PENGEMBANGAN *e-BOOK* INTERAKTIF BERBASIS REPRESENTASI HORIZONTAL UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN LITERASI VISUAL SISWA

(Tesis)

Oleh

TYAS KHARIMAH TINDANI
NPM 1823025007

MAGISTER PENDIDIKAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021

ABSTRAK

PENGEMBANGAN *e-BOOK* INTERAKTIF BERBASIS REPRESENTASI HORIZONTAL UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN LITERASI VISUAL SISWA

Oleh

Tyas Kharimah Tindani

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *e-Book* berbasis representasi horizontal yang efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan literasi visual siswa. Desain penelitian yang digunakan adalah *Research and Development (R&D)* Borg and Gall. Sampel penelitian terdiri dari kelas kontrol dan eksperimen. Teknik pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling*. Instrumen yang digunakan adalah instrument tes dan angket. Analisis data berdasarkan data *n-gain*, *effect size* dan persentase deskriptif tanggapan guru dan siswa.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *e-Book* interaktif hasil pengembangan dinyatakan: (1) dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis dengan kriteria sedang (0,66) dan memberikan pengaruh besar (0,71). Selain itu, *e-Book* hasil pengembangan juga baik dalam meningkatkan literasi visual siswa dengan kriteria sedang (0,67) dan memberikan pengaruh besar (0,73); (2) menarik (90,57%), bermanfaat (96,29%), dan mudah dipahami dari segi bahasa (95,46%) berdasarkan hasil tanggapan siswa dan guru terhadap penggunaan *e-Boo*k interaktif dalam pembelajaran. Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan, dapat dinyatakan bahwa *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal efektif digunakan menjadi bahan ajar dalam mempelajari materi energidalam sistem kehidupan.

Kata kunci: *e-Book* interaktif, representasi horizontal, keterampilan berpikir kritis, literasi visual

ABSTRACT

THE DEVELOPMENT OF INTERACTIVE e-BOOK BASED ON HORIZONTAL REPRESENTATION TO IMPROVE STUDENT'S CRITICAL THINKING SKILLS AND VISUAL LITERACY

By

Tyas Kharimah Tindani

This study aims to develop an e-book based on horizontal representation which is valid and effective in improving students' critical thinking skills and visual literacy. The design used was Research and Development (R&D) by Borg and Gall. The sample consisted of control and experimental class. The sampling technique used was purposive sampling. The instruments used were test instruments and questionnaires. Data analysis was based on the data of n-gain, effect size and descriptive percentage of students and teacher's responses.

The results of the study indicate that the developed interactive e-Books stated: (1)) improving critical thinking skills with moderate criteria (0.66) and has a large effect (0.71). In addition, the developed e-Book was also good in improving the visual literacy of students with moderate criteria (0.67) and has a large effect (0.73); (2) interesting (90.57%), useful (96.29%), and easy to reach in terms of language (95.46%) based on the results of student responses to the use of interactive e-books in learning. Based on the results of research and development, it can be stated that interactive e-books based on horizontal representations effective of being used as learning materials in studying energy in living systems.

Key word: interactive e-Book, horizontal representations, critical thinking skill, visual literacy

PENGEMBANGAN *e-BOOK* INTERAKTIF BERBASIS REPRESENTASI HORIZONTAL UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN LITERASI VISUAL SISWA

Oleh

TYAS KHARIMAH TINDANI
NPM 1823025007

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
MAGISTER PENDIDIKAN

Pada

Program Studi Magister Pendidikan IPA
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

MAGISTER PENDIDIKAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021

Judul Tesis	:	**PENGEMBANGAN E-BOOK INTERAKTIF BERBASIS REPRESENTASI HORIZONTAL UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN LITERASI VISUAL SISWA**
Nama Mahasiswa	:	*Tyas Karimah Tindani*
Nomor Pokok Mahasiswa	:	1823025007
Program Studi	:	Magister Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam
Jurusan	:	Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Fakultas	:	Keguruan dan Ilmu Pendidikan

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I,	Pembimbing II,
Dr. M. Setyarini, M.Si	**Dr. Dewi Lengkana, M.Sc**
NIP. 19670511 199103 2 001	NIP. 19611027 198603 2 001

2. Mengetahui,

Ketua Jurusan Pendidikan MIPA	Ketua Program Studi Magister Pendidikan IPA
Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd.	**Dr. Dewi Lengkana, M.Sc.**
NIP. 19600301 198503 1 003	NIP. 19611027 198603 2 001

MENGESAHKAN

1. **Tim Penguji**

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

Sekretaris : **Dr. Dewi Lengkana, M.Sc** .....

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

2. Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si. .....

2. **Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan**

Prof. Dr. Patuan Raja, M.Pd.
NIP 19620804 198905 1 001

Tanggal Ujian Tesis : 07 Agustus 2021

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, dengan ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa:

1. Tesis dengan judul "PENGEMBANGAN *e-BOOK* INTERAKTIF BERBASIS REPRESENTASI HORIZONTAL UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN LITERASI VISUAL SISWA" adalah hasil karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai dengan etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Hak intelektual atau karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila di kemudian hari adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya. Saya bersedia dan sanggup dituntut sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 18 Agustus 2021

METERAI TEMPEL

23FAJX338102562

Tyas Kharimah Tindani

NPM 1823025007

PERSEMBAHAN

Karya ini aku persembahkan untuk :

Bapak dan Ibu tersayang, *My dearest sissy, and My Beloved Hubby*
Terima kasih sudah menjadi *support system* yang luar biasa.
Terima kasih atas doa, motivasi, nasehat dan waktu yang
dicurahkan selama penyusunan tesis ini.

Almamater tercinta, Universitas Lampung

MOTTO HIDUP

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

Al-insyirah: 6

”

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Suka Banjar pada tanggal 3 Oktober 1993, sebagai anak pertama dari dua bersaudara pasangan Bapak Sutino dan Ibu Lilis Supriani.

Pendidikan Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SD Al-Kautsar pada tahun 2005, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 4 Bandar Lampung pada tahun 2008, Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 9 Bandar Lampung pada tahun 2011, dan memperoleh gelar sarjana Pendidikan Biologi (S1) di Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung pada tahun 2015.

Pada tahun 2018 penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Program Studi Magister Pendidikan IPA, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.

SANWACANA

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia Nya sehingga tesis ini dapat diselesaikan.

Tesis yang berjudul "Pengembangan *e-Book* Interaktif Berbasis Representasi Horizontal Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Literasi Visual Siswa" sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Pendidikan Pada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Karomani, M.Si., selaku Rektor Universitas Lampung
2. Prof. Dr. Patuan Raja, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung
3. Prof. Dr. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T., selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung.
4. Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Pendidikan Universitas Lampung.
5. Dr. Dewi Lengkana, M.Sc., selaku Ketua Program Studi Magister Pendidikan IPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung, dan Pembimbing II dalam penyusunan tesis ini yang telah memberikan ilmu pengetahuan, nasehat, motivasi, arahan, dan bimbingan kepada penulis.
6. Dr. M. Setyarini, M.Si., selaku Pembimbing akademik dan Pembimbing I dalam penyusunan tesis yang telah membimbing, memotivasi, dan mengarahkan penulis selama proses penulisan tesis.
7. Dr. Tri Jalmo, M.Si., selaku Pembahas dalam penyusunan tesis yang telah banyak memberikan masukan, arahan, saran dan kritik yang bersifat positif dan membangun.

8. Dr. Dina Maulina, M.Si., selaku Validator I, Dr. Mulyanto Widodo, M.Pd., selaku Validator II serta Dr. Abdurrahman, M.Si., selaku Validator III yang telah memberikan saran dan masukan evaluatif terhadap *e-Book* interaktif hasil pengembangan.
9. Dosen Magister Pendidikan IPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan bimbingan selama menempuh pendidikan.
10. Drs. Mahmud Muin selaku Kepala SMP Negeri 31 Bandar Lampung yang telah memberikan izin penelitian.
11. Ni Made Ratna Sari, S.Pd., sebagai *partner* dan sahabat yang telah memberikan sumbangan pemikiran dan saran selama penulisan tesis.
12. Pipit Diah Nusarini, S.Pd., selaku guru pengampu mata pelajaran IPA kelas VII SMP N 31 Bandar Lampung yang telah memberikan bantuan, masukan dan saran selama proses penelitian.
13. Teman-teman di Program Studi Magister Pendidikan IPA angkatan 2018, semoga semua kebaikan yang telah diberikan mendapatkan pahala dari Allah SWT.

Bandar Lampung, Agustus 2021
Penulis

Tyas Kharimah Tindani

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL xi
DAFTAR GAMBAR xiii

I. PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang Masalah 1
1.2 Rumusan Masalah..... 5
1.3 Tujuan Penelitian 5
1.4 Manfaat Penelitian 6
1.5 Ruang Lingkup Penelitian 6

II. TINJAUAN PUSTAKA 8
2.1 *e-Book* Interaktif dalam Pembelajaran IPA 8
2.2 Representasi Horizontal dalam *e-Book* 11
2.3 Keterampilan Berpikir Kritis 17
2.4 Literasi Visual..... 22
2.5 Hubungan Literasi Visual dan Keterampilan Berpikir Kritis 25
2.6 Analisis *e-Book* IPA Kemendikbud Kelas VII 26
2.7 *Pedagogical Content Knowledge* 28
2.8 Penelitian Pendukung 29
2.9 Kerangka Pikir 30
2.10 Hipotesis 32

III. METODE PENELITIAN 33
3.1 Desain Penelitian Pengembangan 33

3.2 Prosedur Penelitian 35
3.3 Teknik Pengumpulan Data..... 42
3.4 Instrumen Penelitian 43
3.5 Teknik Analisis Data 46

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN 55
4.1 Hasil Penelitian 55
4.2 Pembahasan..... 81

V. KESIMPULAN DAN SARAN 92
5.1 Kesimpulan..... 92
5.2 Saran..... 93

DAFTAR PUSTAKA 94

LAMPIRAN

1. Kuesioner kebutuhan bahan ajar guru 101
2. Hasil perhitungan kuesioner kebutuhan bahan ajar guru 105
3. Kuesioner kebutuhan bahan ajar siswa 106
4. Hasil perhitungan kuesioner kebutuhan bahan ajar siswa 108
5. Lembar analisis buku Kemendikbud.....109
6. Hasil perhitungan analisis buku Kemendikbud.....110
7. Lembar validasi kesesuaian isi 111
8. Hasil perhitungan validasi kesesuaian isi 115
9. Lembar validasi konstruksi 116
10. Hasil perhitungan validasi konstruksi 119
11. Lembar validasi keterbacaan 120
12. Hasil perhitungan validasi keterbacaan 123
13. Hasil perhitungan validasi praktisi 124
14. Angket uji terbatas oleh guru 126
15. Hasil perhitungan angket uji terbatas oleh guru 128
16. Angket uji terbatas oleh siswa.....129
17. Hasil perhitungan angket uji terbatas oleh siswa 130
18. Silabus kelas eksperimen.....133
19. Silabus kelas kontrol 136
20. RPP kelas eksperimen 138
21. RPP kelas kontrol 143
22. Kisi-kisi pretes dan postes.....147
23. Soal pretes dan postes.....150
24. Kunci jawaban pretes postes 155
25. Hasil uji validitas dan reliabilitas instrumen soal.....157

26. Nilai *n-gain* kelas eksperimen dan kontrol.....159
27. Hasil uji normalitas, uji homogenitas, dan *effect size* 167
28. Nilai *n-gain* setiap indikator kbk dan lv.....173
29. Hasil perhitungan angket respon guru 179
30. Hasil perhitungan angket respon siswa 180
31. Angket evaluasi keterlaksanaan pembelajaran.....182
32. Hasil evaluasi keterlaksanaan RPP.....185
33. *e-Book* hasil pengembangan.....186

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

2.1 Indikator keterampilan berpikir kritis 18

2.2 Indikator literasi visual 24

2.3 Penelitian pendukung 29

3.1 *Story Board e-Book* interaktif 37

3.2 Indikator pencapaian kompetensi keterampilan berpikir kritis 38

3.3 Indikator pencapaian kompetensi literasi visual 38

3.4 Indikator keterampilan berpikir kritis yang digunakan dalam e-book interaktif berbasis representasi horizontal 39

3.5 Indikator literasi visual yang digunakan dalam *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal 39

3.6 Desain penelitian 40

3.7 Instrumen penelitian dan pengembangan *e-Book* interaktif berbasis berbasis representasi horizontal 45

3.8 Kriteria penskoran angket 46

3.9 Tafsiran presentasi angket 47

3.10 Kriteria validasi analisis persentase 48

3.11 Interpretasi *n-gain* 49

3.12 Interpretasi *Effect Size* 50

4.1 Hasil analisis kebutuhan bahan ajar guru 57

4.2 Rancangan e-Book interaktif berbasis representasi horizontal. 61

4.3 Hasil validasi ahli dan praktisi terhadap e-*book* interaktif 62

4.4 Hasil rekomendasi perbaikan uji validitas oleh ahli 63

4.5 Perubahan dan hasil revisi *e-Book* hasil pengembangan 64

4.6 Hasil tanggapan guru terhadap kelayakan rancangan *e-Book*..... 69
4.7 Hasil tanggapan siswa terhadap kelayakan rancangan *e-Book*..... 70
4.8 Hasil uji validitas dan reliabilitas instrumen tes 70
4.9 Hasil evaluasi keterlaksanaan RPP 72
4.10 Hasil uji normalitas nilai keterampilan berpikir kritis 73
4.11 Hasil uji normalitas nilai literasi visual 73
4.12 Hasil uji homogenitas nilai KBK dan literasi visual..... 74
4.13 Hasil uji persamaan dua rata-rata..... 74
4.14 Hasil perhitungan *n-gain* keterampilan berpikir kritis..... 75
4.15 Hasil perhitungan *n-gain* keterampilan berpikir kritis..... 75
4.16 Hasil uji perbedaan dua rata-rata 79
4.17 Hasil uji *Effect Size*. 80
4.18 Persentase tanggapan guru dan siswa terhadap penggunaan *e-Book* interaktif dalam pembelajaran 81

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

2.1 Simulasi interaktif percobaan fotosintesis 9
2.2 Simulasi bentuk dan perubahan energi menggunakan program *PhET* 10
2.3 Model teoritis tiga dimensi atau model kubus untuk pembelajaran sains..... 12
2.4 Contoh representasi horizontal 13
2.5 Pembangkit listrik tenaga air. 25
2.6 Contoh penyajian representasi horizontal pada *e-Book* siswa terbitan Kemendikbud 26
2.7 Contoh soal latihan pada *e-Book* siswa terbitan Kemendikbud materi energi dalam sistem kehidupan. 27
2.8 Contoh kegiatan siswa percobaan fotosintesis dan respirasi 28
2.9 Kerangka pikir pengembangan *e-Book* Interaktif berbasis representasi horizontal 32
3.1 Alur pengembangan *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal 34
4.1 Hasil analisis representasi horizontal pada *e-Book* siswa 55
4.2 Hasil analisis soal evaluasi pada *e-Book* siswa 55
4.3 Hasil analisis soal evaluasi KBK pada *e-Book* siswa..... 56
4.4 Hasil angket analisis kebtuhan bahan ajar siswa..... 58
4.5 Tampilan *e-Book* interaktif hasil pengembagan..... 62
4.6 Persentase *n-gain* keterampilan berpikir kritis 75
4.7 Persentase *n-gain* literasi visual 76

4.8 Persentase *n-gain* tiap Indikator KBK kelas eksperimen..... 77
4.9 Persentase *n-gain* tiap Indikator KBK kelas Kontrol 77
4.10 Persentase *n-gain* tiap indikator literasi visual kelas eksperimen..... 78
4.11 Persentase indikator literasi visual kelas kontrol 78
4.12 Analisis representasi horizontal *e-Book* interaktif 80
4.13 penyajian materi percobaan fotosintesis pada *e-Book* interaktif..... 83
4.14 Penyajian materi sumber energi pada *e-Book* interaktif..... 85
4.15 Contoh soal interaktif 86
4.16 Contoh jawaban postes keterampilan berpikir kritis..... 87
4.17 Contoh jawaban postes keterampilan berpikir kritis..... 88
4.18 Contoh soal latihan indikator keterampilan berpikir kritis 89
4.19 Soal dan jawaban siswa indikator keterampilan berpikir kritis 89
4.20 Contoh soal literasi visual pada *e-Book* interaktif 90
4.21 Contoh jawaban siswa pada soal postes literasi visual 91

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Era digital menyajikan peluang sekaligus tantangan karena pesatnya perkembangan di berbagai lini kehidupan. Perkembangan yang paling dirasakan terjadi pada teknologi informasi visual (Ramadlani dkk., 2017). Faktanya adalah generasi siswa saat ini merupakan konsumen global dari informasi visual tersebut (Lowe, 2000; Fernandez *and* Ruiz-Gallardo, 2017). Penggunaan teknologi tidak selalu memberikan kontribusi yang positif bagi kehidupan. Gelombang informasi yang demikian besarnya, tidak semuanya disertai dengan fakta dan informasi yang benar. Masih banyak siswa yang tidak terbiasa mengevaluasi kebenaran suatu informasi. Siswa sulit melakukan proses penalaran terhadap sesuatu karena teknologi yang ada saat ini membuat siswa terbiasa dengan hal-hal instan (Nugroho, 2018). Menghadapi kondisi ini maka penting bagi siswa untuk memiliki kemampuan literasi visual untuk memilah dan menyaring informasi yang diterimanya. Literasi visual merupakan kemampuan untuk membuat dan menafsirkan representasi visual dari sebuah data yang dapat membantu siswa memilah informasi yang diterima, memecahkan masalah dan membuat keputusan berdasarkan informasi tersebut (Alper *et al*., 2017).

Ketidakmampuan memilah informasi dapat menyebabkan berbagai masalah di kehidupan bermasyarakat. Untuk itu perlu mempersiapkan siswa untuk menghadapinya. Selain memiliki literasi visual yang baik, siswa membutuhkan keterampilan berpikir tingkat tinggi yaitu keterampilan berpikir kritis, yang dapat dilatihkan dan dikembangkan pada siswa melalui pembelajaran (Tilchin and Raiyn, 2015; Chiu d *et al*., 2018). Keterampilan berpikir kritis sangat penting agar siswa tidak mudah percaya terhadap informasi yang beredar saat ini.

Selain itu, memiliki keterampilan berpikir kritis dan literasi visual yang baik merupakan bagian dari kecakapan abad 21 yang harus siswa miliki sesuai dengan tuntutan dan tujuan kurikulum 2013. Dalam kurikulum 2013 siswa dituntut memiliki beberapa kecakapan diantaranya *Critical Thinking skills, Communication Skills, Creativity, dan Collaboration.* Tak hanya itu, siswa diharapkan dapat mengembangkan bakat, berkarakter, kompeten dan literat agar dapat menghadapi tantangan di era ini (Trisdiono dan Muda, 2013).

Keterampilan bepikir kritis dan literasi visual siswa dapat dilatihkan melalui pembelajaran sains. Namun kenyataannya siswa saat ini tidak mudah tertarik pada sains sebagai mata pelajaran sekolah, karena pembelajaran sains masih didominasi oleh guru sedangkan siswa cenderung pasif. Hal ini tentunya mempengaruhi pemahaman dan hasil belajar siswa (Kaptan *and* Timurlenk, 2012; Bidarra dan Rusman, 2017; Insani, 2017). Rendahnya kualitas pembelajaran sains di Indonesia juga tercermin dari hasil analisis pencapaian kemampuan sains siswa pada beberapa studi internasional seperti *PISA dan TIMSS.* Sejak awal keikutsertaannya pada tahun 1999 (TIMSS) dan tahun 2000 (PISA) hingga tahun 2015, Indonesia selalu menempati posisi yang rendah. Indonesia bahkan belum pernah sekalipun berada di peringkat 30 besar (Nugroho, 2018).

Selain proses pembelajaran, sifat materi yang dipelajari juga mempengaruhi keterampilan berpikir kritis dan literasi visual siswa. Beberapa konsep sains yang diajarkan bersifat abstrak dan melibatkan proses yang rumit sehingga sulit dipahami siswa. Salah satu contohnya yaitu materi energi dalam sistem kehidupan yang melibatkan sejumlah proses yang rumit, namun detail dari proses ini sering hi-lang dalam buku pelajaran sains yang digunakan siswa (Ryoo *and* Beddel, 2017). Konsep abstrak dan proses rumit pada materi energi dalam sistem kehidupan dapat direpresentasikan dengan bagan sehingga mempermudah siswa dalam memahaminya, misalnya bagan proses perubahan energi pada energi potensial energi air menjadi energi listrik. Selain bagan, penggunaan grafik dan tabel yang digunakan merepresentasikan hubungan faktor yang mempengaruhi besarnya energi potensial dan kinetik juga dapat mempermudah siswa memahami

materi tersebut. Gambar, grafik, dan tabel yang disajikan sangat membantu siswa melatih keterampilan berpikir kritis dan literasi visualnya serta memahami materi lebih baik dibandingkan jika hanya menggunakan penjelasan tekstual. Menurut Tsui and Treagust (2013), grafik, gambar, persamaan, dan animasi termasuk dalam representasi horizontal. Beberapa penelitian menyatakan bahwa penggunaan representasi yang memvisualisasikan materi dapat mempermudah penjelasan verbal dan tekstual, atau bahkan dapat menggantikan keduanya dalam menjelaskan konsep penting dalam pelajaran sains (Vavra *et al*., 2011).

Berbagai jenis strategi dan proyek implementasi teknologi dalam pendidikan telah dilakukan dan dikembangkan selama dekade terakhir. Karakter generasi baru yang sangat akrab dengan teknologi dapat digunakan sebagai solusi dari masalah pembelajaran tradisional yang masih diterapkan pada generasi ini (Dos Reis, 2018). Pengembangan *e-Book* yang interaktif dan dilengkapi dengan representasi horizontal yang mempermudah siswa memahami konsep abstrak dan proses rumit pada materi energi dalam sistem kehidupan sangat diperlukan. Berbagai penelitian telah dilakukan terkait pembelajaran yang menggunakan *e-Book* interaktif diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Chiu *et al*., (2018). Dalam penelitiannya disimpulkan bahwa salah satu keunggulan *e-Book* interaktif yang potensial adalah fleksibilitas dan aksesibilitas yang lebih besar dibandingkan buku kertas, dan karakteristik *e-Book* dapat memberikan konteks dan kegiatan autentik bagi siswa. Selain itu, dengan *e-Book* interaktif, siswa semakin termotivasi, aktif dalam kegiatan belajar, dan meningkatkan hasil belajar siswa serta meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa (Li, 2015; Hsiao *et al*., 2016; Hsu, 2017; Pradana dan Suyatna, 2018; Ambarwati dkk., 2019)**.**

Berdasarkan hasil survei menggunakan angket yang diberikan kepada 10 guru 100 siswa di sepuluh Sekolah Menengah Pertama di Bandar Lampung, hasilnya adalah 39% siswa hanya menggunakan bahan ajar buku IPA dari Kemendikbud; 13% siswa menyatakan menggunakan bahan ajar buku IPA dari Kemendikbud dan bahan ajar dari guru; 11% siswa menyatakan menggunakan buku cetak penerbit dan buku ajar dari internet; 31% siswa menyatakan menggunakan ba-

han ajar dari Kemendikbud, dari guru dan internet; dan 6% dari siswa menyatakan menggunakan *e-Book* pada proses pembelajaran IPA khususnya materi energi dalam kehidupan. Sementara berdasarkan hasil survei kepada 10 guru diperoleh hasil yaitu sebanyak 80% guru melengkapi bahan ajarnya dengan bahan ajar dari internet dan *e-Book* dari Kemendikbud. Meskipun *e-Book* yang digunakan sudah menyajikan representasi horizontal namun masih didominasi dengan gambar dan belum interaktif. Sebanyak 75 % guru menyatakan bahwa *e-Book* yang digunakan sudah melatihkan keterampilan berpikir kritis, namun hanya 37,5 % guru yang menyatakan *e-Book* yang digunakan guru sudah melatihkan literasi visual siswa. Dari data tersebut diketahui bahwa bahan ajar yang paling banyak digunakan oleh siswa adalah buku IPA yang diterbitkan oleh Kemendikbud. Selain itu, sebanyak 96% dari siswa dan guru IPA menyatakan bahwa perlu adanya pengembangan bahan ajar *e-Book* interaktif berbasis representtasi horizontal pada materi energi dalam sistem kehidupan.

Berdasarkan analisis buku pelajaran IPA siswa kelas VII, yang diterbitkan oleh Kemendikbud tahun 2017, hasilnya dalam buku ini sudah disajikan beberapa bentuk representasi horizontal pada penyajian materi energi dalam sistem kehidupan. Representasi horizontal yang digunakan dalam *e-Book* ini pada uraian materi energi dalam sistem kehidupan terdiri dari gambar, persamaan, diagram, dan bagan alur/skema. Bentuk representasi yang paling mendominasi adalah gambar dengan persentase 82,8%; sedangkan untuk persamaan 2,85%; diagram 2,85%, bagan 11,5%, grafik 0 % dan tabel 0 %. Meskipun telah menggunakan beberapa bentuk representasi horizontal, namun sebagian besar gambar yang disajikan hanya melengkapi penjelasan tekstual, dan belum membantu menjelaskan. Penggunaan representasi horizontal pada buku ini juga belum melatihkan keterampilan berpikir kritis dan literasi visual. Buku ini disajikan dalam bentuk *e-Book* dan buku cetak. Meskipun dalam bentuk *e-Book* namun tampilan yang disajikan tidak interaktif sehingga siswa tidak mendapat *feedback* langsung saat belajar. Dapat dikatakan bahwa buku atau *e-Book* yang digunakan siswa untuk mempelajari materi energi dalam sistem kehidupan belum menyajikan

interaktivitas dan representasi yang dapat melatih keterampilan berpikr kritis dan literasi visual.

Berdasarkan uraian di atas maka dilakukan pengembangan *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan literasi visual untuk siswa SMP pada materi energi dalam sistem kehidupan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana karakteristik *e-Book* interaktif hasil pengembangan yang valid untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan literasi visual siswa?
2. Apakah *e-Book* hasil pengembangan efektif meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa?
3. Apakah *e-Book* hasil pengembangan efektif meningkatkan literasi visual siswa?
4. Bagaimanakah tanggapan guru terhadap *e-Book* interaktif hasil pengembangan ?
5. Bagaimanakah tanggapan siswa terhadap *e-Book* interaktif hasil pengembangan?

1.3 Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah, maka penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan:

1. karakteristik *e-Book* interaktif yang valid dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan literasi visual siswa.
2. keefektifan *e-Book* interaktif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan literasi visual siswa.
3. tanggapan guru terhadap *e-Book* interaktif hasil pengembangan
4. tanggapan siswa terhadap *e-Book* interaktif hasil pengembangan

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat, khususnya bagi:

1. Siswa
   Penggunaan *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal memudahkan siswa dalam memahami materi energi dalam sistem kehidupan, serta dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan literasi visual siswa.
2. Guru
   e-Book interaktif berbasis representasi horizontal dapat dijadikan sebagai salah satu bahan ajar alternatif dalam membelajarkan materi energi dalam sistem kehidupan.
3. Sekolah
   Sebagai sumbangsih pemikiran dalam meningkatkan mutu proses pembelajaran IPA di SMP.
4. Peneliti lain
   Diharapkan dapat menjadi referensi untuk mengembangkan *e-Book* interaktif pada materi lainnya.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Untuk menghindari kesalahan dalam penafsiran, maka ruang lingkup penelitian ini adalah :

1. Desain penelitian pengembangan *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal yaitu desain penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* Borg *and* Gall (2003) terdiri atas sepuluh tahapan. Pada penelitian ini hanya dilakukan sampai tahap ke-7 yaitu penyempurnaan produk hasil uji coba luas.
2. *e-Book* Interaktif yang dimaksud dalam penelitian ini berupa buku elektronik berisi uraian materi energi dalam sistem kehidupan yang disertai simulasi percobaan dan latihan soal yang dapat memberikan umpan balik secara langsung pada siswa.

3. Representasi horizontal dalam penelitian ini menggunakan grafik, tabel, bagan, gambar, persamaan, simulasi percobaan dan video yang merujuk pada teori kubus Tsui and Treagust (2013).
4. Karateristik yang dimasud dalam penelitian ini adalah ciri khas *e-Book* interaktif hasil pengembangan yang ditinjau berdasarkan materi dan konten interaktif yang disajikan dan uji validitas oleh ahli.
5. Indikator berpikir kritis yang dilatihkan pada *e-Book* ini merujuk pada Ennis (2011) yaitu memberikan penjelasan sederhana, membangun keterampilan dasar, menyimpulkan, memberikan penjelasan lanjut, dan mengatur strategi dan taktik yang diukur menggunakan tes uraian.
6. Indikator literasi visual yang dilatihkan dalam *e-Book* ini merujuk sebelas indikator literasi visual Avgerinou (2009) namun pada penelitian ini hanya menggunakan tiga indikator, yaitu berpikir visual, penalaran visual, dan asosiasi visual yang diukur menggunakan tes uraian.
7. *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal pada penelitian ini dibatasi pada materi energi dalam sistem kehidupan, dengan KD 3.5 Menganalisis konsep energi, berbagai sumber energi, dan perubahan sumber energi dalam kehidupan sehari-hari termasuk fotosintesis.
8. Efektivitas *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal pada materi energi dalam sistem kehidupan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan literasi visual siswa SMP ditinjau dari *n-gain* (Hake, 1999) dengan kriteria minimal sedang dan *effect size* dengan kriteria minimal medium (Cohen, Manion and Morrison, 1988).
9. Pembuatan *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal pada penelitian ini menggunakan applikasi *kvisoft flipbook maker* dan *macromedia flash*. Implementasi *e-Book* interaktif menggunakan *platform Google Classroom*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *e-Book* Interaktif dalam Pembelajaran IPA

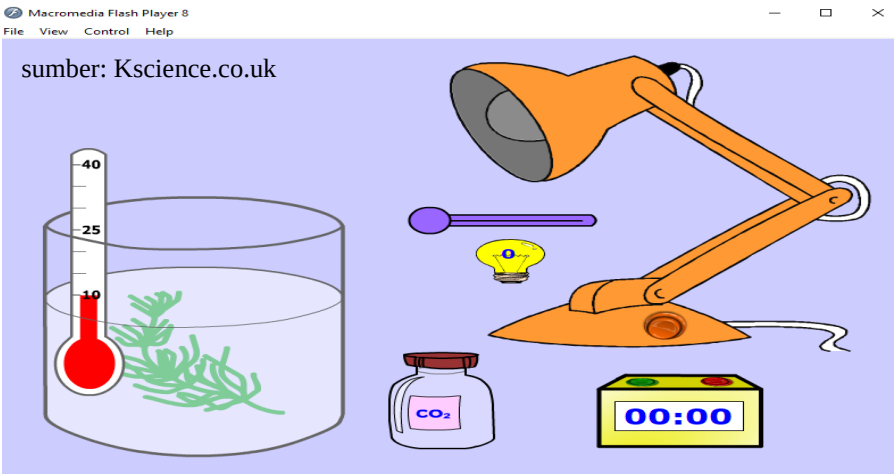
Bahan ajar adalah segala bentuk bahan yang digunakan untuk membantu guru dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar. Bahan yang dimaksud bisa berupa bahan tertulis maupun bahan tidak tertulis (Depdiknas, 2008). Menurut Hernawan dkk. (2012) bahan ajar merupakan seperangkat materi atau subtansi pelajaran yang disusun secara sistematis dan berisi kompetensi yang harus dikuasai siswa dalam kegiatan pembelajaran.

Salah satu bahan ajar yang dapat digunakan untuk mempermudah siswa dalam belajar adalah *e-Book*. *e-Book* dapat diartikan sebagai buku yang tersedia secara *online* yang dapat digunakan pada perangkat tertentu, khususnya perangkat seluler (Rao, 2003; Klarin *et al*., 2014). Menurut Amstrong (2008) *e-Book* merupakan sebuah buku yang teksnya tersedia dalam format elektronik atau sebuah buku yang teksnya hanya tersedia atau terutama di internet. *e-Book* juga diartikan sebagai objek digital dengan teks atau konten lain, yang muncul sebagai hasil dari mengintegrasikan konsep buku tradisional dengan fitur modern yang disediakan pada perangkat elektronik (Vassiliou and Rowley, 2008).

e-Book interaktif adalah buku elektronik yang mencakup konten interaktif. *e-Book* interaktif memanfaatkan teknologi terbaru *Mobile, web,* dan grafis menggunakan CSS dan HTML5 untuk membuat konten lebih kreatif dan menarik. Terdapat berbagai interaktivitas yang dapat melibatkan pembaca dan membuat isi *e-Book* lebih bermakna (Bartoszewicki, 2013). Contoh interaktivitas pada *e-Book* interaktif dapat berupa animasi, simulasi, peta interaktif dan grafik, tur berpemandu, 3D, *slidelines*, *hot spot*, video pendek dan klip audio,

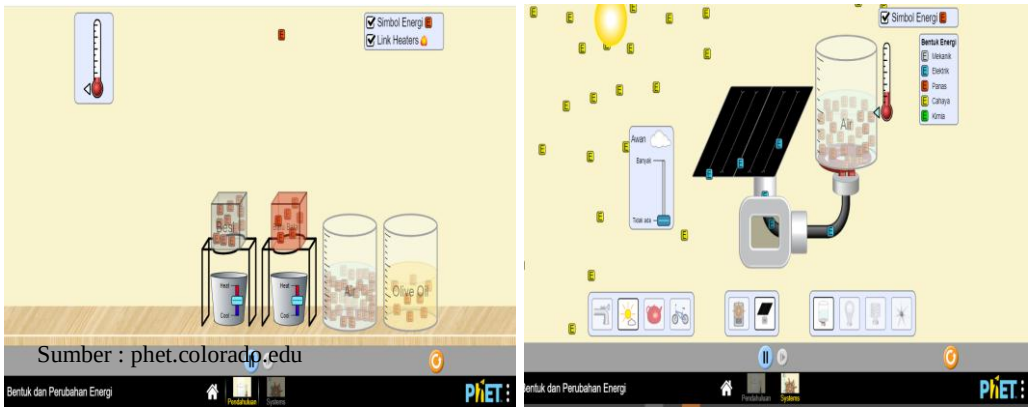
serta penilaian diri untuk mengukur pemahaman. Fasilitas ini tidak hanya menyediakan penjelasan secara detail mengenai topik yang rumit dan memperkuat konsep-konsep yang coba dijelaskan, namun juga dapat meningkatkan keterlibatan siswa dalam belajar (Bartoszewicki, 2013; Baldwin, 2015).

Contoh interaktivitas dalam *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal adalah simulasi interaktif *"photolab"* yang dikembangkan melalui aplikasi *macromedia flash player 8*, dapat dilihat pada Gambar 2.1. Penggunaan *photolab* dalam pembelajaran fotosintesis dapat memudahkan siswa memahami percobaan fotosintesis dengan mudah dan menarik. Siswa dapat mengetahui faktor yang mempengaruhi fotosintesis dengan mengubah variabel pada simulasi.



Gambar 2.1. Simulasi interaktif percobaan fotosintesis (*photolab*)

Selain *photolab*, contoh simulasi interaktif lainnya yang dapat digunakan dalam *e-Book* interaktif adalah simulasi interaktif yang dikembangkan oleh *PhET*, disajikan pada Gambar 2.2 Simulasi ini mengenai bentuk energi dan perubahannya. Melalui simulasi interaktif ini siswa dapat melakukan percobaan mengenai berbagai bentuk energi yang ada di kehidupan dan dapat melihat proses perubahan suatu energi menjadi energi lainnya.



Sumber : phet.colorado.edu

Gambar 2.2 Simulasi bentuk dan perubahan energi menggunakan program *PhET*.

Dibandingkan dengan buku cetak tradisional, *e-Book* memiliki potensi untuk menawarkan manfaat utama sebagai berikut:

1. *e-Book* mudah diakses menggunakan *browser web* standar tanpa kendala waktu atau geografis
2. Harga *e-Book* lebih murah dibandingkan buku tradisional
3. Tidak menggunakan kertas dalam pembuatannya sehingga lebih ramah lingkungan (Waller, 2013).
4. Interaksi di antara pengguna dapat terfasilitasi dengan adanya kolom komentar dan obrolan.
5. Mempermudah penelusuran suatu topik dalam *e-Book* dengan fitur pencarian kata kunci dalam sebuah buku dan di seluruh koleksi buku.
6. Terdapat menu untuk menggabungkan fitur-fitur lain seperti *hyperlink*, *bookmark*, menghubungkan ke bagian lain dari buku atau sumber daya luar seperti kamus, menghubungkan objek multimedia yang kompleks termasuk gambar, video dan simulasi.
7. Informasi dalam *e-Book* dapat dipotong, disisipkan, dicetak atau disimpan untuk digunakan nanti (Vassilou and Rowley, 2008).

Selain memiliki banyak manfaat, menurut Embong dkk. (2012) dan Waller (2013) *e-Book* juga memiliki beberapa kekurangan diantaranya:

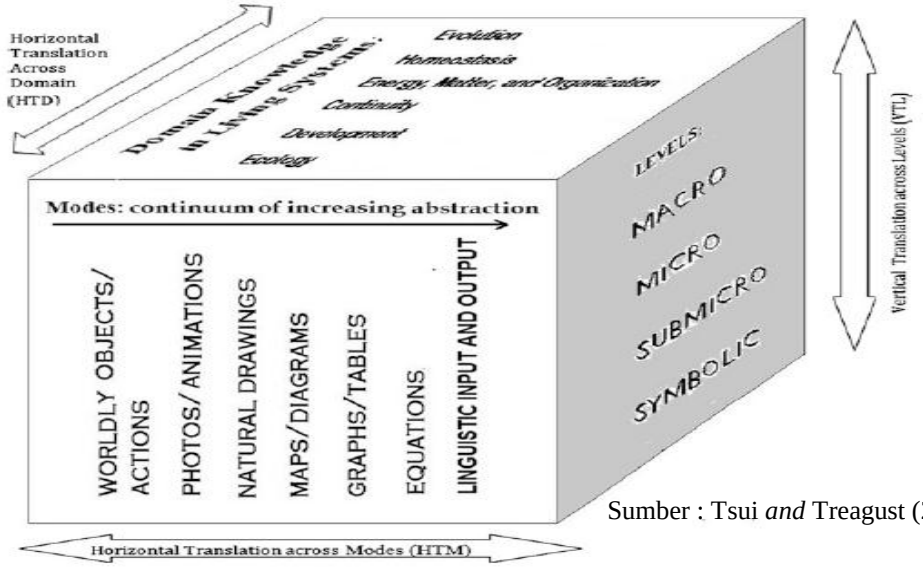
1. *E-Book* membutuhkan perangkat seperti ponsel atau komputer untuk mengaksesnya, sehingga akses dibatasi oleh kapasitas penyimpanan pada perangkat dan ketersediaan pasokan listrik.
2. Perangkat pembaca terkadang harus memiliki aplikasi tertentu untuk mengakses *e-Book*.
3. Beberapa siswa mungkin menemukan *e-Book* tidak menawarkan pengalaman membaca yang sama dibandingkan dengan membaca buku tradisional.
4. Jumlah *e-Book* (atau perangkat untuk mengaksesnya) yang tidak mencukupi di sekolah tidak dapat diatasi dengan berbagi seperti yang dipraktikkan dengan mudah dengan buku teks.

2.2 Representasi Horizontal dalam *e-Book*

Ilmu pengetahuan berusaha memberikan penjelasan untuk berbagai fenomena alam yang terjadi di kehidupan, namun tidak semua fenomena dapat dijelaskan dengan mudah. Beberapa fenomena terlalu sulit dijelaskan karena melibatkan substansi mikroskopis dan makroskopis. Maka para pakar sepakat bahwa untuk menjelaskan berbagai fenomena ini, dibutuhkan suatu representasi (Gilbert, 2008). Representasi terdiri atas representasi internal dan eksternal. Representasi internal merupakan gambaran model mental di dalam pikiran sedangkan representasi eksternal merupakan bentuk model yang dapat diobservasi secara fisik (Gilbert, 2008). Representasi eksternal terdiri atas analogi, metafora, visualisasi, representasi multilevel, representasi multimodal dan lainnya (Tsui and Treagust, 2013).

Menurut Tsui and Treagust (2013) representasi dapat digambarkan melalui teori tiga dimensi atau teori model kubus, Gambar 3. Teori ini diilustrasikan dengan sebuah kubus yang memiliki tiga sisi. Setiap sisi kubus menggambarkan komponen representasi yaitu penerjemahan representasi melalui moda secara horizontal (*Horizontal Translation across Moda* (HTM)), penerjemahan representasi melalui tingkatan secara vertikal (*Vertical Translation across Level* (VTL), dan

penerjemahan representasi secara lintas domain (*Horizontal Translation across Domain* (HTD)). Pada sisi pertama (atas) kubus terdapat enam domain pengetahuan dalam Biologi, yaitu: evolusi, homeostatis, energi materi dan organisasi dalam kehidupan, kesinambungan: reproduksi dan genetika, dan perkembangan. Pada sisi kedua (depan) merupakan moda representasi horizontal yang terdiri dari: objek nyata/tindakan/gestur, foto/animasi, gambar, grafik/tabel, persamaan, ver-bal/teks. Sisi ketiga merupakan tingkatan representasi vertikal yang terdiri dari makroskopis, mikroskopis, submikroskopis, dan simbolis (Lengkana, 2018).



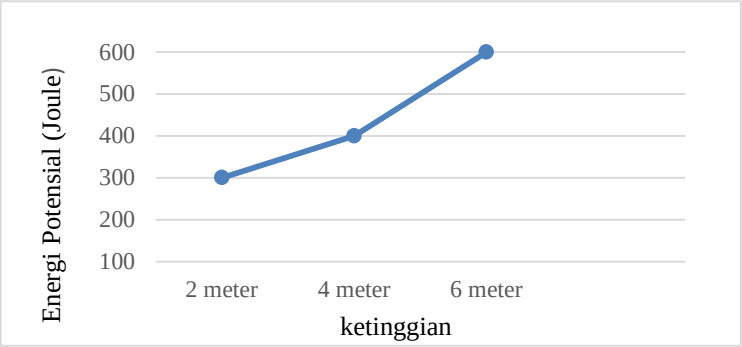
Sumber : Tsui *and* Treagust (2013)

Gambar 2.3. Model teoritis tiga dimensi atau model kubus untuk pembelajaran sains.

Representasi vertikal (VTL) merupakan bentuk representasi yang berhirarki dimulai dari level simbolik, level submikro, tingkat mikro, dan tingkat makro. Pembelajaran juga dapat terjadi melalui representasi horizontal lintas domain (HTD) yang melibatkan lintas domain mata pelajaran. Representasi horizontal (HTM) berasal dari objek konkret ke konsep yang mendasarinya yang direpre-sentasikan lebih abstrak menggunakan grafik, persamaan, atau verbal yang lebih abstrak. Representasi horizontal dapat berupa kata-kata, foto atau animasi, gam-bar, peta, diagram, grafik, tabel, dan persamaan (Tsui and Treagust, 2013).. Misalnya, materi energi dalam sistem kehidupan, salah satu contoh representasi horizontal yang digunakan pada materi energi dalam sistem kehidupan disajikan

pada Gambar 2.4. Pada gambar tersebut siswa diminta mengubah informasi dalam bentuk kalimat menjadi bentuk grafik.

Sarah memiliki 3 buah kelapa dengan massa yang sama, kelapa tersebut ia letakkan di tempat yang berbeda. Kelapa tersebut masing-masing berada pada ketinggian 2 meter, 4 meter, dan 6 meter. Masing-masing kelapa memiliki energi potensial 200 joule, 400 joule, dan 600 joule. Gambarkanlah grafik berdasarkan data hasil percobaan Sarah tersebut!



Gambar 2.4. Contoh representasi horizontal; penjelasan tekstual yang diubah menjadi grafik.

Memahami suatu representasi merupakan suatu tantangan bagi siswa. Hal ini dikarenakan untuk mampu memahami fenomena melalui model representasi, siswa harus melibatkan visualisasi, yaitu pemberian makna pada representasi (Gilbert, 2008). Visualisasi melalui citra visual merupakan cara yang efektif untuk mengkomunikasikan ide-ide abstrak dan konkret yang telah digunakan sejak awal kehidupan manusia (Shatri and Buza, 2017). Komunikasi visual juga sangat penting untuk mempromosikan gagasan dalam suatu pelajaran, dan visualisasi telah banyak digunakan dalam pendidikan dan pembelajaran sains, untuk mewakili konsep ilmiah dan teknologi selama bertahun-tahun (Gilbert, 2008). Visualisasi juga berarti membuat kerangka kerja, termasuk beberapa langkah dalam proses belajar atau mengajar, seperti menyediakan informasi, membuat isyarat, menggunakan isyarat dan kolaborasi untuk menciptakan pola, dan membangun informasi baru, dan akhirnya informasi baru dimulai sebagai siklus visualisasi dalam proses pembelajaran (Guney,2019).

Visualisasi umumnya memberi siswa lebih banyak informasi dan melibatkan tingkat interaksi yang lebih tinggi daripada pembelajaran yang menggunakan format tradisional seperti teks atau ceramah (Varma and Linn, 2012). Visualisasi dapat dipertimbangkan sebagai alat yang dapat membantu guru untuk membuat keputusan tentang rencana mengajar, isi dan sifat tugas. Selain itu, visualisasi juga memfasilitasi siswa untuk melihat yang tak terlihat, membuat konsep abstrak menjadi konkret (Shatri and Buza, 2017). Visualisasi sangat besar pengaruhnya bagi pembelajaran, khususnya sains. Ketika sebuah informasi visual (gambar) diberikan kepada siswa, sebenarnya gambar tersebut tidak "dilihat" oleh mata, tetapi lebih dibangun dari memori oleh "mata pikiran" (Winn, 1980). Pada otak manusia terdapat dua sistem visual, yaitu sistem untuk mengidentifikasi objek (pemrosesan objek) dan sistem untuk bereaksi terhadapnya dari perspektif egosentris (pemrosesan spasial). Daerah otak yang berbeda tampak terspesialisasi dalam memproses berbagai aspek informasi visual. Pemrosesan objek sebagian besar difokuskan pada pemahaman mengenai yang dirasakan dari objek seperti warna, bentuk, logo, estetika fitur, dan gambar, sedangkan pemrosesan spasial sebagian besar berfokus pada pemahaman gerakan dan transformasi objek (Adaval *et al*., 2019).

Melihat informasi dalam bentuk visual (seperti gambar, tabel, grafik, video atau simulasi) memudahkan otak dalam menciptakan citra mental suatu tindakan. Hal ini sangat penting terutama bagi siswa yang baru pertama kali mempelajari suatu materi atau keterampilan dan tidak memiliki pengetahuan apapun tentang hal itu sebelumnya. Melihat sebuah simulasi dari keterampilan yang akan diperoleh membantu otak mengidentifikasi keadaan tindakan dan kemudian untuk mensimulasikan secara mental tindakan yang diperlukan untuk mempraktikkan keterampilan tersebut. Otak kemudian dapat menyimpan simulasi mental dalam memori sebagai jejak memori. Jejak memori ini kemudian bisa diaktifkan kembali di lain waktu saat melakukan tindakan (Barsalou dalam St John Loker, 2016). Hal ini yang menyebabkan informasi visual dalam bentuk representasi horizontal seperti gambar dan diagram misalnya, cenderung lebih menarik

perhatian dibandingkan teks biasa, karena mengkomunikasikan lebih banyak informasi, dan lebih mudah diingat (St John Loker, 2016; Adaval *et al*., 2019). Sejalan dengan teori pengkodean ganda Paivio (1986) bahwa informasi yang dikodekan dalam representasi visual dan verbal, seperti gambar dan animasi, akan lebih diingat daripada informasi yang dikodekan hanya dalam dalam kata-kata saja.

Terdapat lima cara visualisasi objek membantu siswa dalam berpikir yang diuraikan oleh Pylyshyn dalam Vavra *et al*., (2011), yaitu:

1. Visualisasi objek yang menunjukkan sistem logis operasi visual (misalnya, diagram Venn) dapat membantu siswa melihat hubungan logis secara efisien.
2. Objek visualisasi dapat menggambarkan konsep yang lebih besar dipecah menjadi konsep yang lebih kecil.
3. Objek visualisasi dapat menggambarkan keseluruhan hubungan antar konsep untuk memfasilitasi generalisasi (misalnya, dalam diagram dan bagan).
4. Objek visualisasi dapat digunakan untuk melacak hubungan dan mencari solusi alternatif (misalnya, grafik yang menunjukkan hubungan antara kedua variabel, yang memungkinkan siswa untuk meramalkan atau merumuskan hipotesis baru).
5. Objek visualisasi memberikan gambar data yang dapat dirujuk dan ditinjau oleh siswa dan membantu selama penarikan kembali informasi.

Menurut Gilbert (2005), visualisasi dalam sains dapat terwakili oleh lima mode, yang dijabarkan sebagai berikut:

1. Mode konkret, merupakan mode 3 dimensi dan terbuat dari bahan yang tahan lama seperti model ion dari bola dan stik.
2. Mode verbal berisi deskripsi mengenai masing-masing bagian (model) atau hubungan antaranya. Dapat pula penjelasan metafora dan analogi mengenai model tersebut. Seperti hubungan antara bola dan stik sebagai model ion

dan bagaimana model itu memvisualisasikan ikatan yang ada pada ion tersebut. Penjelasannya dapat berupa tulisan atau penjelasan lisan.

3. Mode simbolik terdiri atas simbol, rumus, persamaan kimia dan persamaan dalam matematika.
4. Mode visual terdisi atas grafik, diagram, dan animasi. Terdapat pula bentuk 3 dimensi yang dibuat dengan komputer dan disebut sebagai model virtual.
5. Mode gestural merupakan penggunaan gerakan tubuh untuk memvisualisasikan sesuatu.

Suatu pembelajaran harus dirancang dengan baik dan memfasilitasi perkembangan kognitif, afektif dan psikomotorik siswa. Visualisasi memiliki banyak peran dalam pembelajaran khususnya sains. Berikut ini merupakan manfaat visualisasi dalam pembelajaran sains dalam perkembangan domain kognitif siswa:

1. Membuat konsep yang abstrak menjadi konkret. Melalui visualisasi, suatu pengetahuan atau konsep yang abstrak dapat diekspresikan dengan cara yang konkret dan efektif yang membuat siswa memahami konsep tersebut dengan mudah.
2. Visualisasi digunakan untuk menyampaikan informasi yang tidak mudah dilihat atau tidak mungkin dilihat dengan mata telanjang. Dengan kata lain, visualisasi adalah membuat objek yang tidak terlihat menjadi terlihat.
3. Menampilkan proses konsep ilmiah. Visualisasi dapat merepresentasikan proses konsep ilmiah secara eksplisit melalui gambar diam dan animasi. Namun, visualisasi dinamis dapat meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep abstrak proses molekuler lebih dari ilustrasi statis (Rundgren and Bao-Jun, 2014).

Visualisasi tidak hanya bermanfaat pada domain kognitif, visualisasi juga memiliki peranan penting pada domain afektif, yaitu:

1. Menarik perhatian dan menstimulasi emosi melalui representasi visual berwarna yang digabungkan dengan representasi audio.

2. Membuat siswa antusias dengan melibatkan siswa dalam lingkungan visual yang interaktif (Rundgren and Bao-Jun, 2014).

Peranan visualisasi dalam ranah psikomotorik pada pembelajaran sains adalah:

1. Meningkatkan keterampilan spasial siswa. Keterampilan spasial umumnya berkembang lebih baik ketika menggunakan visualisasi, terutama yang menggunakan media VR.
2. Mengekternalisasi gagasan siswa dan meningkatkan keterampilan komunikasi. Keterampilan ini dapat meningkat melalui aktivitas seperti menggambar dan membuat peta konsep atau diagram. Melalui ekternalisasi ide-ide representasi visual, keterampilan komunikasi siswa akan berkembang.
3. Meningkatkan persepsi sensorik siswa. Menggabungkan lima panca indra dalam pembelajaran akan membuat siswa belajar dengan lebih baik (Rundgren and Bao-Jun, 2014).

2.3 Keterampilan Berpikir Kritis

Berpikir kritis adalah cara berpikir yang sangat penting di setiap sektor kehidupan (Makina, 2010). Berbagai definisi keterampilan berpikir kritis disajikan oleh para ahli. Menurut Ennis (2013) berpikir kritis merupakan suatu cara berpikir reflektif yang masuk akal atau yang didasarkan pada logika yang berfokus pada menentukan apa yang harus dipercaya dan dilakukan. Ahlam and Gaber (2014) menyatakan bahwa keterampilan berpikir kritis merupakan keterampilan yang melibatkan proses mengajukan pertanyaan, menantang asumsi, memeriksa klaim, dan mengidentifikasi alternatif atau jawaban. Seorang pemikir kritis menggunakan analisis bukti mendalam yang luas membuat keputusan dan mengomunikasikan keyakinannya dengan jelas dan akurat. Siswa menjadi pembelajar mandiri dan pemikir kritis ketika siswa mampu menganalisis, mengevaluasi, dan mensintesis informasi dari berbagai sumber dan selanjutnya mampu menyajikan hasil interpretasinya (Ahlam and Gaber, 2014).

Seseorang yang berpikir kritis harus memiliki beberapa kemampuan sesuai indikator berpikir kritis seperti yang dijabarkan pada tabel berikut:

Tabel 2.1. Indikator berpikir kritis menurut Ennis (2011)

No	Kelompok	Indikator	Sub indikator
1	Memberikan penjelasan sederhana	Memfokuskan pertanyaan	a. Mengidentifikasi atau merumuskan pertanyaan b. Mengidentifikasi atau merumuskan kriteria untuk mempertimbangkan kemungkinan jawaban c. Menjaga kondisi berpikir
		Menganalisis argumen	a. Mengidentifikasi kesimpulan b. Mengidentifikasi kalimat-kalimat pertanyaan c. Mengidentifikasi kalimat-kalimat bukan pertanyaan d. Mengidentifikasi dan menangani suatun ketidakrelevanan e. Melihat struktur dari suatu argumen f. Membuat ringkasan
		Bertanya dan menjawab pertanyaan	a. Memberikan penjelasan sederhana b. Menyebutkan contoh
2	Membangun keterampilan dasar	Mempertimbangkan kevalidan sumber	a. Mempertimbangkan keahlian b. Mempertimbangkan kemenarikan konflik c. Mempertimbangkan kesesuaian sumber d. Mempertimbangkan penggunaan prosedur yang tepat e. Mempertimbangkan risiko untuk reputasi f. Keterampilan untuk memberikan alasan
		Mengobservasi dan mempertimbangkan laporan observasi	a. Melibatkan sedikit dugaan b. Menggunakan waktu yang singkat antara observasi dan laporan c. Melaporkan hasil observasi d. Merekam hasil observasi e. Menggunakan bukti-bukti yang benar f. Menggunakan akses yang baik g. Menggunakan teknologi h. Mempertanggungjawabkan hasil observasi

Tabel 2.1. (Lanjutan)

No	Kelompok	Indikator	Sub indikator
3.	Menyimpulkan	Mendeduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi	a. Siklus logika b. Mengkondisikan logika c. Menyatakan tafsiran d. Mengemukakan hal yang umum e. Mengemukakan kesimpulan dan hipotesis f. Mengemukakan hipotesis g. Merancang eksperimen h. Menarik kesimpulan sesuai fakta Menarik kesimpulan dari hasil menyelidiki
		Membuat dan menentukan hasil pertimbangan	a. Membuat dan menentukan hasil pertimbangan berdasarkan latar belakang fakta-fakta b. Membuat dan menentukan hasil pertimbangan berdasarkan akibat c. Membuat dan menentukan hasil pertimbangan berdasarkan penerapan fakta
4	Memberikan penjelasan lanjut	Mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan suatu definisi	a. Membuat bentuk definisi b. Strategi membuat definisi c. Bertindak dengan memberikan penjelasan lanjut d. Mengidentifikasi dan menangani ketidakbenaran yang disengaja e. Membuat isi definisi
		Mengidentifikasi asumsi-asumsi	a. Penjelasan bukan pernyataan b. Mengonstruksi argumen
5	Mengatur strategi dan taktik	Menentukan suatu Tindakan	a. Mengungkap masalah b. Memilih kriteria untuk mempertimbangkan solusi c. Merumuskan solusi alternatif d. Menentukan tindakan sementara e. Mengulang kembali f. Mengamati penerapannya
		Berinteraksi dengan orang lain	a. Menggunakan argumen b. Menggunakan strategi logika c. Menggunakan strategi retorika d. Menunjukkan posisi, orasi, atau tulisan

Setiap siswa harus memiliki keterampilan berpikir kritis yang efektif, dan mereka tidak boleh menerima informasi yan g didapatkan begitu saja. Seorang guru harus bisa merancang pembelajaran yang dapat mengembangkan dan melatihkan keterampilan berpikir kritis siswanya.

Terdapat beberapa cara untuk mengembangkan suatu pembelajaran yang berbasis keterampilan berpikir kritis, yaitu:

1. melatihkan keterampilan berpikir kritis melalui materi tertentu
2. melatihkan ketampilan berpikir kritis dengan melibatkan semua materi yang diajarkan
3. menggunakan pendekatan campuran (Karakoc, 2016).

Gagasan dan konsep berpikir kritis yang dikembangkan oleh para ahli memiliki aspek-aspek umum seperti:

1. Keterampilan kognitif, seperti: menafsirkan, menambah, menyimpulkan, menganalisis, mengevaluasi, mengajukan gagasan,menciptakan dan membuat keputusan sesuai dengan konteks, mencari informasi yang relevan dan dapat diandalkan, mudah beradaptasi dan fleksibel tentang perubahan.
2. Karakter atau nilai-nilai seperti: kehati-hatian, kerendahan hati, integritas intelektual, dan empati (Uribe-Enciso *et al*., 2017).

Menurut Ennis (2011) seorang pemikir kritis akan memiliki karakter dan kemampuan berpikir kritis. Berikut ini merupakan karakter berpikir kritis yang cendrung dimiliki seorang pemikir kritis:

1. Peduli bahwa pendapat atau pemikirannya benar, dan bahwa keputusan yang diambil dibenarkan, termasuk :
   a. Mencari hipotesis alternatif, penjelasan, kesimpulan, rencana, sumber.
   b. Mempertimbangkan dengan serius sudut pandang lain dari sudut pandang sendiri
   c. Mencoba untuk mendapat informasi dengan baik
   d. Menggunakan kemampuan berpikir kritisnya

2. Peduli untuk memahami dan mempresentasikan posisi secara jujur dan jelas, milik sendiri serta milik orang lain, termasuk:
   a. Menemukan dan mendengarkan pandangan dan alasan orang lain
   b. Jelas tentang apa yang dikatakan, ditulis, atau dikomunikasikan,
   c. Mencari sebanyak mungkin presisi yang dibutuhkan
   d. Menentukan dan mempertahankan fokus pada kesimpulan atau pertanyaan
   e. Mencari dan menawarkan alasan
   f. Waspadai keyakinan dasar sendiri secara reflektif

Fahim and Eslamdoost (2014) menjabarkan beberapa strategi yang dapat digunakan untuk mengajarkan atau melatih keterampilan berpikir kritis siswa melalui pembelajaran, yaitu:

1. Klarifikasi:
   a. Mempertanyakan: meragukan dan mencari dasar-dasar yang berkaitan dengan masalah.
   b. Garis besar: membuat sketsa terang struktur kognitif.
   c. Bukti otentik: mengumpulkan bukti relevan dan mendukung.
2. Penilaian:
   a. Memilih bukti terbaik dan sangat terkait serta paling mendukung.
   b. Analisis mendalam tentang bukti yang mendukung dan bukti yang kontra.
   c. Mempertimbangkan nilai, standar, dan urgensi serta poin penting.
   d. Analisis lengkap dari argumen dan argumen balasan.
3. Strategi:
   a. Memiliki definisi yang jelas tentang masalah yang dihadapi.
   b. Membedakan tujuan dari masalah tersebut.
   c. Membuat adaptasi antara tujuan dan bukti serta nilai-nilai.
   d. Membuat kesimpulan sarat nilai berdasarkan temuan sebelumnya.
   e. Tidak mengklaim inferensi pasti: Memiliki pemikiran ulang yang berevolusi dan berulang atas masalah ini.

2.4 Literasi Visual

Definisi literasi visual umumnya berfokus pada pengembangan beberapa kompetensi spesifik seputar kemampuan individu untuk membaca, membuat, dan berkomunikasi tentang, dan melalui, konten visual. Literasi visual dikembangkan sebagai seperangkat keterampilan yang diperlukan untuk dapat menafsirkan isi gambar visual, memeriksa dampak sosial dari gambar dan mendiskusikan tujuan yang ditemukan dalam gambar (Ramadlani dkk., 2017).

Konsep literasi visual didefinisikan sebagai kemampuan instruksional dan dipelajari untuk menafsirkan pesan visual dengan jelas dan membuat pesan dalam pembelajaran (Guney, 2019). Definisi literasi visual umumnya berfokus pada pengembangan beberapa kompetensi spesifik seputar kemampuan individu untuk membaca, membuat, dan berkomunikasi tentang, dan melalui, konten visual (Beaudoin, 2016).

Avgerinou (2009) mengidentifikasi poin konvergensi yang paling signifikan di antara para ahli mengenai teori literasi visual yaitu suatu kemampuan kognitif yang juga mengacu kepada kemampuan afektif yang dapat diajarkan dan dapat dikembangkan, keterampilan ini ditentukan sebagai kegiatan membaca atau menginterpretasikan pernyataan visual dan menulis atau membuat pernyataan visual. Fokus utama literasi visual adalah komunikasi yang disengaja dalam konteks pembelajaran.

Literasi visual telah diakui sebagai keterampilan diperlukan untuk pembelajaran dan pengajaran yang efektif. Keterampilan ini penting dan harus diajarkan dan dipelajari oleh siswa (Sims *et al*., 2015). Menurut Debes (dalam Duchak, 2014) terdapat empat jenis pengalaman belajar yang berkontribusi terhadap pengembangan individu yang baik secara visual:

1. Sifat pengalaman belajar harus memungkinkan untuk melakukan sesuatu yang menyebabkan interaksi bermakna antara siswa dan apa pun yang dilihatnya;

2. Sifat pengalaman belajar harus memberikan praktik dalam memilih fenomena visual tertentu dari lingkungannya yang penting baginya;
3. Sifat pengalaman belajar harus dipertanyakan sehingga mungkin ada peluang bagi siswa untuk membuat pernyataan visual yang bermakna;
4. Sifat pembelajaran pengalaman harus memotivasi siswa mempraktikkan ide-idenya secara visual

Menurut Ausburn and Ausburn terdapat beberapa manfaat yang didapatkan oleh siswa jika mengembangkan keterampilan literasi visualnya, yaitu:

1. Peningkatan semua jenis keterampilan verbal
2. Meningkatkan ekspresi diri dan pengembangan gagasan
3. Peningkatan motivasi dan minat siswa pada mata pelajaran
4. Menjangkau siswa yang tidak terjangkau dengan cara tradisional
5. Meningkatkan citra diri dan hubungan dengan dunia
6. Meningkatkan kemandirian dan kepercayaan diri (Avgerinou and Ericson, 1997)

Kebutuhan akan pembelajaran yang berbasis visual telah menjadi perhatian selama dekade terakhir. Literasi visual menjadi suatu hal yang dibutuhkan oleh siswa saat ini. Menurut Bamford (2003) implikasi mengajarkan literasi visual pada siswa antara lain:

1. Mengembangkan keterampilan berpikir kritis dalam konteks gambar visual
2. Meningkatkan keterampilan literasi verbal dan tertulis untuk menyampaikan gagasan tentang suatu gambar secara lisan dan tertulis
3. Mengenalkan cara memproduksi gambar, teknik manipulasi dan *software* kepada siswa sejak dini
4. Mengintegrasikan literasi visual dengan kurikulum
5. Memastikan adanya keseimbangan antara literasi visual dan literasi tekstual di dalam kelas
6. Mendorong siswa untuk melihat asumsi mendasar yang melekat pada gambar disekitar

7. Mendorong siswa untuk secara kritis menginvestigasi gambar dan menganalisis serta mengevaluasi nilai yang ada pada suatu gambar.

Menurut Avgerinou (2009) terdapat sebelas indikator literasi visual yang dijabarkan sebagai berikut:

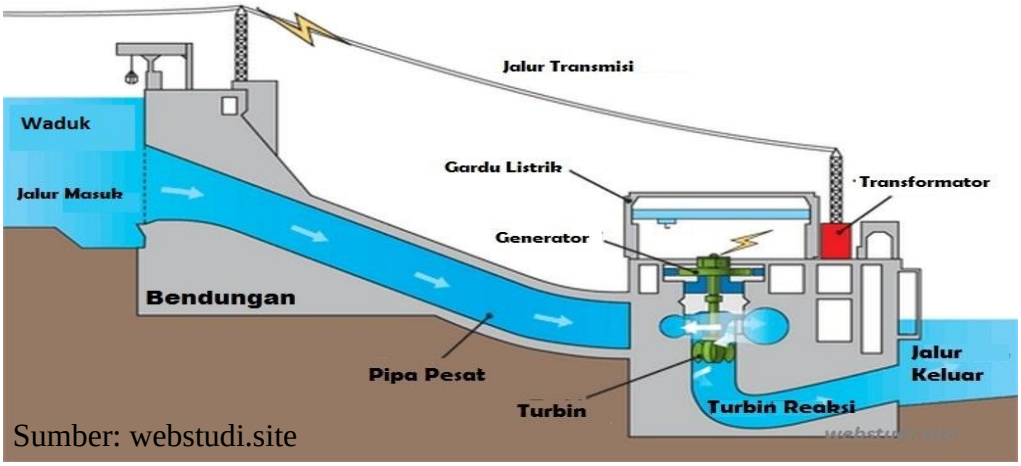
Tabel 2.2. Indikator literasi visual menurut Avgerinou (2009)

No	Indikator	Keterangan
1.	Pengetahuan tentang kosakata visual	Pengetahuan tentang komponen dasar seperti titik, garis, bentuk-bentuk, ruang, tekstur, cahaya, warna, dan gerak dari bahasa visual.
2.	Pengetahuan tentang aturan visual	Pengetahuan tentang tanda visual, simbol, dan makna yang disepakati secara sosial.
3.	Berpikir visual	Kemampuan untuk mengubah informasi dari semua jenis ke bentuk gambar, grafik, atau bentuk lain yang membantu dalam mengomunikasikan informasi tersebut.
4.	Visualisasi	Proses dimana suatu gambar diciptakan
5.	Penalaran visual	Berpikir logis dan koheren mengenai suatu gambar
6.	Pandangan kritis	Berpikir kritis terhadap visual
7.	Perbedaan visual	Kemampuan membedakan dua atau lebih bentuk visual
8.	Rekonstruksi visual	Kemampuan merekontruksi pesan visual dalam bentuk aslinya
9.	Asosiasi visual	Kemampuan menghubungkan bentuk-bentuk visual yang menampilkan kesatuan tema.
10.	Rekonstruksi makna	Kemampuan untuk memvisualisasikan dan merekontruksikan dari pesan visual secara visual atau verbal hanya untuk melengkapi informasi yang kurang lengkap.
11.	Konstruksi makna	Kemampuan mengkonstruksi makna dari pesan dan bukti visual yang diberikan

2.5 Hubungan literasi visual dan keterampilan berpikir kritis

Keterampilan berpikir kritis dan literasi visual di era visual ini sangatlah dibutuhkan, khususnya oleh siswa. Mengingat banyaknya informasi visual yang diterima siswa namun, tak banyak dari siswa yang tahu cara memahami informasi visual tersebut (Cheung and Jhaveri, 2014). Kedua keterampilan ini saling berkaitan, karena pengajaran dan pembelajaran visual sangat berperan dalam mengembangkan pemikiran kritis. Media visualisasi biasanya digunakan untuk menumbuhkan tingkat pembelajaran dan mendukung gaya belajar yang berbeda serta untuk mengembangkan pemikiran kritis pada siswa (Shatri and Buza, 2017).

Salah satu cara untuk mengajarkan pemikiran kritis melalui visualisasi yaitu dimulai dengan gambar diam. Siswa yang memiliki keterampilan literasi visual yang baik diharapkan mampu melihat gambar dengan seksama dan kritis, sehingga mengetahui informasi yang disampaikan oleh gambar tersebut. Dalam praktiknya di kelas, guru dapat melatihkan keterampilan berpikir kritis dan literasi visual secara bersamaan dengan meyajikan aktivitas yang melibatkan pemikiran kritis dan juga imajinatif. Contohnya menggunakan gambar seperti Gambar 2.5, sebagai topik utama kemudian menganalisis dan mendskusikannya bersama di kelas sehingga keterampilan penalaran visual, kemampuan menganalisis dan berargumen siswa dapat berkembang (Cheung and Jhaveri, 2014).

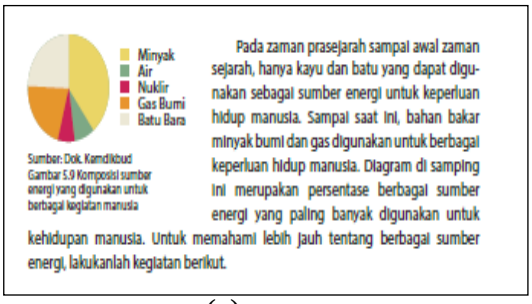


Sumber: webstudi.site

Gambar 2.5. Pembangkit listrik tenaga air.

2.6 Analisis *e-Book* IPA Kemendikbud kelas VII

e-Book ini merupakan *e-Book* siswa kurikulum 2013 revisi 2017 yang diterbitkan oleh Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan. *e-Book* ini tidak interaktif dan digunakan siswa baik dalam bentuk digital ataupun bentuk buku cetak. Analisis didasarkan pada aspek visualisasi khususnya penggunaan representasi horizontal, aspek keterampilan berpikir kritis sesuai indikator keterampilan berpikir kritis Ennis (2011) dan aspek literasi visual sesuai indikator literasi visual Avgerinou (2009). Jumlah keseluruhan representasi horizontal yang digunakan dalam *e-Book* ini adalah 35 buah, terdiri dari gambar, persamaan, diagram, dan bagan alur. Bentuk representasi yang paling mendominasi adalah gambar dengan persentase 82,8%; sedangkan persamaan 2,85%; diagram 2,85%, bagan alur 11,5%. Pada penyajian materi energi dalam sistem kehidupan ini belum disajikan grafik dan tabel.



(a)

(b)

(c)

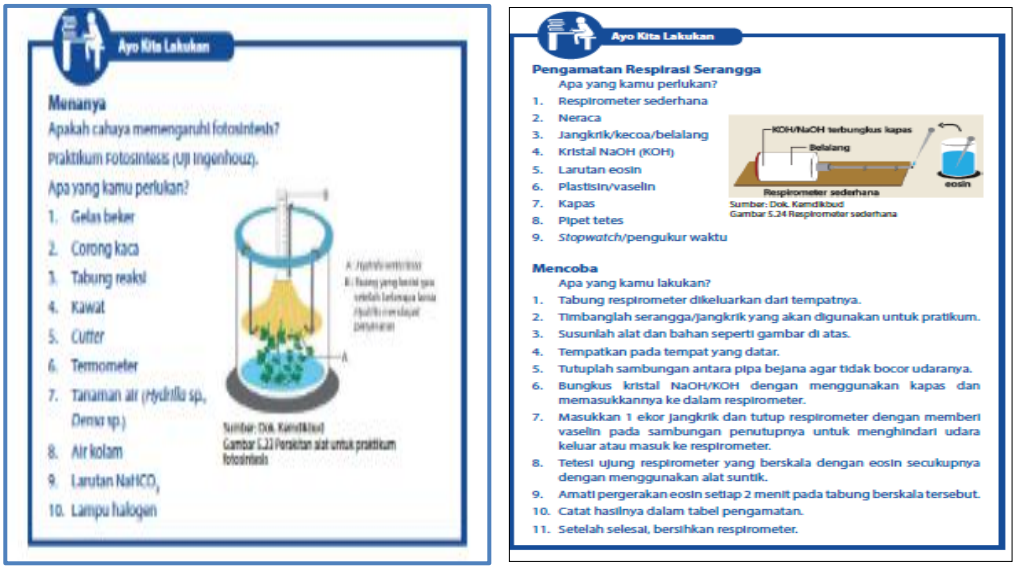
Gambar 2.6. Contoh penyajian representasi horizontal pada *e-Book* siswa terbitan Kemendikbud

Berdasarkan Gambar 2.6 diperoleh informasi contoh representasi horizontal yang telah disajikan pada *e-Book* terbitan Kemendikbud. Diagram lingkaran sudah disajikan pada *e-Book* untuk menggambarkan persentase penggunaan sumber energi, namun keterangan persentasenya belum dicantumkan sehingga siswa tidak mengetahui perbedaan nilai persentasenya (a). Bagan alur juga telah disajikan untu menggambarkan proses transformasi energi yang terjadi di mitokondria, namun bagan tersebut terlalu kecil sehingga dapat menimbulkan miskonsepsi (b). Representasi horizontal yang paling banyak disajikan yaitu gambar/ foto (c).

Gambar 2.7. Contoh soal latihan pada *e-Book* siswa terbitan Kemendikbud materi energi dalam sistem kehidupan.

Berdasarkan Gambar 2.7 diperoleh informasi mengenai contoh soal latihan pada *e-Book* siswa terbitan Kemendikbud. Pada *e-Book* sudah disajian soal yang sesuai dengan indicator keterampilan berpikir kritis namun masih didominasi oleh soal LOTS. Selain itu soal yang sesuai dengan indikator literasi visual yang paling sedikit disajikan dalam *e-Book*. Indikator literasi visual yang sudah

digunakan pada soal adalah berpikir visual, dimana siswa diminta mengubah informasi hasil pengamatannya ke dalam bentuk tabel dan membuat grafik hubungan antara berat jangkrik dan kebutuhan oksigennya.



(a) (b)

Gambar 2.8**.** Contoh kegiatan siswa percobaan fotosintesis (a) dan respirasi (b) pada *e-Book* siswa terbitan Kemendikbud materi energi dalam sistem kehidupan.

Berdasarkan Gambar 2.8 diperoleh informasi mengenai penyajian kegiatan siswa berupa percobaan fotosintesis dan respirasi. Kedua kegiatan tersebut disajikan dalam bentuk petunjuk percobaan namun penyajiannya belum interaktif. Siswa harus melakukan percobaan secara langsung menggunakan alat dan bahan yang dibutuhkan. Namun hal ini sulit dilaksanakan dalam pembelajaran daring.

2.7 *Pedagogical content knowledge*

Pada materi energi dalam sistem kehidupan siswa dituntut untuk dapat menganalisis konsep energi, bentuk-bentuk energi, sumber energi dan perubahannya termasuk fotosintesis. Karakteristik materi ini abstrak dan melibatkan berbagai proses rumit, sehingga sulit bagi siswa untuk memahaminya. Maka untuk

mengajarkannya kepada siswa diperlukan representasi horizontal dalam bentuk gambar, grafik, tabel, video mengenai contoh dan proses perubahan energi pada kehidupan sehari-hari. Penyajian representasi horizontal yang disesuaikan dengan contoh yang ada disekitar akan lebih bermaana dan mudah diingat siswa. Sejalan dengan teori belajar bermakna Ausubel, pembelajaran bermakna terjadi apabila siswa belajar dengan cara mengasosiasikan fenomena baru ke dalam struktur pengetahuan yang siswa miliki. Dalam proses belajar siswa mengkonstruksi apa yang telah dipelajari kemudian mengasosiasikan pengalaman, fenomena, dan fakta-fakta baru ke dalam struktur pengetahuan yang telah dimiliki (Rahmah, 2013).

2.8 Penelitian Pendukung

Berbagai penelitian telah dilakukan terkait pengembangan *e-Book* interaktif dalam pembelajaran di kelas yang dijabarkan dalam Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Penelitian Sebelumnya yang Mendukung Pengembangan *e-Book* Interaktif

No	Nama Peneliti	Tahun	Hasil Penelitian
1	Ebied dan Rahman	2015	*e-Book* interaktif meningkatkan hasil belajar siswa pada kelas eksperimen
2	Hsiao *et al*	2016	Hasil postes pada kelas eksperimen menujukkan hasil yang lebih tinggi dibanding kelas kontrol, selain itu penggunaan *e-Book* multimedia interaktif dapat meningkatkan minat, motivasi dan keefektifan belajar.
3	Rosida dkk.	2017	Penggunaan *e-Book* interaktif efektif menumbuhkan keterampilan berpikir kritis siswa, yang dibuktikan dengan *n-gain* kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol.
4	Rosita dkk.	2017	Penggunaan *e-Book* interaktif pada materi sistem pencernaan dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada kelas eksperimen.
5	Suyatna, dkk.	2018	Keterampilan berpikir kritis siswa yang menggunakan *e-Book* interaktif pada materi teori relativitas lebih meningkat dibanding yang menggunakan buku statis (buku cetak biasa).
6	Kusumastuti	2020	Hasil belajar siswa eksperimen yang menggunakan *e-Book* interaktif lebih baik dibandingkan capaian belajar siswa di kelas kontrol.

2.9 Kerangka Pikir

Keterampilan berpikir kritis dan literasi visual yang baik menjadi bagian dari tuntutan yang harus siswa miliki di era ini. Keterampilan ini dapat dilatihkan melalui pembelajaran sains di kelas. Namun kenyataannya, pembelajaran sains yang dilaksanakan belum melatihkan keterampilan berpikir kritis dan literasi visual. Selain itu sebagian besar guru masih menggunakan metode mengajar konvensional dan belum memanfaatkan teknologi dalam pembelajarannya serta hanya menggunakan bahan ajar buku cetak atau *e-Book* biasa yang kurang menarik bagi siswa. Hasilnya siswa tidak tertarik mempelajari sains dan pemahaman siswa terhadap materi menjadi rendah.

Buku cetak IPA yang digunakan siswa belum menyajikan konten interaktif yang menarik. Penjelasan yang disajikan sulit dipahami oleh siswa, terutama pada materi yang konsepnya abstrak seperti materi energi dalam sistem kehidupan. Materi ini melibatkan proses yang rumit dan konsep abstrak, contohnya proses respirasi seluler. Proses ini sangat sulit dipahami siswa jika dijelaskan tanpa menggunakan representasi yang dapat memvisualisasikan proses tersebut. Penggunaan gambar, grafik, tabel dan persamaan diyakini dapat mempermudah siswa dalam memahami proses respirasi sel tersebut. Gambar, grafik, tabel, persamaan dan video merupakan bentuk representasi horizontal yang disajikan dalam *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal.

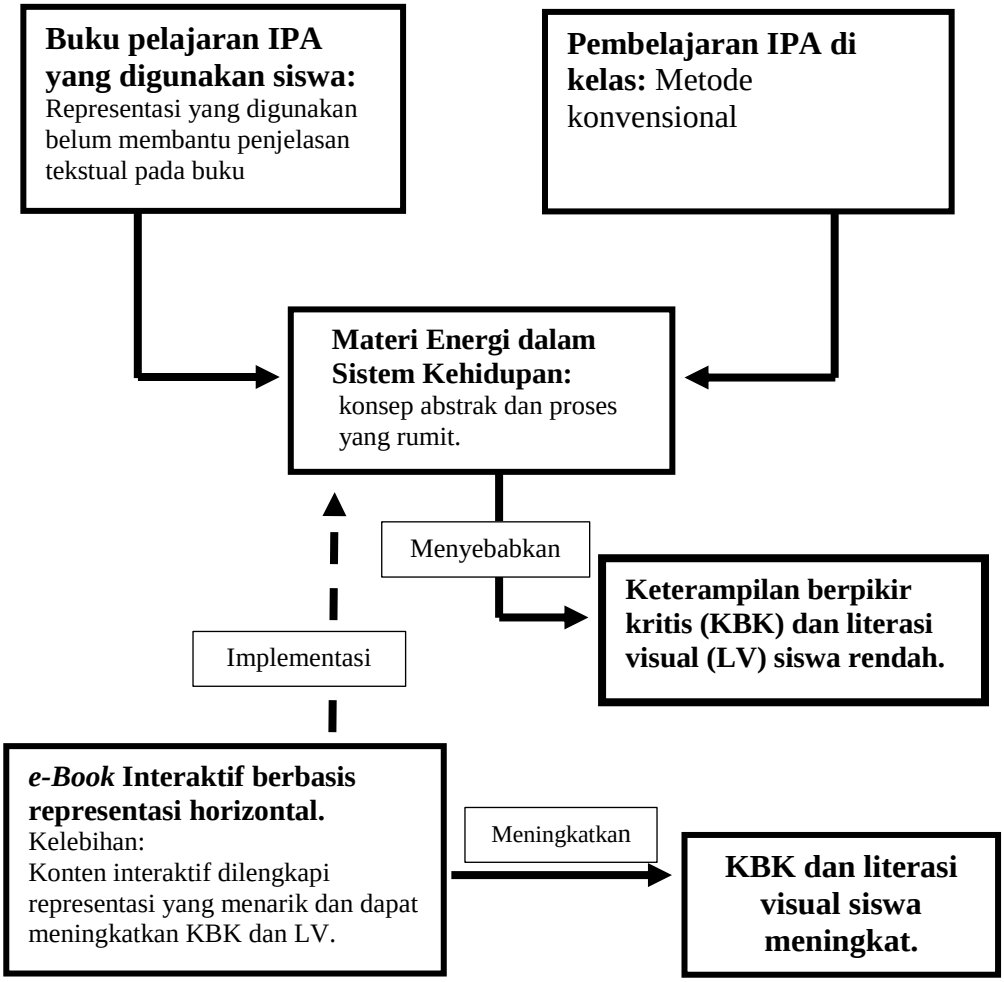
Beberapa penelitian menyatakan bahwa representasi horizontal diyakini dapat membantu siswa dalam mempelajari materi abstrak pada pelajaran sains. Kesulitan dalam memahami konsep abstrak pada materi energi dalam kehidupan dapat dipermudah dengan representasi horizontal. *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal memfasilitasi siswa untuk ikut serta dalam proses belajar karena kontennya yang interaktif sehingga diyakini lebih menarik dibandingkan buku cetak biasa. Selain itu, *e-Book* berbasis representasi horizontal dapat menyediakan pengalaman belajar baru bagi siswa melalui gambar, grafik, tabel, dan video terkait materi energi dalam sistem kehidupan yang mempermudah siswa meningkatkan literasi visual dan pemahamannya.

Literasi visual dapat dilatihkan melalui penyajian gambar, grafik, tabel, bagan dan video. Pada *e-Book* interaktif siswa disajikan gambar organel kloroplas, kemudian siswa dilatih mengasosiasikan gambar tersebut dengan benda yang serupa. Oleh karena itu siswa dengan mudah memahami bentuk kloroplas dan dapat menggambarkan kembali melalui memori yang pada otaknya. Dari kegiatan tersebut siswa telah melatihkan literasi visualnya pada indikator asosiasi visual dan berpikir visual. Selain gambar, penyajian grafik dan tabel juga dapat melatih literasi visual siswa, data yang disajikan pada tabel atau grafik menuntut siswa untuk menganalisis informasi tersebut sehingga melatih penalaran visualnya.

Selain melatih penalaran visual siswa, keterampilan berpikir kritis siswa juga dapat dilatihkan melalui data yang disajikan dalam tabel dan grafik pada *e-Book* interaktif. Siswa dituntut untuk menganalisis hubungan, penyebab, membuat dugaan dan menyimpulkan suatu informasi berdasarkan data yang disajikan tersebut. Selain itu, *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal juga menyajikan berbagai latihan soal yang bersifat analistis dan memungkinkan siswa mendapatkan umpan balik. Berdasarkan berbagai penilitian, penyajian soal interaktif yang bersifat analitis terbukti dapat melatihkan siswa untuk berpikir sehingga dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.

Representasi horizontal yang disajikan pada *e-Book* interaktif tidak hanya yang bersifat statis namun juga dinamis dan interaktif. Contohnya adalah simulasi percobaan dan video. Melalui sajian representasi ini diharapkan siswa lebih termotivasi belajar dan kesulitan untuk mempelajari konsep abstrak pada materi energi dalam sistem kehidupan dapat teratasi. Maka melalui *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal siswa dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan literasi visualnya pada materi energi dalam sistem kehidupan.

Secara skematis kerangka pikir dalam penelitian ini digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.9**.** Kerangka Pikir Pengembangan *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal

2.10 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

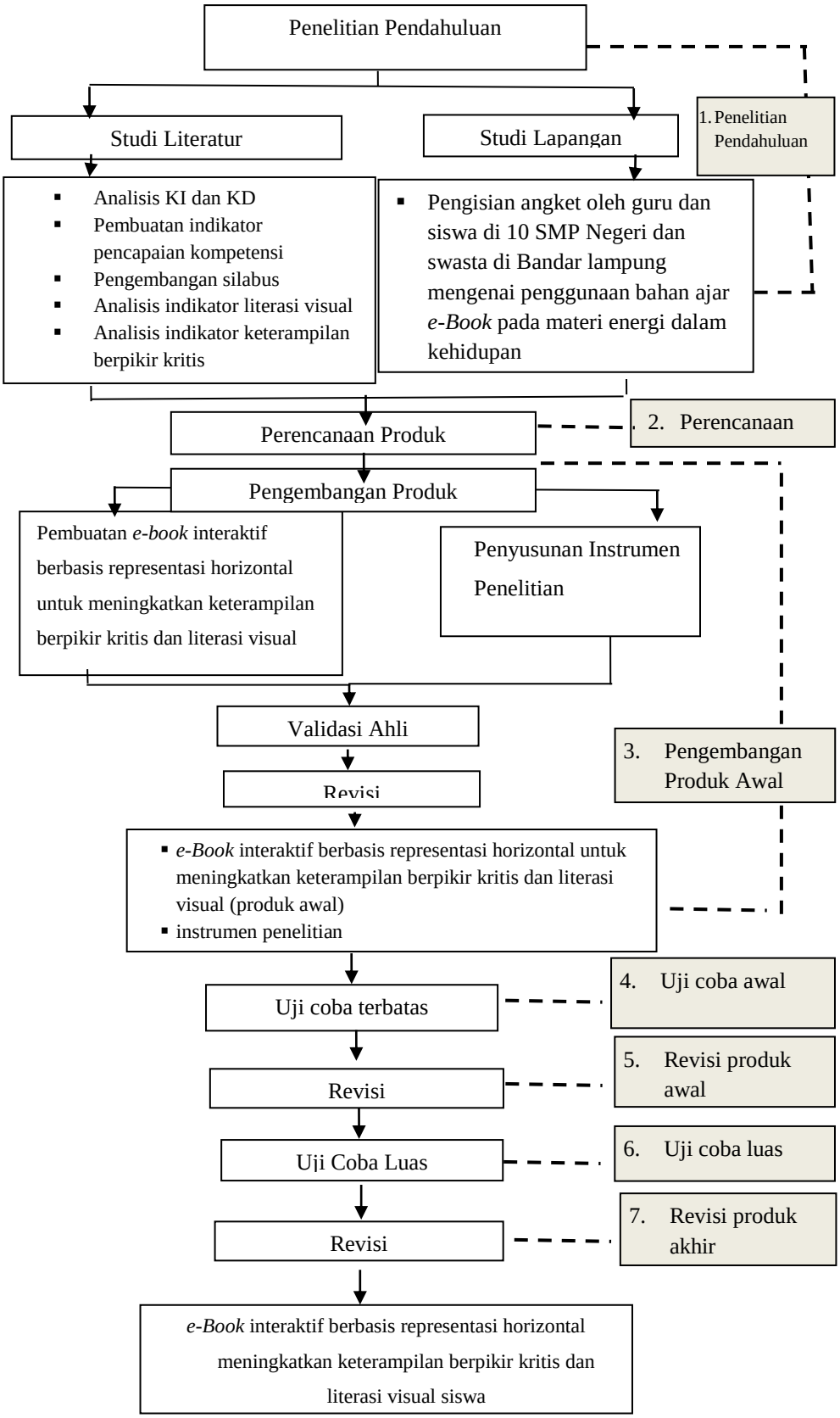
1. *e-Book* interaktif hasil pengembangan dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa
2. *e-Book* interaktif hasil pengembangan dapat meningkatkan literasi visual siswa

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan menurut Borg and Gall (2003). Terdapat sepuluh langkah dalam pelaksanaan metode penelitian dan pengembangan, (1) penelitian dan pengumpulan informasi (*research and information)*, (2) perencanaan (*planning)*, (3) pengembangan produk awal (*develop preliminary form of product collecting)*, (4) uji coba awal (*preliminary field testing)*, (5) revisi produk awal (*main product revision)*, (6) uji coba lebih luas (*main filed testing)*, (7) revisi produk hasil uji luas (*operational product revision)*, (8) pengujian lapangan operasional (*operational field testing)*, (9) revisi produk akhir (*final product revision)* dan (10) desiminasi serta implementasi (*dissemination and implementation)*. Namun pada penelitian ini hanya dilakukan sampai tahap ke-7 yaitu penyempurnaan produk hasil uji coba luas.

Secara sistematik penelitian dan pengembangan ini dilakukan melalui tahapan-tahapan yang disajikan dalam gambar berikut :



Gambar 3.1.Alur pengembangan *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal.

3.2 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian pengembangan ini terdiri dari 7 tahap yang diuraikan sebagai berikut.

3.2.1 Tahap studi pendahuluan

Pada tahap studi pendahuluan ini dilakukan studi literatur dan studi lapangan yang bertujuan untuk mengumpulkan data dan informasi untuk pengembangan *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal.

3.2.1.1 Studi literatur

Studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan informasi mengenai karakteristik, kekurangan dan kelebihan dari bahan ajar *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal serta cara mengembangkannya. Studi literatur dilakukan dengan cara mengkaji teori dan hasil penelitian dari dalam negeri dan luar negeri mengenai *e-Book* interaktif, pembelajaran berbasis representasi horizontal, indikator berpikir kritis dan indikator literasi visual. Analisis materi IPA dilakukan dengan cara menganalisis KI, KD, mengembangkan silabus dan indikator pencapaian kompetensi. Hasil dari kajian studi literatur akan menjadi acuan dan landasan teoritis yang dapat memperkuat dalam pengembangan *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal.

3.2.1.2 Studi lapangan

Studi lapangan yang dilakukan untuk mengumpulkan informasi mengenai kebutuhan bahan ajar *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal dan informasi mengenai bahan ajar yang telah digunakan oleh guru. Studi lapangan dilakukan dengan memberikan angket kepada10 guru IPA kelas VII yang sudah pernah mengajarkan materi energi dalam sistem kehidupan SMP negeri dan swasta di kota Bandar Lampung serta 100 siswa kelas VIII dari 10 SMP negeri dan swasta di kota Bandar Lampung. Data Pada tahap studi pendahuluan, sekolah sumber data terdiri dari: SMPN 1 Bandar Lampung, SMPN 2 Bandar Lampung, SMPN 4 Bandar Lampung, SMPN 5 Bandar Lampung, SMPN 10 Bandar Lampung,

SMPN 23 Bandar Lampung, SMPN 31 Bandar Lampung, SMPN 36 Bandar Lampung, SMP Karitaka II-2 Bandar Lampung, dan SMP IT Permata Bunda Alawiyah Bandar Lampung. Hasil yang diperoleh dari angket guru dan siswa selanjutnya dianalisis kemudian dideskripsikan dalam bentuk persentase, dan diinterpretasikan secara kualitatif.

3.2.2 Tahap perencanaan produk

Setelah dilakukan tahap studi lapangan, tahap selanjutnya yaitu perencanaan produk. Pada tahapan ini dilakukan pemilihan dan penyusunan materi pembelajaran yang akan diolah menjadi *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal, serta penyusunan instrumen validasi oleh ahli dan angket tanggapan guru dan siswa. Adapun komponen-komponen *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal pada materi energi dalam sistem kehidupan yang telah dikembangkan yaitu:

a. Bagian pendahuluan yang terdiri atas *cover* luar, *cover* dalam, kata pengantar, daftar isi, petunjuk penggunaan *e-Book*, KD dan indikator.
b. Bagian isi yang terdiri atas dua bab berisi uraian materi yang dilengkapi dengan representasi horizontal dalam bentuk gambar, grafik, tabel, video, rangkuman, soal evaluasi interaktif yang menyajikan umpan balik langsung kepada siswa.
c. Bagian penutup terdiri atas daftar pustaka, serta *cover* belakang.

Tabel 3.1 *Story board e-Book* interaktif hasil pengembangan

Bab	Materi	Bentuk Representasi Horizontal
1	Konsep energi Halaman: 2 dan 3	Gambar aktivitas yang berhubungan dengan energi. (energi listrik, energi kimia, dan energi kinetik)
2	Bentuk Energi a. Energi potensial Halaman: 4-7	1) Gambar, foto contoh energi dalam kehidupan sehari-hari 2) Rumus energi potensial dan kinetik 3) Tabel percobaan energi potensial 4) Simulasi percobaan energi kinetik dan potensial 5) Bagan perubahan energi kimia
	b. Energi kinetik Halaman: 7-9	
	c. Energi panas Halaman: 9	
	d. Energi kimia Halaman:9	
	e. Energi listrik Halaman: 10	
3	Sumber Energi Tidak terbaharukan Halaman:14-15	1) Gambar dan foto contoh sumber energi terbarukan dan tidak terbarukan 2) Bagan perubahan sumber energi 3) Video masalah krisis energi
	Sumber energi terbaharukan Halaman: 15-20	
4	Fotosintesis Halaman: 23-29	1) Gambar organel kloroplas dan bagiannya 2) Persamaan reaksi fotosintesintesis 3) Bagan proses fotosintesis 4) Video percobaan Sachs 5) Simulasi percobaan Ingenhouz 6) Tabel 7) grafik
	Respirasi seluler Halaman : 30-32	1) Gambar organel mitokondria 2) Bagan aliran energi 3) Simbol dan persamaan reaksi respirasi seluler

Tabel 3.2. Indikator Pencapaian Kompetensi pada *e-Book* interaktif

Materi	Indikator Berpikir Kritis	Indikator Pencapaian Kompetensi
Konsep Energi	Memberikan penjelasan lanjut	Menjelaskan konsep energi berdasarkan fenomena sehari-hari
Sumber energi dan perubahan energi pada kehidupan sehari-hari	Menyimpulkan	Membuat kesimpulan berdasarkan data hasil pengamatan pada percobaan energi
	Mengatur strategi dan taktik	Merumuskan solusi alternatif atas masalah yang berkaitan dengan sumber energi
	Memberikan penjelasan sederhana	Memberikan contoh lain perubahan bentuk energi dari sumber energi
	Membangun keterampilan dasar	Membuat dugaan hasil perubahan energi berdasarkan perubahan pada salah satu faktor yang mempengaruhinya

Tabel 3.3. Indikator Pencapaian Kompetensi pada *e-Book* interaktif

Materi	Indikator Literasi Visual	Indikator Pencapaian Kompetensi
Sumber energi dan perubahan energi pada kehidupan sehari-hari	Penalaran visual	Menentukan faktor yang mempengaruhi perubahan energi berdasarkan data pada grafik/tabel
	Berpikir visual	Menjelaskan proses perubahan energi melalui bagan sederhana dan gambar
	Asosiasi visual	Menetukan benda yang serupa dengan organel sel yang berperan dalam perubahan energi

3.2.3 Tahap pengembangan produk awal

Produk awal berupa draf yang sudah disusun secara sistematis dan lengkap mencakup komponen-komponen yang terdapat dalam draf tersebut. Setelah *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal dikembangkan, kemudian produk tersebut divalidasi oleh validator. Validasi dilakukan oleh validator sebagai ahli materi bidang pendidikan IPA dan kompeten mengenai *e-Book* interaktif. Validasi dilakukan oleh 3 orang ahli dan 2 orang praktisi. Validasi dilakukan untuk menilai *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal yang dikembangkan dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan literasi visual siswa sesuai dengan framework Ennis (2011) dan Avgerinou (2009). Penilaian validator me-

liputi penilaian aspek konstruk, kesesuaian isi, dan keterbacaan. Setelah divalidasi, *e-Book* interaktif direvisi sesuai saran dari validator ahli. *e-Book* interaktif hasil revisi digunakan pada tahap uji coba lapangan.

Tabel 3.4. Indikator keterampilan berpikir kritis pada *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal merujuk Ennis (2011)

No	Indikator Berpikir Kritis	Sub Indikator	Perincian Sub-Indikator
1	Memberikan penjelasan sederhana	Menganalisis argumen	Menyebutkan contoh
2	Membangun keterampilan dasar	Mengobservasi dan mempertimbangkan laporan observasi	Membuat dugaan
3	Menyimpulkan	Menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi	Menarik kesimpulan berdasarkan fakta
4	Memberikan penjelasan lebih lanjut	Mengidentifikasi istilah dan mempertimbangkan suatu definisi	Bertindak dan memberi penjelasan lebih lanjut
5	Menyusun strategi dan taktik	Menentukan suatu tindakan	Merumuskan solusi alternatif

Tabel 3.5. Indikator literasi visual pada *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal merujuk Avgerinou (2009)

No	Indikator	Keterangan
1.	Berpikir visual	Kemampuan untuk mengubah informasi dari semua jenis ke bentuk gambar, grafik, atau bentuk lain yang membantu dalam mengomunikasikan informasi tersebut.
2.	Penalaran visual	Berpikir logis dan koheren mengenai suatu gambar
3.	Asosiasi visual	Kemampuan menghubungkan bentuk-bentuk visual yang menampilkan kesatuan tema.

3.2.4 Tahap uji coba lapangan

Uji coba lapangan dilakukan untuk mengetahui tanggapan guru dan siswa terhadap produk *e-Book* interaktif. Aspek yang dinilai pada uji coba lapangan meliputi kemenarikan, kebermanfaatan, dan keterbacaan oleh guru dan siswa. Sumber data berasal dari 3 orang guru IPA dan 10 siswa kelas VIII. Pada tahap ini guru dan siswa diberikan produk awal yang telah dibuat dan lembar angket.

3.2.5 Revisi hasil uji coba

Setelah dilakukan uji coba lapangan, *e-Book* interaktif direvisi berdasarkan pertimbangan hasil uji coba lapangan awal, yaitu berdasarkan tanggapan guru dan tanggapan siswa sehigga diperoleh produk untuk uji coba luas.

3.2.6 Tahap implementasi

Pada tahap ini dilakukan uji coba luas, tujuan dilakukan tahap pengujian ini untuk menentukan keefektivan *e-Book* berbasis representasi horizontal untuk meningkatkan keterampilan dan literasi visual siswa. Produk hasil pengembangan diujikan pada siswa kelas VII yang terdiri dari 2 kelas yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Teknik pegambilan sampel yang digunakan yaitu *purposive sampling*. Pengambilan sampel dilakuan dengan mempertimbangkan kemampuan siswa dan ketersediaan sarana dan prasarana yang mendukung implementasi *e-Book* hasil pengembangan.

Desain penelitian yang digunakan adalah kuasi eksperimen, *the matching only pretest-posttest control group design* (Fraenkel, Wallen, dan Hyun, 2012) dapat dilihat pada Tabel 3.6

Tabel 3.6. Desain Penelitian

Kelas	Pretes	Perlakuan	Postes
Kelas Eksperimen	O_1	X	O_2
Kelas Kontrol	O_3	C	O_4

(Fraenkel, Wallen, *and*Hyun, 2012)

Keterangan :

O_1 : Kelas eksperimen diberi pretes
O_2 : Kelas eksperimen diberi postes
O_3 : Kelas kontrol diberi pretes
O_4 : Kelas kontrol diberi pretes
X : Pembelajaran IPA dengan menggunakan *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal
C : Pembelajaran IPA dengan menggunakan buku terbitan Kemendikbud

e-Book interaktif berbasis representasi horizontal hasil pengembangan diimplementasikan melalui pembelajaran *online* menggunakan *platform Google Class-*

room. Pembelajaran *online* dilakukan karena pandemi *Covid-19* yang mengharuskan siswa belajar dari rumah. Pada awal pembelajaran kelas eksperimen dan kelas kontrol terlebih dahulu diberikan pretes (O_1, O_3) untuk mengukur kemampuan awal siswa di kedua kelas. Pada kelas eksperimen diterapkan pembelajaran IPA pada materi energi dalam sistem kehidupan menggunakan *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal. Pada kelas kontrol diterapkan pembelajaran IPA pada materi energi dalam sistem kehidupan menggunakan buku IPA yang diterbitkan oleh Kemendikbud. Setelah dilakukan pembelajaran, kelas eksperimen dan kelas kontrol diberi postes (O_2, O_4).

3.2.7 Revisi hasil uji coba luas

Revisi hasil uji coba luas dilakukan berdasarkan pertimbangan hasil implementasi di kelas eksperimen sehingga diperoleh produk akhir *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik dan alat pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah angket dan tes. Angket diberikan pada guru dan siswa saat studi pendahuluan, dan pada tahap validasi ahli dan tahap uji coba terbatas. Angket juga digunakan pada tahap implementasi untuk mengungkap respon guru dan siswa terhadap pembelajaran dengan menggunakan *e-Book* yang telah dikembangkan. Tes digunakan untuk mengetahui efektivitas *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal hasil pengembangan. Tes yang diberikan dalam bentuk pretes dan postes.

3.4 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini meliputi instrumen studi pendahuluan, instrumen validasi ahli, instrumen uji coba lapangan awal, dan instrumen tes. Instrumen-instrumen tersebut diuraikan sebagai berikut :

3.4.1 Instrumen studi pendahuluan

Instrumen yang digunakan pada studi pendahuluan meliputi angket untuk guru dan siswa. Instrumen ini digunakan untuk memperoleh informasi mengenai buku mata pelajaran IPA yang digunakan oleh beberapa sekolah yang bersangkutan dan mengetahui kelebihan serta kekurangannya, sehingga menjadi referensi untuk mengembangkan *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal pada materi energi dalam sistem kehidupan.

3.4.1.1 Angket guru

Angket guru digunakan untuk mengetahui fakta-fakta di lapangan terkait (1) penggunaan bahan ajar; (2) wawasan guru mengenai *e-Book* berbasis representasi horizontal; (3) bentuk representasi horizontal yang digunakan untuk memvisualisasikan materi; (4) *e-Book* yang diharapkan oleh guru sebagai bahan ajar yang akan digunakan oleh siswa.

3.4.1.2 Angket siswa

Angket siswa digunakan untuk mengetahui fakta-fakta di lapangan terkait (1) pengunaan bahan ajar; (2) bentuk representasi horizontal yang digunakan untuk pada bahan ajar; (3) perlunya pengembangan *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal

3.4.2 Instrumen validasi ahli

Instrumen yang digunakan pada validasi ahli meliputi instrumen aspek kesesuaian isi, instrumen aspek konstruksi, instrumen aspek keterbacaan dan instrumen aspek kemenarikan.

3.4.2.1 Instrumen aspek kesesuaian isi

Instrumen ini berbentuk angket validasi untuk menilai kesesuaian isi *e-Book* dengan kompetensi inti (KI), kompetensi dasar (KD), indikator, materi, serta kesesuaian urutan materi dengan indikator. Hasil dari validasi kesesuaian isi dijadikan sebagai masukan dalam revisi *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal pada materi energi dalam sistem kehidupan .

3.4.2.2 Instrumen aspek konstruksi

Instrumen ini berbentuk angket dan disusun untuk menilai kesesuaian konstruksi *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal pada energi dalam kehidupan dengan format *e-Book* yang ideal. Hasil dari validasi ini dapat dijadikan sebagai masukan dalam revisi *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal pada materi energi dalam sistem kehidupan.

3.4.2.3 Instrumen aspek keterbacaan

Instrumen ini berbentuk angket validasi keterbacaan untuk menilai keterbacaan *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontalpada materi energi dalam sistem kehidupan. Isi angket berkaitan dengan variasi ukuran huruf, variasi bentuk huruf (*font)*, perpaduan warna, kualitas gambar, penulisan keterangan gambar dan tabel, penggunaan bahasa yang sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia yang baik dan benar, penggunaan bahasa yang komunikatif dan peng-gunaan kalimat yang mudah dipahami. Hasil dari validasi keterbacaan ini dijadi-kan sebagai masukan dalam revisi pada *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal pada materi energi dalam sistem kehidupan.

3.4.3 Instrumen pada uji coba lapangan awal

Pada tahap uji coba lapangan awal digunakan instrumen berupa angket tanggapan guru dan siswa.

3.4.3.1 Instrumen aspek kemenarikan

Instrumen ini berbentuk angket yang disusun untuk mengetahui kemenarikan *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal pada materi energi dalam sistem kehidupan. Isi angket berkaitan dengan desain *cover*, perpaduan warna pada setiap bagian *e-Book*, pemilihan huruf yang sesuai dan menarik, dan tata letak gambar, grafik, tabel, dan video pada *e-Book.* Hasil dari validasi kemenarikan ini dijadi-kan sebagai masukan dalam revisi pada *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal pada materi energi dalam sistem kehidupan.

3.4.3.2 Instrumen aspek kebermanfaatan

Instrumen ini berbentuk angket yang disusun untuk mengetahui kebermanfaatan *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal pada materi energi dalam sistem kehidupan. Isi angket berkaitan dengan penyajian petunjuk dalam *e-Book*, uraian materi, Indikator pencapaian *e-Book* interaktif yang dirumuskan, latihan soal, rangkuman pada akhir kegiatan belajar dalam *e-Book* interaktif telah mewakili penjabaran materi, kemudahan penggunaan *e-Book*, keefektifan penggunaan *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan literasi siswa.

3.4.3.3 Instrumen aspek keterbacaan

Instrumen ini berbentuk angket validasi keterbacaan yang disusun untuk mengetahui keterbacaan *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal pada materi energi dalam sistem kehidupan. Isi angket berkaitan dengan variasi ukuran huruf, variasi bentuk huruf (*font)*, perpaduan warna, kualitas gambar, penulisan keterangan gambar dan tabel, penggunaan bahasa yang sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia yang baik dan benar, penggunaan bahasa yang komunikatif dan penggunaan kalimat yang mudah dipahami. Hasil dari validasi keterbacaan ini dijadikan sebagai masukan dalam revisi pada *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal pada materi energi dalam sistem kehidupan.

3.4.4 Instrumen pada tahap implementasi produk

Instrumen pada tahap implementasi produk berupa soal pretes dan postes untuk mengukur keterampilan berpikir kritis dan literasi visual siswa. Sebelum instrumen tes digunakan dalam penelitian divalidasi oleh ahli yang relevan. Selanjutnya diujicobakan terlebih dahulu untuk menganalisis validitas soal.

Tabel 3.7. Instrumen penelitian dan pengembangan *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal

No	Variabel	Instrumen	Statistik	Metode
1	Analisis kebutuhan *e-Book*	Angket guru	Kualitatif	survei
		Angket siswa	kualitatif	
2	Validitas isi	Angket validasi	kualitatif	Uji ahli
3	Validitas konstruksi	Angket validasu	kualitatif	
4	Validitas keterbacaan	Angket validasi	kualitatif	
5	Uji Terbatas	Angket tanggapan guru	kualitatif	Survei
		Angket tanggapan siswa	kualitatif	
6	Implementasi produk	Soal pretes	Kuantitatif	Tes
		Soal postes	Kuantitatif	Tes
	Tanggapan guru	Angket tanggapan guru	Kualitatif	Survei
	Tanggapan siswa	Angket tanggapan siswa	Kualitatif	Survei
	Keterlaksanaan RPP	Lembar penilian keterlaksanaan RPP	Kualitatif	Survei

3.5 Teknik Analisis Data

3.5.1 Analisis data studi pendahuluan

Hasil data studi pendahuluan dianalisis dengan cara:

a. Mengklasifikasi data, bertujuan untuk mengelompokkan jawaban berdasarkan pertanyaan pada angket guru dan angket siswa.

b. Melakukan tabulasi data berdasarkan klasifikasi yang dibuat, bertujuan untuk memberikan gambaran frekuensi dan kecenderungan dari jawaban pada setiap butir pertanyaan pada angket guru dan angket siswa.

c. Menghitung persentase jawaban angket guru dan siswa, bertujuan untuk melihat besarnya persentase jawaban dari setiap pertanyaan sehingga data yang diperoleh dapat dianalisis sebagai temuan.

Rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$\%Jin = \frac{\Sigma Ji}{N} \times 100\ \% \qquad \text{Sudjana (2005)}$$

Keterangan :

%J in = Persentase pilihan jawaban-i

ΣJ_i = Jumlah responden yang menjawab jawaban-i

N = Jumlah seluruh responden (Sudjana, 2005).

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

3.5.2 Analisis data angket

Teknik analisis data angket hasil validasi ahli, tanggapan guru, dan tanggapan siswa. Adapun kegiatan dalam teknik analisis data angket kesesuaian isi, konstruksi, keterbacaan dan kemenarikan *e-Book* berbasis literasi visual diakukan dengan cara:

a. Mengklasifikasi data, bertujuan untuk mengelompokkan jawaban berdasarkan pertanyaan pada angket.
b. Melakukan tabulasi data berdasarkan klasifikasi yang dibuat bertujuan untuk memberikan gambaran frekuensi dan kecenderungan dari setiap jawaban berdasarkan pertanyaan angket dan banyaknya responden.
c. Memberi skor jawaban responden yang dilakukan berdasarkan skala Likert yang terdapat pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8. Penskoran pada angket 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

d. Mengolah jumlah skor jawaban responden. Pengolahan jumlah skor (∑S) jawaban angket adalah sebagai berikut:
   1) Skor untuk pernyataan Sangat Setuju (SS)
      Skor = 5 × jumlah responden
   2) Skor untuk pernyataan Setuju (S)
      Skor = 4 × jumlah responden
   3) Skor untuk pernyataan Kurang Setuju (KS)
      Skor = 3 × jumlah responden
   4) Skor untuk pernyataan Tidak Setuju (TS)
      Skor = 2 × jumlah reponden
   5) Skor untuk pernyataan Sangat Tidak Setuju (STS)
      Skor = 1 × jumlah responden

e. Menghitung persentase jawaban angket pada setiap pernyataan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan :

$\%X_{in}$ = Persentase jawaban angket-i *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal

$\sum_S$ = Jumlah skor jawaban

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

f. Menghitung rata-rata persentase jawaban setiap angket untuk mengetahui tingkat kesesuaian isi, konstruksi, kemenarikan dan keterbacaan *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\overline{\%X_i} = \frac{\sum \%X_{in}}{n} \quad \text{(Sudjana, 2005)}$$

Keterangan :

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

$\sum \%X_i$ = Jumlah persentase jawaban terhadap semua pernyataan pada angket

n = Jumlah seluruh pernyataan pada angket (Sudjana, 2005).

g. Menafsirkan rata-rata persentase angket dengan menggunakan tafsiran Arikunto (2010) berdasarkan Tabel 3.9.

Tabel 3.9. 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 asli, tanggapan gutu dan tanggapan siswa dengan menggunakan tafsiran Arikunto (2010) berdasarkan Tabel 3.10.

Tabel 3.10. Kriteria validasi analisis persentase

Persentase	**Tingkat Kevalidan**	**Keterangan**

76-100	Valid	Layak/tidak perlu direvisi
51-75	Cukup valid	Cukup layak/revisi sebagian
26-50	Kurang valid	Kurang layak/revisi sebagian
< 26	Tidak valid	Tidak layak/revisi total

3.5.3 Analisis data uji validitas dan reliabilitas soal pretes dan postes

Validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat-tingkat kevalidan atau kesasihan suatu instrumen penelitian (Arikunto, 2013). Suatu instrumen dikatakan valid jika mempunyai validitas tinggi, mampu mengukur apa yang diinginkan, dan dapat menggungkapkan data dari variabel yang diteliti secara tepat. Validitas empiris instrumen keterampilan berpikir kritis dan literasi visual siswa dihitung menggunakan program SPSS 20. Instrumen tes dapat dikatakan valid jika $r_{hitung} > r_{tabel}$.

Instrumen yang reliabel adalah suatu instrumen yang cukup dapat dipercaya untuk digunakan sebagai alat pengumpul data karena istrumen tersebut sudah baik sehingga mampu mengungkap data yang dapat dipercaya (Arikunto, 2013). Instrumen yang reliabel adalah instrumen yang bila digunakan beberapa kali untuk mengukur obyek yang sama, akan menghasilkan data yang sama pula (Sugiyono, 2015). Uji reliabilitas dalam penelitaian ini menggunakan program SPSS 20 instrumen tes dapat dikatan reliabel jika *Alpha Cornbach* > r_{tabel}. Kriteria derajat reliabilitas (r_{11}) menurut Guilford (dalam Rosidin, 2017) adalah sebagai berikut:

$0{,}80 < r_{11} \leq 1{,}00$; derajat reliabilitas sangat tinggi

$0{,}60 < r_{11} \leq 0{,}80$; derajat reliabilitas tinggi

$0{,}40 < r_{11} \leq 0{,}60$; derajat reliabilitas sedang

$0{,}20 < r_{11} \leq 0{,}40$; derajat reliabilitas rendah

$0{,}00 < r_{11} \leq 0{,}20$; tidak reliabel

3.5.4 Analisis data skor pretes dan postes

Kemampuan keterampilan berpikir kritis dan literasi visual siswa diukur dengan menggunakan soal pretes dan postes yang sebelumnya telah diuji validitas dan reliablitasnya. Berikut ini prosedur analisis data keterampilan berpikir kritis siswa:

a. Mengubah skor menjadi nilai

Skor pretes dan postes siswa yang diperoleh dari hasil penelitian diubah menjadi nilai yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

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

b. Menghitung *n-gain*

Untuk mengetahui peningkatan ketrampilan berpikir kritis siswa pada materi energi dalam sistem kehidupan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Menurut Hake (1999) besarnya peningkatan dihitung dengan rumus *n-gain* yaitu :

$$n\text{-}gain \ : \frac{\text{nilai postes-nilai pretes}}{\text{100 - nilai pretes}}$$

c. Menentukan kriteria *n-gain*

Setelah diperoleh *n-gain* kemudian menetukan kriteria *n-gain*. Kriteria *n-gain* dapat dilihat pada Tabel 3.11 berikut ini :

Tabel 3.11. Kriteria *n-gain*

n-gain	**Kriteria**
> 0,7	Tinggi
0,3 < *n-gain* ≤ 0,7	Sedang
≤ 0,3	Rendah

3.5.5 *Effect Size*

Besarnya dampak pengunaan *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal pada materi energi dalam sistem kehidupan dapat ditinjau dari besarnya nilai *effect size*. *Effect size* merupakan besarnya perbedaan rata-rata antara kelas kontrol dan kelas eksperimen. Adapun rumus perhitungan *effect size* sebagai berikut:

$$\textit{Effect size} : \frac{d}{\sqrt{d^2+4}}$$

Dimana :

Cohen's d = $\frac{\overline{X_1} - \overline{X_2}}{S_8}$ Sg = $\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$

Keterangan :
$\overline{X_1}$ = postes eksperimen
$\overline{X_2}$ = postes kontrol
n_1 = Jumlah sampel eksperimen
n_2 = Jumlah sampel kontrol
S_1^2 = Varians kelompok eksperimen
S_2^2 = Varians kelompok kontrol

Hasil perhitungan *effect size* dikategorikan dengan menggunakan klasifikasi pada Tabel 3.12.

Tabel 3.12. Interpretasi *effect size*

Cohen's Standars	***Effect Size***
Large	0,6-2,0
Medium	0,3-0,5
Small	0,0-0,2

(Cohen, Manion and Morrison, 1988).

3.5.6 Pengujian hipotesis

Pengujian hipotesis yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji persamaan dua rata-rata dan uji perbedaan dua rata-rata. Sebelum pengujian hipotesis harus dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas.

3.5.6.1 Uji normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah kedua sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal atau tidak. Rumusan hipotesis pada pengujian ini adalah sebagai berikut:

Hipotesis: H_0 : sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal.
H_1 : sampel berasal dari populasi yang tidak berdistribusi normal.

Pada penelitian ini uji normalitas menggunakan SPSS 20 dengan kriteria uji apabila nilai signifikansi ≥ 0,05 maka data tersebut berdistribusi normal (terima

H_0).

3.5.6.2 Uji homogenitas

Uji homogenitas dua varians digunakan untuk mengetahui apakah dua kelompok sampel mempunyai varians yang homogen atau tidak.

Rumusan hipotesis pada uji homogenitas dua varians adalah sebagai berikut:

Hipotesis: H_0 : sampel mempunyai variansi yang homogen.

H_1 : sampel mempunyai variansi yang tidak homogen.

Pada penelitian ini uji normalitas menggunakan SPSS 20 dengan kriteria uji apabila nilai signifikansi $\geq 0{,}05$ maka data tersebut berasal dari varians yang homogen.

3.5.6.3 Uji persamaan dua rata-rata

Uji persamaan dua rata-rata digunakan untuk memperoleh informasi apakah kemampuan keterampilan berpikir kritis dan literasi visual awal siswa di kelas eksperimen dan kontrol tidak berbeda signifikan. Uji persamaan dua rata-rata yang digunakan adalah uji t menggunakan program SPSS 26. Rumusan hipotesis untuk uji ini adalah:

Hipotesis 1 (keterampilan berpikir kritis)

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$: Tidak ada perbedaan rata-rata nilai pretes keterampilan berpikir kritis pada kelas eksperimen dan kelas kontrol

$H_0 : \mu_1 \neq \mu_2$: Ada perbedaan rata-rata nilai pretes keterampilan berpikir kritis pada kelas eksperimen dan kelas kontrol

Keterangan :

μ_1 : Rata-rata nilai pretes keterampilan berpikir kritis di kelas eksperimen

μ_2 : Rata-rata nilai pretes keterampilan berpikir kritis di kelas kontrol

Hipotesis 2 (literasi visual)

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$: Tidak ada perbedaan rata-rata nilai pretes literasi visual pada kelas eksperimen dan kelas kontrol

$H_0 : \mu_1 \neq \mu_2$: Ada perbedaan rata-rata nilai pretes literasi visual pada kelas eksperimen dan kelas kontrol

Keterangan :

μ_1 : Rata-rata nilai pretes literasi visual di kelas eksperimen

μ_2 : Rata-rata nilai pretes literasi visual di kelas kontrol

Kriteria uji apabila nilai signifikansi $\geq 0,05$ maka tidak ada perbedaan rata-rata nilai pretes keterampilan berpikir kritis dan literasi visual siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol (terima H_0).

3.5.6.4 Uji perbedaan dua rata-rata

Pada penelitian uji perbedaan dua rata-rata *n-gain* di kelas eksperimen dan kontrol menggunakan program SPSS 20 dengan uji *independent sampel t-test*. Kriteria ujinya jika nilai signifikansinya < 0,05 maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Uji ini dilakukan untuk mengetahui apakah rata-rata nilai *n-gain* keterampilan berpikir kritis dan literasi visual siswa di kelas eksperimen berbeda secara signifikan dengan rata-rata *n-gain* keterampilan berpikir kritis dan literasi visual siswa di kelas kontrol. Adapun rumusan hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Hipotesis 1 (Keterampilan Berpikir Kritis)

$H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$: Rata-rata *n-gain* Keterampilan Berpikir Kritis siswa di kelas eksperimen lebih rendah atau sama dengan rata-rata *n-gain* Keterampilan Berpikir Kritis siswa di kelas kontrol.

$H_1 : \mu_1 > \mu_2$: Rata-rata *n-gain* Keterampilan Berpikir Kritis siswa di kelas eksperimen lebih tinggi daripada rata-rata *n-gain* Keterampilan Berpikir Kritis siswa di kelas kontrol.

Keterangan :

μ_1 : Rata-rata *n-gain* Keterampilan Berpikir Kritis di kelas eksperimen

μ_2 : Rata-rata *n-gain* Keterampilan Berpikir Kritis di kelas kontrol

Hipotesis 2 (literasi visual)

H_0 : $\mu_1 \leq \mu_2$: Rata-rata *n-gain* literasi visual siswa di kelas eksperimen lebih rendah atau sama dengan rata-rata *n-gain* literasi visual siswa di kelas kontrol.

H_1 : $\mu_1 > \mu_2$: Rata-rata *n-gain* literasi visual siswa di kelas eksperimen lebih tinggi daripada rata-rata *n-gain* literasi visual siswa di kelas kontrol.

Keterangan :

μ_1 : Rata-rata *n-gain* literasi visual di kelas eksperimen.

μ_2 : Rata-rata *n-gain* literasi visual di kelas kontrol.

.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal hasil pengembangan memiliki karakteristik berupa: a) menyajikan berbagai bentuk representasi horizontal yang terdiri atas gambar, persamaan, bagan alur, tabel, grafik, video, dan simulasi percobaan. b) menyajikan soal evaluasi yang interaktif yang menyediakan umpan balik kepada siswa secara langsung. c) isi materi pada *e-Book* interaktif telah disesuaikan dengan indikator keterampilan berpikir kritis dan literasi visual.
2. *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal dinyatakan efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan literasi visual siswa. Hal ini ditinjau dari persentase nilai *n-gain* keterampilan berpikir kritis yang berkriteria "Tinggi" pada kelas eksperimen lebih banyak dibandingkan kelas kontrol.
3. Nilai *effect size* keterampilan berpikir kritis sebesar 0,71 yang menunjukkan bahwa pembelajaran dengan menggunakan *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal memiliki pengaruh yang "besar" dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.
4. Nilai *effect size* literasi visual sebesar 0,73 menunjukkan bahwa pembelajaran dengan menggunakan *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal memiliki pengaruh yang "besar" dalam meningkatkan literasi visual siswa.
5. Berdasarkan persentase tanggapan siswa dan guru terhadap penggunaan *e-Book* interaktif dalam pembelajaran materi energi dalam sistem kehidupan menunjukkan bahwa *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal yang

digunakan untuk mempelajari materi energi dalam sistem kehidupan menarik, bermanfaat, dan bahasa yang digunakan mudah dipahami.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, adapun saran pengembangan *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. ketersediaan sarana dan prasarana yang dibutuhkan siswa dalam menggunakan produk yang dikembangkan ini seperti *smart-phone*, komputer atau laptop serta jaringan internet harus lebih diperhatikan. Hal ini dilakukan untuk meminimalisir adanya kendala dalam pelaksanaan pembelajaran.
2. Jika ingin mengembangkan *e-Book* interaktif berbasis representasi horizontal lebih lanjut, maka sebaiknya menyediakan lebih banyak bentuk representasi horizontal dan soal-soal latihan pada *e-Book* interaktif agar semakin menunjang peningkatan keterampilan berpikir kritis dan literasi visual siswa.

DAFTAR PUSTAKA

Adaval, R., Saluja, G., dan Jiang, Y. 2019. Seeing and thinking in pictures: A review of visual information processing. *Consumer Psychology Review*, *2*(1), 50-69.

Ahlam, E. S., dan Gaber, H. 2014. Impact of problem-based learning on students critical thinking dispositions, knowledge acquisition and retention. *Journal of Education and Practice*, *5*(14), 74-83.

Alper, B., Riche, N. H., Chevalier, F., Boy, J., dan Sezgin, M. 2017. Visualization literacy at elementary school. In *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Sistems* (pp. 5485-5497). ACM.

Arikunto, S. 2013. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta. Rienka Cipta.

Arikunto, S. 2010. *Dasar-dasar evaluasi pendidkan edisi revisi.* Jakarta. Bumi Aksara.

Ambarwati, D., Suyatna, A., dan Ertikanto, C. (2019, February). The Effectiveness of Interactive *E-Book* for Self-Study and Increasing Students' Critical Thinking Skills in Electromagnetic Radiation Topic. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1155, No. 1, p. 012050). IOP Publishing.

Amstrong, C. 2008. Books in a virtual world: The evolution of the *e-Book and* its lexicon. *Journal of Librarianship and Information Science*, *40*(3), 193-206.

Avgerinou, M. D. 2009. Re-viewing visual literacy in the "bain d'images" era. *TechTrends*, *53*(2), 28-34.

Avgerinou, M.D. dan Ericson, J. 1997. A review of the concept of visual literacy. *British Journal of Educational Technology*, *28*(4), 280-291.

Baldwin, A. A. 2015. Developing an interactive textbook using iBooks Author. *Federation of Business Disciplines Journal*, *3*, 1-12.

Bamford, A. 2003. *The visual literacy white paper*. Adobe Sistems.

Bartoszewicki, M. 2013. *Designing and Building an Interactive eBook: A Production Tutorial.* APTARA.

Beaudoin, J. E. 2016. Describing images: A case study of visual literacy among library and information science students. *College dan Research Libraries*, *77*(3), 376-392.

Bidarra, J., dan Rusman, E. 2017. Towards a pedagogical model for science education: bridging educational contexts through a blended learning approach. *Open Learning: the journal of open, distance and e-learning*, *32*(1), 6-20.

Campbell, C. 2018. Interactive Ebook vs. Static Ebook – Which One Makes Sense for Your Audience? https://www.paceco.com/insights/design-development/interactive-ebook/

Cheung, C.-K., dan Jhaveri, A. D. 2014. Developing students' critical thinking skills through visual literacy in the New Secondary School Curriculum in Hong Kong. *Asia Pacific Journal of Education*, 36(3), 379–389.

Chiemeke, S., dan Imafidor, O. M. 2020. Web-based Learning In Periods of Crisis: Reflections on the Impact of COVID-19. *International Journal of Computer Science dan Information Technology (IJCSIT) Vol*, *12*.

Chiu, P. S., Su, Y. N., Huang, Y. M., Pu, Y. H., Cheng, P. Y., Chao, I. C., dan Huang, Y. M. 2018. Interactive Electronic Book for Authentic Learning. In *Authentic Learning Through Advances in Technologies* (pp. 45-60). Singapore. Springer.

Cohen, L., Manion, L., dan Morrison, K. (1988). *Research Methods in Education,* Sixth Edition. New York: Routledge.

Direktorat Pembinaan Sekolah Menegah Atas. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta. Depdiknas

Dos Reis, T. A. 2018. Study on The Alpha Generation and The Reflections of Its Behavior in the Organizational Environment. *Science*, *6*(1), 09-19.

Duchak, O. 2014. Visual literacy in educational practice. *Czech-Polish Historical and Pedagogical Journal*, *6*(2), 41-48.

Ebied, M. M. A., dan Rahman, S. A. A. 2015. The Effect of Interactive *e-Book* on Students' Achievement at Najran University in Computer in Education Course. *Journal of Education and Practice*, *6*(19), 71-82.

Embong, A. M., Noor, A. M., Hashim, H. M., Ali, R. M., and Shaari, Z. H. 2012. *E-Book*s as Textbooks in the Classroom. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *47*, 1802-1809.

Ennis, R. H. 2011. The nature of critical thinking: An outline of critical thinking dispositions *and* abilities. In *Sixth International Conference on Thinking, Cambridge, MA* (pp. 1-8).

_____ 2013. Critical thinking across the curriculum: The wisdom CTAC program. Inquiry: Critical Thinking Across the Disciplines, 28(2), 25-45. https://doi.org/10.5840/inquiryct20132828

Fahim, M., and Eslamdoost, S. 2014. Critical Thinking: Frameworks and Models for Teaching. *English Language Teaching, 7*(7), 141-151.

Fernández, B. G., and Ruiz-Gallardo, J. R. 2017. Visual literacy in primary science: exploring anatomy cross-section production skills. *Journal of Science Education and Technology*, *26*(2), 161-174.

Fraenkel, J. R., Wallen, N. E. and Hyun H. H. 2012. *How to Design* and *Evaluate Research in Education (Eigth Edition)*. McGrow-Hill. New York.

Gilbert, J. K. 2005. *Visualization: A metacognitive skill in science and science education.* In *Visualization in science education* (pp. 9-27). Springer, Dordrecht.

_____. 2008. Visualization and the Learning of Science. Encyclopedia of Science Education, 1-7.

Güney, Z. 2019. Visual Literacy and Visualization in Instructional Design and Technology for Learning Environments. *European Journal of Contemporary Education*, *8*(1), 103-117.

Gall, M. D., Gall, J. P.,& Borg, W. R. (Eds.). 2003. *Educational research: An introduction (7th ed.).* New York. Pearson Education Inc.

Hake, R.R. 1999. Interactive-engangement versus traditional methods: A six thousands-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics, 66*(1), 64-74.

Hernawan, A. H., Permasih, H., dan Dewi, L. 2012. *Pengembangan Bahan Ajar.* Bandung. Direktorat UPI.

Hsiao, C. C., Tiao, M. M., and Chen, C. C. 2016. Using interactive multimedia *e-Book*s for learning blood cell morphology in pediatric hematology. *BMC medical education, 16*(1), 290.

Hsu, T. C. 2017. The Application and Evaluation of Augmented Reality-Integrated *e-Book*s in Living Technology Education. *Learning, Design, and Technology: An International Compendium of Theory, Research, Practice, and Policy*, 1-22.

Insani, M. D. 2017. Studi Pendahuluan Identifikasi Kesulitan dalam Pembelajaran Pada Guru IPA SMP Se-Kota Malang. *Jurnal Pendidikan Biologi*, *7*(2), 81-93.

Irwantoro, N. dan Yusuf S. 2016. *Kompetensi Pedagogik*. Surabaya. Genta Group Production.

Kaptan, K., and Timurlenk, O. 2012. Challenges for science education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *51*, 763-771

Karakoc, M. 2016. The significance of critical thinking ability in terms of education. *International Journal of Humanities and Social Science*, *6*(7), 81-84.

Klarin Z., S., Buzina, T., and Seiter-Šverko, D. 2014. *E-Book* ingest module at the national and university library in zagreb. The IFLA Library, IFLA's institutional repository.

Kusumastuti, F. A. (2020). Pengaruh integrasi *e-Book* interaktif pada kegiatan belajar mengajar sains. *Business Economic, Communication, and Social Sciences (BECOSS) Journal*, *2*(1), 83-88.

Kühl, T., Scheiter, K., and GerjeTS, P. (2012). Enhancing learning from dynamic *and* static visualizations by means of cueing. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, *21*(1), 71-88.

Lengkana, D. 2018. *Pengembangan Program Pembelajaran Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia Berbasis Multi Representasi untuk Meningkatkan Kemampuan Representasi dan Interelasinya dengan Keterampilan generik Sains Calon Guru Biologi.* Disertasi. Universitas Pendidikan Indonesia

Li, L. Y. 2015. Development and evaluation of a Web-based *e-Book* with a concept mapping sistem. *Journal of Computers in Education*, *2*(2), 211-226.

Lismayani, I., Parno, P., dan Mahanal, S. 2017. The Correlation of Critical Thinking Skill and Science Problem-Solving Ability of Junior High School Students. *Jurnal Pendidikan Sains*, *5*(3), 96-101.

Lowe, R. 2000. *Visual Literacy* and *Learning in Science*. ERIC Digest.

Makina, A. 2010. The role of visualisation in developing critical thinking in mathematics. *Perspectives in Education*, *28*(1), 24-33.

Min Huang, Y., Liang, T. H., Su, Y. N., and Chen, N. S. (2012). Empowering personalized learning with an interactive *e-Book* learning sistem for elementary school students. *Educational Technology Research and Development*, *60*(4), 703-722.

Nugroho, R. A. 2018. HOTS *Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi*. Jakarta. PT Gramedia Widiasarana Indonesia.

Paivio, A. 1986. Mental representations: A dual coding approach. New York: Oxford University Press.

Pradana, F., dan Suyatna, A. 2017. The Needs of Interactive Electronic School Books to Enhance the Critical Thinking Skills of the Students. In *International Conference on Teacher Training and Education 2017 (ICTTE 2017)*. Atlantis Press.

Rahmah, N. 2013. Belajar Bermakna Ausubel. *Al-Khwarizmi: Jurnal Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, *1*(1), 43-48.

Ramadhan, M.F dan Irwanto. Using Virtual Labs To Enhance Students' Thinking Abilities, Skills, and Scientific Attitudes. *International Conference on Educational Research and Innovation (ICERI 2017)*

Ramadlani, A. K., Khalig, A., dan Wibisono, M. 2017. Visual literacy *and*character education for alpha generation. In *Proceedings International Seminar on Language, Education and Culture Universitas Negeri Malang*

Rao, S. S. 2003. Electronic books: a review and evaluation. Library Hi Tech, Vol. 21, no.1: 85-93.

Rosida, R., Fadiawati, N., dan Jalmo, T. (2017). Efektivitas penggunaan bahan ajar *e-Book* interaktif dalam menumbuhkan keterampilan berpikir kritis siswa. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, *5*(1).

Rosita, R., Fadiawati, N., dan Jalmo, T. (2017). Efektivitas *E-Book* Interaktif Sistem Pencernaan Manusia Untuk Menumbuhkembangkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Bioterdidik Wahana Ekspresi Ilmiah*, *5*(2).

Rundgren, S. N. C., and Yao, B. J. 2014. Visualization in research *and* science teachers' professional development. In *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching* (Vol. 15, No. 2, pp. 1-21). The Education University of Hong Kong, Department of Science and Environmental Studies.

Ryoo, K., and Linn, M. C. (2012). Can dynamic visualizations improve middle school students' understanding of energy in photosynthesis?. *Journal of Research in Science Teaching*, *49*(2), 218-243.

Ryoo, K., and Bedell, K. 2017. The effects of visualizations on linguistically diverse students' understanding of energi *and* matter in life science. *Journal of Research in Science Teaching*, *54*(10), 1274-1301.

Shatri, K., and Buza, K. 2017. The Use of Visualization in Teaching and Learning Process for Developing Critical Thinking of Students. *European Journal of Social Science Education and Research*, *4*(1), 71-74.

Sims, E., O'Leary, R., Cook, J., and Butland, G. 2002. Visual literacy: what is it *and* do we need it to use learning technologies effectively?. In *ASCILITE* (pp. 885-888).

St John Loker, S. 2016. *Dynamic vs. static visualizations for learning procedural and declarative information* (Doctoral dissertation).

Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R dan D*. Bandung. Alfabeta

Sudjana. 2005. *Metode Statistika*. Bandung. Tarsito

Suherman, E. 2003. *Evaluasi Pembelajaran Matematika*. Bandung. JICA Universitas Pendidikan Indonesia

Suyatna, A., Distrik, I. W., Herlina, K., Suyanto, E., dan Haryaningtias, D. 2018. Developing interactive *e-Book* of relativity theory to optimize self-directed learning *and* critical thinking skills. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2014, No. 1, p. 020065). AIP Publishing LLC.

Tilchin, O., and Raiyn, J. 2015. Computer-Mediated Assessment of Higher-Order Thinking Development. *International Journal of Higher Education*, *4*(1), 225-231.

Trisdiono, H. dan Muda, W. 2013. Strategi Pembelajaran abad 21. Diakses di https://lpmpjogja.kemdikbud.go.id/strategi-pembelajaran-abad-21/ pada 12 September 2020 pukul 10.48 wib

Tüysüz, C. (2010). The Effect of the Virtual Laboratory on Students' Achievement *and* Attitude in Chemistry. *International Online Journal of Educational Sciences*, *2*(1).

Tsui, C. Y., and Treagust, D. F. 2013. Introduction to multiple representations: Their importance in biology *and*biological education. In *Multiple representations in biological education* (pp. 3-18). Springer, Dordrecht.

Uribe-Enciso, O. L., Enciso, D. S. U., and Daza, M. D. P. V. 2017. Critical thinking *and* its importance in education: some reflections. *Rastros Rostros*, *19*(34), 78-88.

Varma, K., and Linn, M. C. 2012. Using interactive technology to support students' understanding of the greenhouse effect and global warming. *Journal of Science Education andTechnology*, *21*(4), 453-464.

Vassiliou, M., and Rowley, J. 2008. Progressing the definition of "*e-Book*". *Library Hi Tech*, *26*(3), 355-368.

Vavra, K. L., Janjic-Watrich, V., Loerke, K., Phillips, L. M., Norris, S. P., and Macnab, J. 2011. Visualization in science education. *Alberta Science Education Journal*, *41*(1), 22-30.

Waller, D. 2013. Current Advantages and Disadvantages of Using E-Textbooks in Texas Higher Education. *FOCUS on Colleges, Universities dan Schools, 7*(1)

Wibowo, F. A. N. 2020. Media Pembelajaran E-Learning saat PJJ (Pendidikan Jarak Jauh). https://www.researchgate.net/publication/341252422, 16-19.

Winn, W. (1980). Visual information processing: A pragmatic approach to the "imagery question". *Educational Communication And Technology Journal*, *28*(2), 120-133.