2\text{(g)}$
Reaksi reduksi	Reaksi reduksi menunjukkan peristiwa penglepasan oksigen dari suatu zat, penerimaan elektron dari suatu zat, serta penurunan bilangan oksidasi	Konsep berdasarkan prinsip	<ul style="list-style-type: none"> • Reaksi reduksi • Reaksi penglepasan oksigen • Reaksi penangkapan elektron • Reaksi penurunan 	komponen reaksi	Reaksi redoks	Reaksi oksidasi	<ul style="list-style-type: none"> • Bilangan oksidasi • Oksidator dan reduktor 	a. $2\text{HgO(s)} \rightarrow 2\text{Hg(l)} + \text{O}_2\text{(g)}$ b. $\text{Cl}_2\text{(g)} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-\text{(g)}$ c. $\text{CuO(s)} \rightarrow \text{Cu(s)}$	a. $4\text{Fe(s)} + 3\text{O}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)}$ b. $2\text{Na(s)} \rightarrow 2\text{Na}^+\text{(g)} + 2\text{e}^-$ c. $\text{C(s)} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2\text{(g)}$

Label Konsep	Definisi Konsep	Jenis Konsep	Atribut		Posisi			Contoh	Non Contoh
			Kritis	Variabel	Super-ordinat	Koordinat	Sub-ordinat		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
			bilangan oksidasi						
Bilangan oksidasi	Bilangan oksidasi menunjukkan besarnya muatan yang diemban oleh suatu unsur dalam suatu senyawa menurut aturan tertentu	Konsep berdasarkan simbol	<ul style="list-style-type: none"> • Bilangan oksidasi • Bilangan bulat positif atau negatif 	<ul style="list-style-type: none"> • Jenis reaksi • Komponen senyawa • Bilangan oksidasi 	Reaksi reduksi dan oksidasi		-	Dalam senyawa H ₂ SO ₄ , jumlah bilangan oksidasi dari 2 atom H +1 atom S +4 atom O =2	-
Oksidator	Oksidator merupakan zat yang dalam reaksi redoks menyebabkan zat lain mengalami oksidasi	Konsep berdasarkan prinsip	<ul style="list-style-type: none"> • Oksidator • Zat mengalami reduksi 	<ul style="list-style-type: none"> • Komponen reaksi • Oksidator 	Bilangan oksidasi	Reduktor	-	$\text{Fe(s)} + 2\text{HCl(aq)} \rightarrow \text{FeCl}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$ <p>Pada reaksi di atas spesi atau zat yang menyebabkan zat lain mengalami oksidasi adalah HCl (oksidator)</p>	$\text{Fe(s)} + 2\text{HCl(aq)} \rightarrow \text{FeCl}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$ <p>Pada reaksi di atas spesi atau zat yang menyebabkan zat lain mengalami reduksi adalah Fe</p>
Reduktor	Reduktor merupakan zat yang dalam reaksi redoks	Konsep berdasarkan prinsip	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktor • Zat mengalami oksidasi 	<ul style="list-style-type: none"> • Komponen reaksi • Reduktor 	Oksidator	Oksidator		$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}\text{(aq)} + 3\text{C}_2\text{O}_4^{2-}\text{(aq)} + 14\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Cr}^{3+}\text{(aq)} + 6\text{CO}_2\text{(aq)} + 7\text{H}_2\text{O(l)}$	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}\text{(aq)} + 3\text{C}_2\text{O}_4^{2-}\text{(aq)} + 14\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Cr}^{3+}\text{(aq)} + 6\text{CO}_2\text{(aq)} + 7\text{H}_2\text{O(l)}$

Label Konsep	Definisi Konsep	Jenis Konsep	Atribut		Posisi			Contoh	Non Contoh
			Kritis	Variabel	Super-ordinat	Koordinat	Sub-ordinat		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
	menyebabkan zat lain mengalami reduksi							7H ₂ O(l) Pada reaksi di atas spesi atau zat yang menyebabkan reduksi adalah C ₂ O ₄ ²⁻	Pada reaksi di atas spesi atau zat yang menyebabkan oksidasi adalah Cr ₂ O ₇ ²⁻
Pengikatan Oksigen	Pengikatan oksigen mengalami penambahan atom oksigen pada suatu zat	Konsep berdasarkan prinsip	<ul style="list-style-type: none"> • Pengikatan oksigen • Penambahan atom oksigen pada suatu zat 	<ul style="list-style-type: none"> • Jenis zat • Jumlah atom oksigen 	Reaksi oksidasi	Penglepasan oksigen	-	4Fe(s) + 3O ₂ (g) → 2Fe ₂ O ₃ (s)	Fe ₂ O ₃ (s) + 3CO(g) → 2Fe(s) + 3CO ₂ (g)
Penglepasan Oksigen	Penglepasan oksigen mengalami proses pengurangan atom oksigen dari suatu zat	Konsep berdasarkan prinsip	<ul style="list-style-type: none"> • Penglepasan oksigen • Berkurangnya unsur oksigen dari suatu zat 	<ul style="list-style-type: none"> • Jenis zat • Jumlah atom oksigen 	Reaksi reduksi	Pengikatan oksigen	-	Fe ₂ O ₃ (s) + 3CO(g) → 2Fe(s) + 3CO ₂ (g)	4Fe(s) + 3O ₂ (g) → 2Fe ₂ O ₃ (s)
Penglepasan Elektron	Penglepasan elektron menunjukkan proses pengurangan	Konsep berdasarkan prinsip	<ul style="list-style-type: none"> • Penglepasan elektron • Berkurangnya elektron dari suatu 	<ul style="list-style-type: none"> • Jenis atom/ion • Jumlah elektron 	Reaksi oksidasi	Penerimaan Elektron	-	2Na(s) → 2Na ⁺ (g) + 2e ⁻	Cl ₂ (g) + 2e ⁻ → 2Cl ⁻ (g)

Label Konsep	Definisi Konsep	Jenis Konsep	Atribut		Posisi			Contoh	Non Contoh
			Kritis	Variabel	Super-ordinat	Koordinat	Sub-ordinat		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
	elektron dari suatu atom atau ion		atom atau ion						
Penerimaan elektron	Penerimaan elektron menunjukkan proses bertambahnya elektron pada suatu atom/ion	Konsep berdasarkan prinsip	<ul style="list-style-type: none"> • Penerimaan elektron • Bertambahnya elektron pada suatu atom/ion 	<ul style="list-style-type: none"> • Jenis atom/ion • Jumlah elektron 	Reaksi reduksi	Penglepasan elektron	-	$\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-(\text{g})$	$2\text{Na}(\text{s}) \rightarrow 2\text{Na}^+(\text{g}) + 2\text{e}^-$
Kenaikan bilangan oksidasi	Kenaikan bilangan oksidasi menyatakan proses bertambahnya harga bilangan oksidasi pada suatu ion/atom unsur/senyawa	Konsep berdasarkan prinsip	<ul style="list-style-type: none"> • Kenaikan bilangan oksidasi • Bertambahnya harga bilangan oksidasi pada suatu ion/atom unsur/senyawa 	<ul style="list-style-type: none"> • Jenis ion/atom unsur/senyawa • Besar kenaikan biloks 	Reaksi oksidasi	Penurunan bilangan oksidasi	Biloks	$2\text{Na} \rightarrow 2\text{Na}^+ + 2\text{e}^-$ 0 +1	$\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-$ 0 -1
Penurunan	Penurunan	Konsep	• Penurunan	• Jenis	Reaksi	Kenaikan	Biloks	$\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-$	$2\text{Na} \rightarrow 2\text{Na}^+ + 2\text{e}^-$

Label Konsep	Definisi Konsep	Jenis Konsep	Atribut		Posisi			Contoh	Non Contoh
			Kritis	Variabel	Super-ordinat	Koordinat	Sub-ordinat		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
bilangan oksidasi	bilangan oksidasi menyatakan proses berkurangnya harga bilangan oksidasi pada suatu ion/atom unsur/senyawa	berdasarkan prinsip	bilangan oksidasi • Berkurangnya harga bilangan oksidasi pada suatu ion/atom unsur/senyawa	ion/atom unsur/senyawa • Besar kenaikan bilok	reduksi	bilangan oksidasi		0 -1	0 +1

III. METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan pada pengembangan *e-Book* ini adalah desain penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* (R&D). Menurut Borg and Gall (1989), *educational research and development is a process used to develop and validate educational product*. Berdasarkan pernyataan tersebut dapat disimpulkan bahwa penelitian dan pengembangan adalah suatu proses yang digunakan untuk mengembangkan dan memvalidasi suatu produk pendidikan. Penelitian yang dilakukan adalah pengembangan *e-Book* berbasis representasi kimia pada materi reaksi reduksi oksidasi.

Menurut Borg and Gall (1989), ada sepuluh langkah pelaksanaan strategi penelitian dan pengembangan, yaitu (1) penelitian dan pengumpulan informasi (*research and information collecting*); (2) perencanaan (*planning*); (3) pengembangan draf produk (*develop preliminary form of product*); (4) uji coba lapangan awal (*preliminary field testing*); (5) merevisi hasil uji coba (*main product revision*); (6) uji coba lapangan (*main field testing*); (7) revisi produk hasil uji coba lapangan (*operasional product revision*); (8) uji pelaksanaan lapangan (*operasional field testing*); (9) revisi produk akhir (*final product revision*); (10) diseminasi dan implementasi (*dissemination and implementation*).

Pada penelitian ini hanya dilakukan sampai dengan tahap revisi hasil uji coba (*main product revision*). Hal ini karena keterbatasan waktu untuk melanjutkan ke tahap selanjutnya. Adapun kelima tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dan pengumpulan informasi

Penelitian dan pengumpulan informasi bertujuan untuk memperoleh data tentang kondisi yang ada sebagai bahan perbandingan untuk produk yang dikembangkan.

Tahap ini terdiri dari studi literatur dan studi pendahuluan. Berikut adalah tahap penelitian dan pengumpulan informasi:

a. Studi literatur

Studi literatur bertujuan untuk menemukan konsep-konsep atau landasan-landasan teoritis yang memperkuat suatu produk yang akan dikembangkan. Pada pengembangan *e-Book* ini dilakukan studi literatur dengan menganalisis KI dan KD 3.9 Menganalisis perkembangan konsep reaksi oksidasi-reduksi serta menentukan bilangan oksidasi atom dalam molekul atau ion materi. Mengembangkan KI dan KD menjadi indikator, analisis konsep dan RPP. Mengkaji beberapa sumber belajar dan teori mengenai *e-Book* berbasis representasi kimia. Selain itu, melakukan analisis terhadap beberapa *e-Book* kimia materi reaksi reduksi oksidasi terbitan Departemen Pendidikan Nasional serta beberapa penerbit lainnya. Hasil dari kajian tersebut dijadikan acuan untuk mengembangkan *e-Book* kimia berbasis representasi kimia pada materi reaksi reduksi oksidasi.

b. Studi lapangan

Pada penelitian ini, studi lapangan dilakukan di SMA Negeri 13 Bandar Lampung, SMA Negeri 14 Bandar Lampung, dan SMA Negeri 15 Bandar Lampung. Pada tahap studi lapangan menganalisis hasil data angket kebutuhan guru dan siswa yang diberikan kepada 5 guru mata pelajaran kimia dan masing-masing 10 siswa kelas X MIPA di tiga sekolah tersebut. Selain itu, menganalisis *e-Book* yang digunakan oleh guru, yaitu *e-Book* yang digunakan hanya berisi rangkuman materi-materi reaksi redoks berbentuk PDF hasil mengunduh dari internet. *E-Book* yang digunakan belum terdapat fenomena dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan materi reaksi redoks, tidak terdapat video maupun gambar materi reaksi redoks, serta belum terdapat ketiga level representasi kimia.

2. Perencanaan produk

Setelah memperoleh data dan informasi yang diperlukan dalam pengembangan *e-Book* pada tahap penelitian dan pengumpulan informasi tahap selanjutnya perencanaan produk, yaitu menyusun RPP, membuat analisis konsep, serta membuat rancangan *e-Book* yang akan dikembangkan berupa *storyboard* yang berisi tentang rincian komponen dalam *e-Book* pada materi reaksi reduksi oksidasi. *E-Book*

yang dikembangkan merepresentasikan level makroskopis, submikroskopis, dan simbolik.

Rancangan komponen *e-Book* yang dikembangkan meliputi bagian-bagian sebagai berikut.

- a. Bagian pendahuluan yang terdiri dari cover depan, kata pengantar, daftar isi, KD dan indikator pencapaian kompetensi, tujuan pembelajaran, dan peta konsep. Pada bagian ini yang dilakukan, yaitu menentukan judul *e-Book*, mendesain *cover e-Book*, membuat deskripsi singkat *e-Book* yang dikembangkan, menentukan KD dan indikator terkait materi *e-Book*, menentukan tujuan yang akan didapat siswa setelah pembelajaran.
- b. Bagian isi yang terdiri dari uraian materi diawali dengan fenomena yang berkaitan dengan materi, terdapat contoh soal, rangkuman, soal latihan. Pada bagian ini, yaitu menguraikan materi reaksi redoks dilengkapi contoh soal, membuat representasi submikroskopis terkait materi reaksi redoks, membuat rangkuman materi reaksi redoks, dan membuat soal-soal latihan.
- d. Bagian penutup yang terdiri dari daftar pustaka dan cover belakang. Pada bagian ini, yaitu menyusun daftar pustaka dan mendesain cover belakang. Setelah itu menentukan aplikasi yang digunakan dalam pembuatan *e-Book*, aplikasi yang digunakan adalah *flip pdf professional*.

3. Pengembangan produk awal

Pengembangan produk awal terbagi menjadi dua tahap, yaitu penyusunan draf *e-Book* dan melakukan validasi produk. Pada tahap pertama, yaitu penyusunan draf hingga menjadi produk awal berupa *e-Book* berbasis representasi kimia pada materi reaksi reduksi oksidasi. Setelah *e-Book* disusun selanjutnya, melakukan validasi produk oleh validator. Validasi produk bertujuan untuk mendapat pengakuan atau pengesahan kesesuaian produk dengan kebutuhan sehingga *e-Book* berbasis representasi kimia tersebut layak dijadikan sumber belajar dalam proses pembelajaran. Adapun validasi terdiri dari beberapa aspek, yaitu aspek kesesuaian isi, konstruksi, keterbacaan dan kemenarikan *e-Book*.

Setelah divalidasi oleh validator selanjutnya draf awal *e-Book* tersebut direvisi sesuai dengan saran yang diberikan validator. Selanjutnya, hasil revisi produk *e-Book* pada materi reaksi reduksi oksidasi dikonsultasikan dengan dosen pembimbing. Kemudian produk hasil revisi yang telah dikemas dalam bentuk *e-Book* tersebut dapat diujicobakan secara terbatas.

4. Uji coba lapangan awal

Setelah *e-Book* pada materi reaksi reduksi oksidasi divalidasi dan telah direvisi, kemudian tahap selanjutnya, yaitu uji coba lapangan awal. Uji coba lapangan kepada tiga guru mata pelajaran kimia dan 30 siswa kelas X MIPA di SMA 13 Bandar Lampung, yaitu dengan memberikan angket kepada guru dan siswa serta produk yang dihasilkan. Angket yang diberikan bertujuan untuk mengetahui kelayakan *e-Book* pada materi reaksi reduksi oksidasi, mengevaluasi kelengkapan materi, kebenaran materi, sistematika materi, dan berbagai hal yang berkaitan dengan materi reaksi reduksi oksidasi serta pengembangan soal-soal latihan. Pada tahap ini menggunakan angket tanggapan guru terhadap aspek kesesuaian isi materi dengan KI dan KD, aspek keterbacaan, dan aspek kemenarikan dengan prosedur berikut:

- a. Menunjukkan *e-Book* pada materi reaksi reduksi oksidasi yang dikembangkan kepada guru. *E-Book* diberikan kepada guru dalam bentuk *link* yang dikirimkan melalui aplikasi *whatsapp*.
- b. Guru mengisi angket uji coba terbatas aspek kesesuaian isi materi dengan KI dan KD, kemudian memberikan kritik dan saran terhadap aspek tersebut.
- c. Guru mengisi angket uji coba terbatas aspek keterbacaan dan kemenarikan untuk mengetahui tanggapan guru terhadap *e-Book* berbasis representasi kimia pada materi reaksi reduksi oksidasi yang dikembangkan.

Angket yang diberikan untuk siswa, yaitu angket aspek keterbacaan dan kemenarikan dari *e-Book* yang dikembangkan dengan prosedur berikut:

- a. Menunjukkan *e-Book* pada materi reaksi reduksi oksidasi yang dikembangkan kepada siswa dengan memberikan *link e-Book* melalui aplikasi *whatsapp*.
- b. Siswa mengisi angket tentang aspek keterbacaan dan kemenarikan terhadap *e-Book* pada materi reaksi reduksi oksidasi yang dikembangkan.

5. Revisi hasil uji coba

Tahap revisi hasil uji coba dan penyempurnaan *e-Book* pada materi reaksi reduksi oksidasi yang dikembangkan merupakan tahap terakhir pada penelitian ini. Pada tahap revisi dilakukan dengan pertimbangan hasil validasi dari validator, tanggapan guru, dan tanggapan siswa terhadap *e-Book* berbasis representasi kimia pada materi reaksi reduksi oksidasi.

B. Sumber Data Penelitian

Sumber data pada penelitian ini adalah guru mata pelajaran kimia dan siswa diperoleh dari tahap studi pendahuluan dan tahap uji coba lapangan awal. Pada tahap studi lapangan, data diperoleh dari lima guru mata pelajaran kimia dan masing-masing 10 siswa kelas X MIPA yang berasal dari SMA Negeri 13 Bandar Lampung, SMA Negeri 14 Bandar Lampung dan SMA Negeri 15 Bandar Lampung. Tahap uji coba lapangan awal, sumber data diperoleh dari tiga guru mata pelajaran kimia dan 30 siswa kelas X MIPA di SMA Negeri 13 Bandar Lampung.

C. Teknik Pengumpulan Data

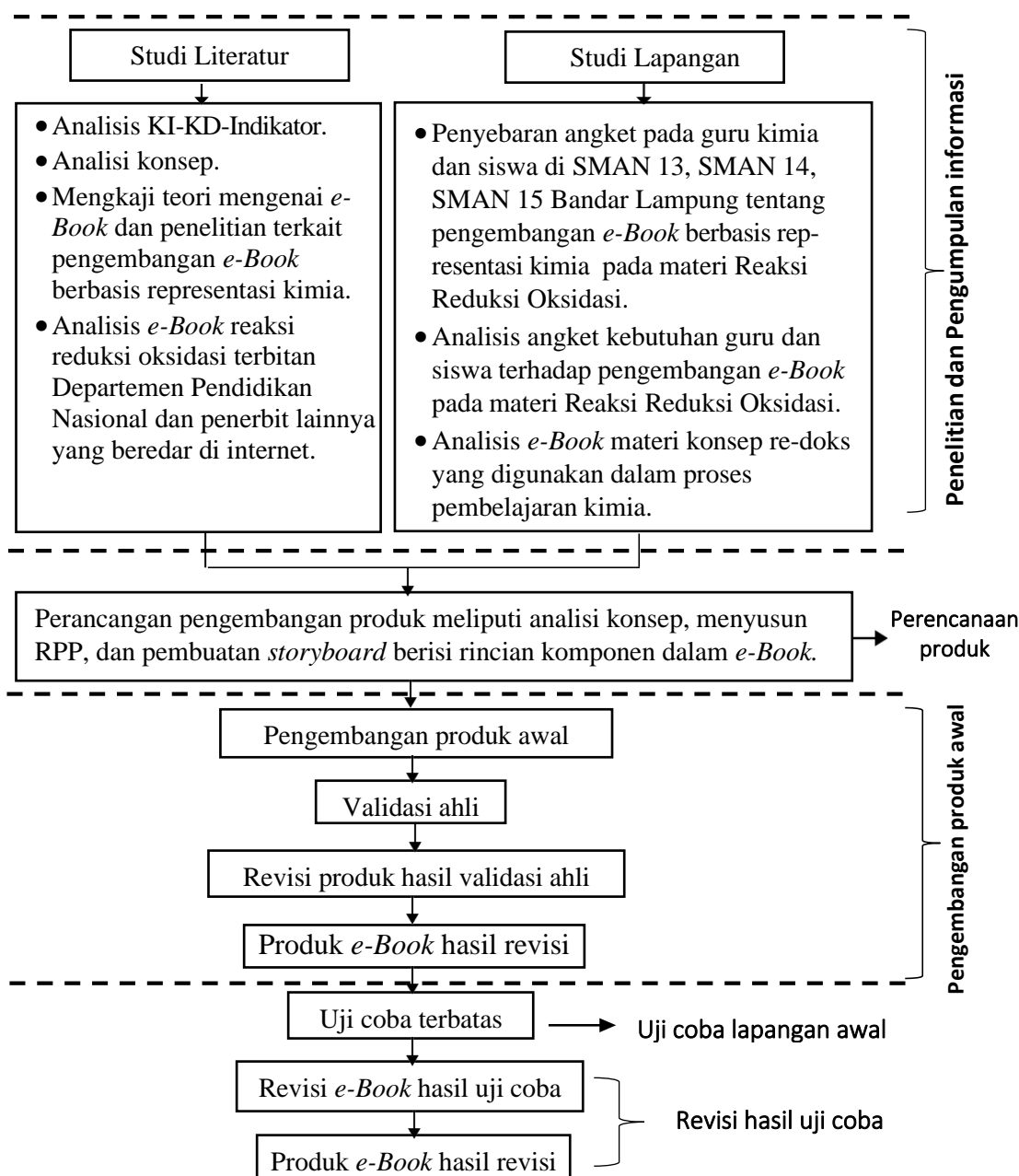
Teknik pengumpulan data pada penelitian pengembangan ini dengan pengisian angket. Pengumpulan data ini dilakukan pada studi lapangan, validasi produk dan tahap uji coba lapangan awal. Pada studi lapangan, dilakukan pengisian angket kebutuhan guru oleh lima guru mata pelajaran kimia dan angket kebutuhan siswa oleh masing-masing 10 siswa kelas X MIPA di SMA Negeri 13 Bandar Lampung, SMA Negeri 14 Bandar Lampung, dan SMA Negeri 15 Bandar Lampung. Kemudian untuk validasi produk, dilakukan dengan pengisian angket oleh validator terhadap *e-Book* hasil pengembangan dengan empat kriteria aspek penilaian, yaitu aspek kesesuaian isi, konstruksi, keterbacaan dan kemenarikan.

Selanjutnya pada tahap uji coba lapangan awal, dilakukan dengan pengisian angket tanggapan guru dan angket tanggapan siswa terhadap *e-Book* hasil pengembangan. Pengisian angket dilakukan oleh tiga guru mata pelajaran kimia dan 30 siswa kelas X MIPA SMA Negeri 13 Bandar Lampung. Angket tanggapan guru terdiri dari tiga kriteria aspek penilaian, yaitu aspek kesesuaian isi, keterbacaan

dan kemenarikan, sedangkan angket tanggapan siswa terdiri dari dua kriteria aspek penilaian, yaitu aspek keterbacaan dan kemenarikan.

D. Alur Penelitian

Adapun alur penelitian pada pengembangan *e-Book* berbasis representasi kimia pada materi reaksi reduksi oksidasi sebagai berikut:



Gambar 1. Alur penelitian pengembangan *e-Book* berbasis representasi kimia pada materi reaksi reduksi oksidasi.

E. Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah instrumen pada studi pendahuluan, instrumen validasi ahli, dan instrumen pada studi uji coba lapangan

1. Instrumen pada studi pendahuluan

Instrumen pada studi pendahuluan berupa lembar angket untuk guru dan lembar angket untuk siswa.

a. Angket studi pendahuluan untuk guru

Lembar angket untuk guru digunakan untuk mengetahui fakta-fakta di lapangan terkait (1) penggunaan sumber belajar dalam proses pembelajaran kimia di sekolah, (2) mengetahui *e-Book* yang digunakan dalam proses pembelajaran kimia pada materi reaksi reduksi oksidasi, (3) mengetahui kepehaman guru mengenai tiga level representasi kimia, dan (4) mengetahui *e-Book*, seperti apa yang diharapkan oleh guru sebagai sumber belajar yang akan digunakan oleh siswa.

b. Angket studi pendahuluan untuk siswa

Lembar angket untuk siswa digunakan untuk mengetahui fakta-fakta di lapangan terkait (1) penggunaan sumber belajar, khususnya penggunaan *e-Book* dalam proses pembelajaran kimia, (2) mengetahui *e-Book* yang digunakan siswa pada pembelajaran kimia materi reaksi reduksi oksidasi, (3) mengetahui kepehaman siswa mengenai tiga level representasi kimia, dan (4) mengetahui *e-Book* seperti apa yang diharapkan oleh siswa sebagai sumber belajar.

2. Instrumen validasi ahli

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

a. Instrumen validasi aspek kesesuaian isi

Instrumen ini berbentuk angket validasi yang disusun untuk mengetahui apakah isi *e-Book* yang dikembangkan telah sesuai dengan kompetensi inti (KI), Kompetensi dasar (KD), indikator, materi, dan kesesuaian urutan materi dengan indikator, serta kesesuaian materi.

b. Instrumen validasi aspek konstruksi

Instrumen ini berbentuk angket validasi yang digunakan untuk mengetahui kesesuaian konstruksi *e-Book* yang telah dikembangkan. Pada aspek konstruksi, terdapat penilaian terhadap kesesuaian validitas terhadap tampilan dan bagian-bagian penyusun *e-Book* pada materi reaksi reduksi oksidasi.

c. Instrumen validasi aspek keterbacaan

Instrumen ini berbentuk angket validasi keterbacaan yang disusun untuk mengetahui keterbacaan *e-Book* pada materi reaksi reduksi oksidasi yang berkaitan dengan variasi ukuran huruf, variasi bentuk huruf (*font*), perpaduan warna, kualitas gambar, penulisan keterangan gambar, penggunaan bahasa yang sesuai dengan ka-idah Bahasa Indonesia yang baik dan benar, serta penggunaan bahasa yang komu-nikatif dan mudah dipahami.

d. Instrumen validasi aspek kemenarikan

Instrumen ini berbentuk angket yang diberikan kepada validator untuk mengetahui kemenarikan *e-Book* pada materi reaksi reduksi oksidasi yang dikembangkan. Aspek kemenarikan pada *e-Book* ini berupa kemenarikan desain *e-Book* dari segi pewarnaan, tata letak, dan tampilan *e-Book*.

3. Instrumen tanggapan guru

Adapun instrumen tanggapan guru adalah sebagai berikut:

a. Instrumen tanggapan guru aspek kesuaian isi

Instrumen ini berbentuk angket dan terdiri dari beberapa pernyataan yang digunakan untuk mengetahui apakah komponen isi yang terdapat pada *e-Book* sudah sesuai dengan kompetensi inti (KI) dan kompetensi dasar (KD).

b. Instrumen tanggapan guru aspek keterbacaan

Instrumen berbentuk angket dan terdiri dari beberapa pernyataan yang digunakan untuk mengetahui apakah *e-Book* pada materi reaksi reduksi oksidasi yang dikembangkan dapat terbaca dengan baik dilihat dari segi ukuran dan pemilihan jenis huruf, tata letak, serta *design cover e-Book*.

c. Instrumen tanggapan aspek kemenarikan

Instrumen ini berbentuk angket dan terdiri dari beberapa pernyataan yang digunakan untuk mengetahui kemenarikan *e-Book* pada reaksi reduksi oksidasi yang dikembangkan.

4. **Instrumen tanggapan siswa**

Angket tanggapan siswa berupa pernyataan yang terkait dengan aspek keterbacaan dan kemenarikan *e-Book* yang telah dikembangkan. Tujuan angket ini adalah untuk mengetahui tanggapan siswa terkait keterbacaan dan kemenarikan *e-Book* yang telah dikembangkan. Pernyataan dalam angket keterbacaan sama dengan pernyataan yang tertuang dalam instrumen validasi dan angket tanggapan guru, sedangkan pernyataan dalam angket kemenarikan berkaitan dengan desain, tata letak gambar, kualitas gambar, perpaduan warna, variasi bentuk dan ukuran huruf, dan soal evaluasi yang interaktif.

F. Teknik Analisis Data

1. Teknik analisis data hasil angket pada studi pendahuluan

Setelah dilakukan tahap studi pendahuluan serta pengumpulan data dengan melakukan pengisian angket oleh guru dan siswa di tiga SMA di Bandar Lampung, hasil jawaban tersebut diolah untuk memperoleh hasil keseluruhan dari jawaban guru dan siswa (responden). Adapun teknik analisis data pada tahap ini adalah:

- a. Membuat tabel data hasil jawaban responden bertujuan untuk mengelompokkan jawaban dari setiap pertanyaan pada angket guru dan angket siswa.
- b. Menghitung persentase skor setiap *item*. 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

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

N = Jumlah seluruh responden

- c. Menjelaskan hasil persentase jawaban responden dalam bentuk deskriptif naratif (Sudjana, 2005).

2. Teknik analisis data angket hasil validasi ahli, tanggapan guru dan siswa
Adapun teknik analisis data hasil angket hasil validasi ahli, tanggapan guru, dan tanggapan siswa dilakukan dengan cara sebagai berikut:

a. Memberi skor jawaban responden.

Pemberian skor jawaban responden dalam angket kesesuaian isi, konstruksi, keterbacaan, dan kemenarikan berdasarkan skala Likert.

Tabel 2. Penskoran berdasarkan skala Likert

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

b. Mengolah jumlah skor jawaban responden pada angket. Adapun pengolahan jumlah skor ($\sum S$) jawaban responden pada angket adalah sebagai berikut:

- 1) Skor untuk pernyataan Sangat Setuju (SS)
Skor = 5 x jumlah responden yang menjawab SS
- 2) Skor untuk pernyataan Setuju (S)
Skor = 4 x jumlah responden yang menjawab S
- 3) Skor untuk pernyataan Kurang Setuju (KS)
Skor = 3 x jumlah responden yang menjawab KS
- 4) Skor untuk pernyataan Tidak Setuju (TS)
Skor = 2 x jumlah responden yang menjawab TS
- 5) Skor untuk pernyataan Sangat Tidak Setuju (STS)
Skor = 1 x jumlah responden yang menjawab STS

c. Menghitung persentase skor setiap *item* pernyataan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan :

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

$\sum S$ = Jumlah skor jawaban.

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

- d. Menghitung rata-rata persentase jawaban untuk mengetahui tingkat kesesuaian isi, konstruksi, keterbacaan, dan kemenarikan *e-Book* pada materi reaksi reduksi oksidasi dengan rumus sebagai berikut:

$$\overline{\%X} = \frac{\sum \%Xn}{n}$$

Keterangan :

$\overline{\%X}$ = Rata-rata persentase jawaban terhadap pernyataan pada angket

$\sum \%Xn$ = Jumlah persentase semua *item* pernyataan

N = Jumlah *item* pernyataan (Sudjana, 2005).

- e. Menafsirkan rata-rata persentase jawaban angket secara keseluruhan menggunakan tafsiran (Arikunto, 2008).

Tabel 3. Tafsiran kriteria tanggapan guru dan validator

No.	Persentase	Kriteria
1.	80,1% – 100%	Sangat tinggi
2.	60,1% – 80%	Tinggi
3.	40,1% – 60%	Sedang
4.	20,1% – 40%	Rendah
5.	0,0% – 20%	Sangat rendah

- f. Menafsirkan kriteria validasi ahli analisis persentase produk hasil validasi ahli dengan menggunakan tafsiran Arikunto (2008).

Tabel 4. Kriteria validasi analisis persentase

No.	Persentase	Tingkat Kevalidan
1.	76%-100%	Valid
2.	51%-75%	Cukup valid
3.	26%-50%	Kurang valid
4.	<26%	Tidak Valid

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan adalah sebagai berikut.

1. Karakteristik *e-Book* yang dikembangkan diawali dengan wacana terkait fenomena dalam kehidupan sehari-hari terkait reaksi reduksi oksidasi yang dilengkapi gambar dan video berbasis representasi kimia, serta latihan soal interaktif.
2. Validasi ahli meliputi aspek kesesuaian isi, konstruksi, dan keterbacaan memiliki kriteria sangat tinggi dan *e-Book* berbasis representasi kimia pada materi reaksi reduksi oksidasi yang dikembangkan dikatakan valid.
3. Tanggapan guru meliputi aspek kesesuaian isi, keterbacaan dan kemenarikan memiliki kriteria sangat tinggi.
4. Tanggapan siswa untuk aspek keterbacaan dan aspek kemenarikan memiliki kriteria sangat tinggi.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat dijadikan sebagai bahan masukan untuk penelitian yang selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Penelitian pengembangan *e-Book* berbasis representasi kimia pada materi reaksi reduksi oksidasi hanya dilakukan sampai tahap uji coba lapangan awal, sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut berupa uji keterlaksanaan untuk menguji efektifitasnya secara luas pada tahapan penelitian berikutnya.
2. Perlu dikembangkan *e-Book* berbasis representasi kimia pada materi lainnya.

3. Perlu dikembangkan media pembelajaran baik berupa gambar, video maupun animasi berbasis representasi kimia.

DAFTAR PUSTAKA

- AECT. 1977. *The Definition Of Educational Technology*. Association for Educational Communications and Technology. Washington. 169 hlm.
- Albugami, S. and Ahmed, V. 2015. Success Factors for ICT Implementation in Saudi Secondary Schools: From the Perspective of ICT Directors, Head Teachers, Teachers and Students. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology* 11(1): 36–54.
- Alwan, M. 2018. Pengembangan Multimedia E-Book 3D Berbasis Mobile Learning untuk Mata Pelajaran Geografi SMA Guna Mendukung Pembelajaran Jarak Jauh. *At-Tadbir STAI Daru: Kamal NW Kembang Kerang* 1(2): 26–40.
- Apriyani, E. dan Pratiwi, D.W. 2022. Penggunaan Aplikasi Tiktok Sebagai Media Pembelajaran Menulis Teks Porsedur Kompleks di Era Pandemi Covid-19. *Jurnal Bahasa Indonesia Prima*. 4(1): 35–41.
- Arikunto, S. 2008. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Rineka Karya. Jakarta. 370 hlm.
- Borg, W.R. and Gall, M.D. 1989. *Educational Research: An Inroduction Fifth Edition*. Longman. New York and London. 939 hlm.
- Candra, D.N. 2016. Perbandingan Hasil Belajar Siswa Antara Pembelajaran Contextual Teaching Learning (CTL) Menggunakan E-Book dan Pembelajaran Konvensional Menggunakan Handout pada Mata Pelajaran Kontruksi Bangunan Di Kelas X TGB SMK Negeri 2 Bojonegoro. *Jurnal Kajian Pendidikan Teknik Bangunan* 1(1): 189–94.
- Cheng, M. dan Gilbert, J.K. 2009. Towards a Better Utilization of Diagrams in Research into the Use of Representative Levels in Chemical Education. *In Multiple Representations in Chemical Education* 4(3): 55–73.
- Chittleborough, G. and Treagust, D.F. 2007. The Modelling Ability of Non-Major Chemistry Students and Their Understanding of the Sub-Microscopic Level. *Chemistry Education Research and Practice* 8(3): 274–361.

- Dawati, F.M, Fadiawati, N., dan Tania, L. 2015. Pengembangan Buku Ajar Reaksi Redoks Berbasis Representasi Kimia. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia* 2(3): 1–11.
- Gilbert, J. and Treagust, D. 2009. Models and Modeling in Science Education. *Journal of Chemical Information and Modeling* 53(9): 1689–99.
- Harahap, A.S. dan Mawardi, M. 2022. Development of Guided Inquiry-Based Flipped Classroom Learning System Using Moodle on Buffer Solution Material For the Industrial Revolution 4. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Kimia* 1(1): 110–20.
- Haris, D. 2011. *Panduan Lengkap E-Book*. Cakrawala. Yogyakarta. 134 hlm.
- Henke, H. 2001. *Electronic Books and E-Publishing: A Practical Guide for Authors*. Springer. Verlag London. 227 hlm.
- Herron, J.D, Cantu, L.L, and Ward, R. 1977. *Problem associated with concept analysis*. *Journal of Science Education*. 185-199.
- Indrayani, P. 2013. Analisis Pemahaman Makroskopik, Mikroskopik, dan Simbolik Titrasi Asam-Basa Siswa Kelas XI IPA SMA serta Upaya Perbaikannya dengan Pendekatan Mikroskopik. *Jurnal pendidikan sains* 1(2): 109-120.
- Jalinus, N. 2016. *Media & Sumber Pembelajaran*. Kencana. Jakarta. 216 hlm.
- Johnstone, A.H. 1982. Macro and Micro Chemistry. *School Science Review* 227(64): 377–379.
- Jong, O.D., Acampo, J. and Verdonk, A. 1995. Problems in Teaching the Topic of Redox Reaction: Actions and Conceptions of Chemistry Teachers. *Journal of Research in Science Teaching* 32(10):1097-1110.
- Manley, L. and Holley, R.P. 2012. History of the Ebook: The Changing Face of Books. *Technical Services Quarterly* 29(4): 292–311.
- Marsiyamsih, Fadiawati, N. dan Tania, L. 2017. Pengembangan E-Book Berbasis Multiple Representasi Pada Bahasan Klasifikasi Materi. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia* 4(2): 732–43
- Nakhleh, M.B. 2008. Learning Chemistry Using Multiple External Representations. *Visualization: Theory and Practice in Science Education* 1(2): 209 – 231.
- Nguyen, N.G. 2015. Designing and Using Interactive E-Book in Vietnam. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research* 11(1): 75-98.

- Nimah, E.A. dan Ritonga, P.S. 2020. Desain Dan Uji Coba E-Book dengan Pendekatan Dilemmas Stories Pada Materi Reaksi Reduksi Oksidasi. *Jurnal Zarah* 8(1): 21–29.
- Nurlaili. 2018. Sumber Belajar dan Alat Permainan untuk Pendidikan Anak Usia Dini. *Journal of Early Childhood Islamic Education* 2(1): 229-241.
- Prihatiningtyas, S. 2020. *Physics Learning By E-Module*. Universitas KH.A.Wahab Hasbullah. Jakarta. 26 hlm.
- Putra, D.D., Saputra, G.N. dan Wardana, K.A. 2021. Paradigma Pendidikan Abad 21 di Masa Pandemi Covid-19 (Tantangan Dan Solusi). *Jurnal Pusat Penjaminan Mutu* 2(2): 2746–7074.
- Rachmah, A., Rosha, J.M. dan Vani, N.D. 2018. Pengembangan Modul Elektronik Berbasis 3D PageFlip Professional pada Materi Usaha dan Energi. *Physics Education* 7(7): 102–15.
- Restiyowati, I. dan Sanjaya, I.G.M. 2012. Pengembangan E-Book Interaktif Pada Materi Kimia Semester Genap Kelas XI SMA. *Unesa Journal of Chemical Education* 1(1): 130–35.
- Rokhim, D.A., Widarti, H.R. dan Fajaroh, F. 2020. Pengembangan Bahan Belajar Flipbook Pada Materi Redoks dan Elektrokimia Berbasis Pendekatan STEM-PjBL Berbantuan Video Pembelajaran. *Kwangsan: Jurnal Teknologi Pendidikan* 8(2): 234.
- Rozi, F., dan Lana, I. F. 2021. Implementasi Pembelajaran Jarak Jauh (PJJ) Dalam Meningkatkan Kemandirian Belajar Siswa. *Fondatia: Jurnal Pendidikan Dasar* 5(1): 1-16.
- Rusman. 2012. *Manajemen Kurikulum*. Rajawali Pers. Jakarta. 379 hlm.
- Sackstein, S., Spark, L. and Jenkins, A. 2015. Are E-Books Effective Tools for Learning? Reading Speed and Comprehension: Ipad@i vs. Paper. *South African Journal of Education* 35(4): 1–14.
- Sari, D.J., Fadiawati, N. dan Tania, L. 2017. Efektivitas E-Book Interaktif Asam Basa Berbasis Representasi Kimia dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia* 7(2): 237–50.
- Solihah, Y. 2020. Efektifitas Penggunaan E-Book dalam Meningkatkan Literasi Keagamaan Siswa. *Angewandte Chemie International Edition* 6: 951–52.
- Sudjana, N. dan Rivai, A. 2013. *Media Pengajaran*. Sinar Baru Algensindo. Bandung. 219 hlm.

- Sudjana. 2005. *Metode Statistika*. Tarsito. Bandung. 508 hlm.
- Sukmawati, W.A., Kadaroman, Suwarna, O. dan Sopandi, W. 2020. Development of Teaching Materials Based on Conceptual Change Text on Redox Materials for Basic Chemicals on Redox Concept. *Edusains* 12(2): 243–51.
- Suhartanto, H. 2008. Standar Penilaian Buku Teks Pelajaran. <http://hsuhartanto.wordpress.com/standar-penilaian-buku-teks-pelajaranppt.html>- diakses 30 September 2022 pukul 10.00
- Suprpto, E., Apriandi, D. dan Pamungkas, I.P. 2019. Pengembangan E-Book Interaktif Berbasis Animasi Bagi Siswa Sekolah Menengah Kejuruan. *ANARGYA: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika* 2(2): 124–30.
- Taber, K.S. 2009. Learning at the Symbolic Level. In *Multiple Representations in Chemical Education* 4(2): 75–105.
- Tasker, Roy, and Dalton, R. 2006. Research into Practice: Visualisation of the Molecular World Using Animations. *Chemistry Education Research and Practice* 7(2): 141–59.
- Treagust, D.F. 2008. The Role of Multiple Representations Enhancing Students ' Conceptual Understanding and Motivation. *Science Education at the Nexus of Theory & Practice* 1(8): 7–23.
- Triyono, M.B., Wardani, R., Hariyanto, D. dan Subhan, A. 2012. *Pengembangan Interaktif E-Book dari Sisi Pedagogik, Teknologi Perangkat Lunak Serta Media Yang Digunakan*. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta. 100 hlm.
- Waldrip, B., Prain, V. and Carolan, J. 2006. Learning Junior Secondary Science through Multi-Modal Representations. *Electronic Journal of Science Education* 11(1): 87–107.
- Wildayani, H. dan Nugraha, A.W. 2022. Pengembangan Bahan Ajar Inovatif dan Interaktif Berbasis Konstektual pada Materi Termokimia di SMA/MA. *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Terapan* 2(2): 44–49.
- Yulianti, E. 2016. 3D Representasi Pembelajaran Kimia. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia* 12(1): 28–29.