

**PENGEMBANGAN *e-BOOK* INTERAKTIF BERBASIS REPRESENTASI  
VERTIKAL PADA TOPIK PARTIKEL MATERI DAN SIFAT  
BAHAN UNTUK MENINGKATKAN *HOTS* DAN  
LITERASI VISUAL SISWA**

**(Tesis)**

**Oleh:**

**NI MADE RATNA SARI  
NPM 1823025001**



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER PENDIDIKAN IPA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2021**

## ABSTRAK

### PENGEMBANGAN *e-BOOK* INTERAKTIF BERBASIS REPRESENTASI VERTIKAL PADA TOPIK PARTIKEL MATERI DAN SIFAT BAHAN UNTUK MENINGKATKAN *HOTS* DAN LITERASI VISUAL SISWA

Oleh

**Ni Made Ratna Sari**

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *e-Book* interaktif berbasis representasi vertikal yang efektif dalam meningkatkan *Higher Order Thinking Skill (HOTS)* dan literasi visual siswa. Desain penelitian yang digunakan yakni *Research and Development (R&D)* menurut Borg and Gall. Teknik pengambilan sampel yakni *purposive sampling*. Sampel penelitian terdiri dari kelas eksperimen dan kontrol. Instrumen yang digunakan yakni kuesioner dan soal tes. Analisis data berdasarkan: (1) *n-gain* dan *effect size*, (2) persentase deskriptif dari tanggapan guru dan siswa.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *e-Book* interaktif hasil pengembangan: (1) paling baik dalam meningkatkan *HOTS* dengan kriteria sedang (0,64) dan memberikan pengaruh yang besar (0,83), serta baik dalam meningkatkan literasi visual dengan kriteria sedang (0,65) dan memberikan pengaruh yang besar (0,85); (2) menarik (93,43 %), bermanfaat (94,70 %), dan mudah dipahami (94,06 %) berdasarkan hasil tanggapan guru dan siswa. *e-Book* interaktif berbasis representasi vertikal hasil pengembangan efektif sebagai bahan ajar dalam mempelajari topik partikel materi dan sifat bahan.

**Kata kunci :** *e-Book* interaktif, representasi vertikal, *HOTS*, literasi visual

## **ABSTRACT**

### **THE DEVELOPMENT OF INTERACTIVE e-BOOK BASED ON VERTICAL REPRESENTATION ON MATTER PARTICLES TOPIC AND MATERIAL PROPERTIES TO IMPROVE STUDENT'S HOTS AND VISUAL LITERACY**

**By**

**Ni Made Ratna Sari**

This research aimed to develop an interactive e-Book based on vertical representation which was valid to improve students' Higher Order Thinking Skill (HOTS) and visual literacy. The design used in this research was Research and Development (R&D) by Borg and Gall. The sample of this research consisted of experimental class and control class. The instruments used questionnaires and test questions. Data analysis based on; (1) n-gain and effect size; (2) the descriptive percentage from teacher and student responses.

The results showed that interactive e-Book: (1) the best to improve HOTS with medium criteria (0,64) and give large effect (0.83), and good to improve visual literacy with medium criteria (0.65) and give large effect (0.85); (3) interesting (93.43 %), useful (94.70 %), and easy to understand (94.06 %) based on the results of teacher and student responses. Interactive e-Book based on vertical representation was effective as learning material in matter particles topic and material properties.

**Key word:** interactive e-Book, vertical representations, HOTS, visual literacy

**PENGEMBANGAN *e-BOOK* INTERAKTIF BERBASIS REPRESENTASI  
VERTIKAL PADA TOPIK PARTIKEL MATERI DAN SIFAT  
BAHAN UNTUK MENINGKATKAN *HOTS* DAN  
LITERASI VISUAL SISWA**

**Oleh**

**NI MADE RATNA SARI  
NPM 1823025001**

**Tesis**

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

**Pada**

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



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER PENDIDIKAN IPA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2021**

Judul Tesis : **PENGEMBANGAN E-BOOK  
INTERAKTIF BERBASIS  
REPRESENTASI VERTIKAL PADA  
TOPIK PARTIKEL MATERI DAN SIFAT  
BAHAN UNTUK MENINGKATKAN  
HOTS DAN LITERASI VISUAL SISWA**

Nama Mahasiswa : *Ni Made Ratna Sari*

Nomor Pokok Mahasiswa : 1823025001

Program Studi : Magister Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam

Jurusan : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

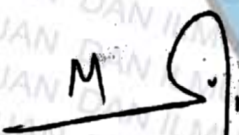
Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan


**MENYETUJUI**

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I,

Pembimbing II,

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

  
**Dr. Dewi Lengkana, M.Sc**  
NIP. 19611027 198603 2 001

2. Mengetahui,

Ketua Jurusan  
Pendidikan MIPA

Ketua Program Studi  
Magister Pendidikan IPA

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

  
**Dr. Dewi Lengkana, M.Sc.**  
NIP. 19611027 198603 2 001

**MENGESAHKAN**

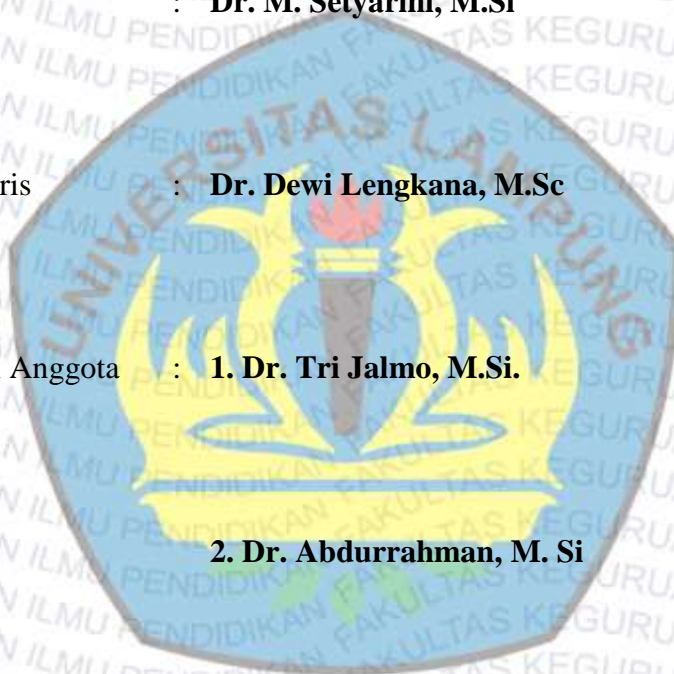
**1. Tim Penguji**

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

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

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

**2. Dr. Abdurrahman, M. Si**



*M. S.*

*Dewi*

*Tri Jalmo*

*Abdurrahman*



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

**Prof. Dr. Patuan Raja, M.Pd.**

**NIP 19620804 198905 1 001**

*Patuan Raja*

**Tanggal Ujian Tesis : 09 Agustus 2021**

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, dengan ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Tesis dengan judul “PENGEMBANGAN *e-BOOK* INTERAKTIF BERBASIS REPRESENTASI VERTIKAL PADA TOPIK PARTIKEL MATERI DAN SIFAT BAHAN UNTUK MENINGKATKAN *HOTS* DAN LITERASI VISUAL SISWA” adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau mengutip 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

menyatakan,



Ni Made Ratna Sari  
NPM 1823025001

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Rama Indra pada tanggal 08 April 1995 sebagai putri kedua dari dua bersaudara buah hati Bapak I Made Pakis dan Ibu Ida Ayu Putu Sukerti. Pendidikan formal diawali TK Tunas Bangsa pada tahun 2000 diselesaikan pada tahun 2001, SD Negeri 1 Rama Indra diselesaikan tahun 2007, SMP Negeri 2 Kota Gajah diselesaikan tahun 2010, SMA Negeri 1 Kota Gajah diselesaikan tahun 2013. Pada tahun yang sama penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) diselesaikan tahun 2017. Penulis melanjutkan pendidikan strata 2 (S2) di Program Studi Magister Pendidikan IPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung pada tahun 2018.



## **PERSEMBAHAN**

Dengan mengucapkan syukur ke hadirat Ida Sang Hyang Widhi Wasa,  
kupersembahkan karya sederhana ini untuk:

Bapak dan Ibuku tercinta yang selalu memberiku semangat, doa, kasih sayang  
serta pengorbanan yang tak tergantikan untuk keberhasilan masa depanku.

Kakakku Ni Wayan Drestiani, keponakanku Putu Shiva Dirgayasa, dan semua  
keluarga besarku terima kasih untuk doa serta dukungan yang tulus untukku.

Almamater tercintaku Universitas Lampung.

## **MOTTO**

Tidak ada yang dapat menggantikan kerja keras. Keberuntungan adalah sesuatu yang terjadi ketika kesempatan bertemu dengan kesiapan.

(Thomas Alva Edison)

## SANWACANA

Puji syukur ke hadirat Sang Hyang Widhi Wasa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga tesis ini dapat diselesaikan.

Tesis dengan judul “Pengembangan *e-Book* Interaktif Berbasis Representasi Vertikal pada Topik Partikel Materi dan Sifat Bahan untuk Meningkatkan *HOTS* dan Literasi Visual Siswa” sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Pendidikan pada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.

Pada 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 Pascasarjana Universitas Lampung
4. Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Si., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA Universitas Lampung
5. Dr. Dewi Lengkana, M.Sc., selaku Ketua Program Studi Magister Pendidikan IPA dan Pembimbing II atas segala motivasi dan kesediaanya dalam memberikan bimbingan dalam penyusunan tesis.
6. Dr. M. Setyarini, M.Si., selaku Pembimbing I dan validator ahli materi atas keikhlasan, motivasi, dan kesediannya dalam memberikan bimbingan di sela-sela kesibukannya.
7. Dr. Tri Jalmo, M.Si., selaku Pembahas I atas segala masukan, kritik, dan saran, bimbingan dalam penyusunan tesis.

8. Dr. Abdurrahman, M.Si., selaku Pembahas II dan validator ahli konstruksi atas segala masukan, kritik, dan saran, bimbingan untuk produk yang dihasilkan.
9. Dr. Mulyanto Widodo, M.Pd., selaku validator ahli bahasa atas segala masukan, kritik, dan saran, bimbingan untuk produk yang dihasilkan.
10. Para dosen di Magister Pendidikan IPA dan guruku atas ilmu, nasihat, motivasi, dan arahan yang bermanfaat untuk penulis.
11. Segenap civitas akademik jurusan Pendidikan MIPA.
12. Drs. Mahmud Muin, selaku kepala SMP Negeri 31 Bandar Lampung yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian serta Ibu Nurhayati, M.Pd., selaku guru mitra atas waktu dan bimbingannya selama proses penelitian.
13. Tim tesis sahabatku Tyas Kharimah Tindani terima kasih telah memberikan semangat dan berjuang bersama hingga tesis ini selesai, serta teman-teman seperjuangan di Magister Pendidikan IPA angkatan 2018.
14. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tesis ini.

Akhir kata, semoga Sang Hyang Widhi Wasa membalas kebaikan semua pihak dan semoga tesis ini dapat bermanfaat.

Bandar Lampung, Agustus 2021  
Penulis

**Ni Made Ratna Sari**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	xvi
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	xviii
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	6
1.5 Ruang Lingkup Penelitian .....	6
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	9
2.1 <i>e-Book</i> Interaktif Sebagai Bahan Ajar .....	8
2.2 Representasi Vertikal .....	11
2.3 <i>Higher Order Thiking Skills</i> .....	17
2.4 Literasi Visual.....	21
2.5 Analisis Buku Siswa IPA Kelas IX.....	22
2.6 <i>Pedagogical Kontent Knowlegde</i> .....	26
2.7 Kerangka Pikir .....	27
2.8 Hipotesis .....	29
<b>III. METODE PENELITIAN .....</b>	30
3.1 Desain Penelitian.....	30
3.2 Sumber Data .....	30
3.3 Teknik Pengumpulan Data .....	31

3.4 Alur Penelitian .....	32
3.5 Prosedur Penelitian.....	33
3.6 Instrumen Penelitian.....	41
3.7 Teknik Analisis Data.....	43
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>51</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	51
4.2 Pembahasan .....	83
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>99</b>
5.1 Simpulan.....	99
5.2 Saran.....	100
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>101</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>108</b>
1. Silabus Kelas Esperimen .....	108
2. Silabus Kelas Kontrol.....	112
3. RPP Kelas Eksperimen.....	115
4. RPP Kelas Kontrol .....	123
5. Hasil Analisis Lembar Penilaian Buku IPA Kelas IX.....	128
6. Kuesioner Analisis Kebutuhan Bahan Ajar Guru .....	129
7. Kuesioner Analisis Kebutuhan Bahan Ajar Siswa.....	132
8. Persentase Hasil Analisis Kebutuhan Bahan Ajar Guru.....	134
9. Persentase Hasil Analisis Kebutuhan Bahan Ajar Siswa .....	136
10. Lembar Validasi Ahli Kesesuaian Isi.....	137
11. Lembar Validasi Ahli Konstruksi .....	142
12. Lembar Validasi Ahli Bahasa .....	145
13. Persentase Hasil Analisis Lembar Validasi Ahli Isi.....	148
14. Persentase Hasil Analisis Validasi Isi oleh Praktisi .....	149
15. Persentase Hasil Analisis Lembar Validasi Ahli Konstruksi.....	150
16. Persentase Hasil Analisis Validasi Konstruksi oleh Praktisi .....	151
17. Persentase Hasil Analisis Lembar Validasi Ahli Bahasa .....	152
18. Persentase Hasil Analisis Validasi Bahasa oleh Praktisi.....	153
19. Angket Respon Guru Terhadap <i>e-Book</i> Interaktif .....	154
20. Angket Respon Siswa Terhadap <i>e-Book</i> Interaktif .....	157
21. Peresentase Hasil Analisis Respon Guru.....	159
22. Persentase Hasil Analisis Respon Siswa .....	160
23. Kisi-Kisi Soal Pretes dan Postes .....	161
24. Kunci Jawaban Soal Pretes dan Postes.....	166
25. Rubrik Penilaian Soal Pretes dan Postes .....	168
26. Hasil Uji Validitas Reliabilitas Instrumen Tes .....	171

27. Hasil Uji Normalitas Pretes dan Postes .....	176
28. Hasil Uji Homogenitas Pretes dan Postes.....	177
29. Hasil Uji Persamaan Dua Rata-Rata Pretes .....	178
30. Hasil Perhitungan <i>n-gain</i> <i>HOTS</i> .....	179
31. Hasil Perhitungan <i>n-gain</i> Indikator <i>HOTS</i> .....	180
32. Hasil Perhitungan <i>n-gain</i> Literasi Visual .....	182
33. Hasil Perhitungan <i>n-gain</i> Indikator Literasi Visual .....	183
34. Hasil Uji Perbedaan Dua Rata-Rata <i>n-gain</i> .....	185
35. Hasil Perhitungan <i>Effect Size</i> .....	186
36. Hasil Analisis Respon Guru pada Uji Coba Luas .....	187
37. Hasil Analisis Respon Siswa pada Uji Coba Luas .....	188
38. Angket Evaluasi Ketercapaian Pembelajaran .....	189
39. Hasil Evaluasi Ketercapaian Pembelajaran .....	192
40. Hasil Analisis Lembar Penilain <i>e-Book</i> Interaktif .....	196
41. <i>e-Book</i> Hasil Pengembangan .....	197

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Deskripsi dan kata kunci Taksonomi Bloom yang telah direvisi .....	19
2.2 Indikator literasi visual .....	22
3.1 <i>Story board e-Book</i> interaktif berbasis representasi vertikal .....	34
3.2 Indikator pencapaian kompetensi pada <i>e-Book</i> interaktif berdasarkan indikator <i>HOTS</i> yang dilatihkan .....	37
3.3 Indikator pencapaian kompetensi pada <i>e-Book</i> interaktif berdasarkan indikator literasi visual yang dilatihkan .....	37
3.4 Indikator <i>HOTS</i> (Anderson and Krathwohl, 2001) dalam <i>e-Book</i> berbasis representasi vertikal.....	38
3.5 Indikator literasi visual (Avgerinou, 2009) dalam <i>e-Book</i> berbasis representasi vertikal .....	38
3.6 Metode penelitian .....	40
3.7 Instrumen penelitian dan pengembangan <i>e-Book</i> interaktif.....	43
3.8 Penskoran angket berdasarkan Skala Likert.....	44
3.9 Tafsiran persentase angket .....	45
3.10 Kriteria validasi analisis persentase.....	46
3.11 Interpretasi koefisien korelasi <i>product moment</i> .....	46
3.12 Interpretasi <i>effect size</i> .....	48
4.1 Rancangan <i>e-Book</i> interaktif berbasis representasi vertikal .....	58
4.2 Hasil validasi ahli dan praktisi terhadap <i>e-Book</i> interaktif berbasis representasi vertikal.....	61



4.3	Hasil rekomendasi perbaikan uji ahli.....	62
4.4	Hasil perbaikan <i>e-Book</i> interaktif berbasis representasi vertikal berdasarkan saran ahli.....	63
4.5	Hasil analisis data respon guru terhadap kelayakan <i>e-Book</i> interaktif.....	69
4.6	Hasil analisis data respon siswa terhadap kelayakan <i>e-Book</i> interaktif.....	70
4.7	Hasil perhitungan uji validitas instrumen tes soal <i>HOTS</i> .....	70
4.8	Hasil perhitungan uji validitas instrumen tes soal literasi visual .....	70
4.9	Hasil uji normalitas nilai <i>HOTS</i> dan literasi visual siswa.....	72
4.10	Hasil uji homogenitas nilai <i>HOTS</i> dan literasi visual siswa .....	73
4.11	Hasil uji persamaan dua rata-rata pretes <i>HOTS</i> dan literasi visual.....	73
4.12	Hasil analisis data <i>n-gain HOTS</i> .....	74
4.13	Hasil analisis data <i>n-gain</i> literasi visual siswa .....	77
4.14	Hasil uji perbedaan dua rata-rata <i>n-gain HOTS</i> dan literasi visual siswa.....	78
4.15	Hasil perhitungan <i>effect size HOTS</i> dan literasi visual siswa .....	80
4.16	Hasil tanggapan guru pada implementasi <i>e-Book</i> interaktif .....	81
4.17	Hasil tanggapan siswa pada implementasi <i>e-Book</i> interaktif.....	81
4.18	Hasil evaluasi ketercapaian pembelajaran .....	82

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Simulasi interaktif membuat atom dari <i>PhET</i> .....	10
2.2 Simulasi interaktif membuat molekul dari <i>PhET</i> .....	11
2.3 Teoritis Tiga Dimensi atau Model Kubus pembelajaran sains .....	12
2.4 Contoh penyajian fenomena menggunakan representasi vertikal .....	14
2.5 Contoh penyajian representasi vertikal dalam buku IPA siswa terbitan Kemendikbud pada topik partikel materi dan sifat bahan .....	23
2.6 Contoh percobaan yang disajikan dalam buku IPA siswa terbitan Kemendikbud pada topik partikel materi dan sifat bahan.....	24
2.7 Contoh soal latihan dalam buku IPA siswa terbitan Kemendikbud pada topik partikel materi dan sifat bahan .....	25
2.8 Skema kerangka pemikiran pada penelitian.....	29
3.1 Alur pengembangan <i>e-Book</i> interaktif berbasis representasi vertikal ....	32
4.1 Hasil analisis representasi vertikal dalam buku IPA siswa kelas IX terbitan Kemendikbud tahun 2018.....	53
4.2 Hasil analisis soal evaluasi dalam buku IPA siswa kelas IX terbitan Kemendikbud tahun 2018 .....	54
4.3 Hasil analisis soal evaluasi <i>HOTS</i> dalam buku IPA siswa kelas IX terbitan Kemendikbud tahun 2018.....	54
4.4 Hasil analisis soal evaluasi literasi visual dalam buku IPA siswa kelas IX terbitan Kemendikbud tahun 2018 .....	55
4.5 Jenis bahan ajar yang digunakan guru pada topik partikel materi dan sifat bahan .....	55

4.6	Hasil analisis kebutuhan <i>e-Book</i> interaktif untuk melatih (a) <i>HOTS</i> dan (b) literasi visual.....	56
4.7	Jenis bahan ajar yang digunakan siswa pada topik partikel materi dan sifat bahan .....	57
4.8	Tampilan rancangan <i>e-Book</i> interaktif berbasis representasi vertikal ....	61
4.9	Hasil analisis persentase kriteria <i>n-gain HOTS</i> .....	75
4.10	Hasil analisis persentase kriteria <i>n-gain</i> indikator <i>HOTS</i> kelas eksperimen .....	75
4.11	Hasil analisis persentase kriteria <i>n-gain</i> indikator <i>HOTS</i> kelas kontrol.....	76
4.12	Hasil analisis persentase kriteria <i>n-gain</i> literasi visual siswa .....	77
4.13	Hasil analisis persentase kriteria <i>n-gain</i> indikator literasi visua kelas eksperimen .....	78
4.14	Hasil analisis persentase kriteria <i>n-gain</i> indikator literasi visual kelas kontrol.....	78
4.15	Representasi vertikal pada <i>e-Book</i> interaktif.....	82
4.16	Uraian materi sifat fisika yang dilengkapi dengan representasi vertikal .....	84
4.17	Contoh jawaban siswa pada soal indikator menganalisis .....	85
4.18	Contoh uraian materi dalam <i>e-Book</i> interaktif hasil pengembangan yang dilengkapi representasi vertikal .....	86
4.19	Contoh jawaban siswa pada soal indikator mengevaluasi .....	87
4.20	Contoh jawaban siswa pada soal indikator mencipta .....	87
4.21	Simulasi interaktif <i>PhET</i> dalam <i>e-Book</i> interaktif hasil pengembangan.....	89
4.22	Contoh jawaban siswa pada soal indikator penalaran visual .....	90
4.23	Contoh jawaban siswa pada soal indikator perbedaan visual .....	91
4.24	Contoh latihan soal pada <i>e-Book</i> interaktif untuk melatih berpikir visual siswa beserta jawaban siswa .....	92

4.25	Contoh jawaban siswa pada soal indikator berpikir visual .....	92
4.26	Contoh jawaban siswa pada soal indikator asosiasi visual .....	93
4.27	Video percobaan pada <i>e-Book</i> interaktif hasil pengembangan .....	94
4.28	Soal interaktif indikator <i>HOTS</i> dengan dengan jawaban benar dan salah pada <i>e-Book</i> interaktif hasil pengembangan.....	95
4.29	Soal interaktif indikator literasi visual dengan jawaban benar dan salah pada <i>e-Book</i> interaktif hasil pengembangan.....	96

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada abad ke-21, kemampuan menafsirkan serta menerjemahkan informasi visual merupakan bentuk literasi yang sama pentingnya dengan keterampilan membaca dan menulis, sehingga penting bagi siswa untuk memiliki kemampuan literasi visual (Duhcak, 2014; Lundy and Setphens, 2014). Kemampuan untuk membaca, menafsirkan, dan memahami informasi visual yang disajikan dalam bentuk simbol, grafik, gambar atau video yang ada dalam kehidupan sehari-hari dinyatakan sebagai literasi visual (Kiper *et al.*, 2012). Saat ini gambar visual semakin banyak disajikan dalam sumber belajar, serta informasi visual pada media cetak dan media digital yang erat kaitannya dengan kehidupan sehari-hari. Penggunaan gambar visual dapat meningkatkan kualitas pembelajaran dan membuat proses belajar lebih menarik (Duhcak, 2014). Mentransisikan teks ke format visual dapat mengurangi beban kognitif siswa dengan memberikan kejelasan pada konsep yang kompleks sehingga menjadi lebih mudah dipahami oleh siswa (Metros, 2008).

Selain literasi visual siswa juga harus dilatihkan keterampilan berpikir tingkat tinggi agar dapat mempertimbangkan kebenaran materi pelajaran dan informasi visual yang diperolehnya. Materi pelajaran dan informasi visual yang salah dapat memberikan dampak negatif bagi pengetahuan siswa selanjutnya. Dalam keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa dituntut untuk menggunakan pemikiran secara luas sehingga siswa dapat menerapkan informasi atau pengetahuan yang dimilikinya untuk memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari (Heong *et al.*, 2011; Siado *et al.*, 2018). Siswa yang memiliki keterampilan berpikir tingkat tinggi akan mampu beradaptasi dalam kompetisi abad ke-21 (Ichsan *et al.*, 2020). Dalam implementasi Kurikulum 2013, pembelajaran berorientasi keterampilan

berpikir tingkat tinggi merupakan upaya pemerintah dalam meningkatkan kualitas pembelajaran (Tim Penyusun, 2018).

Kemampuan berpikir siswa di Indonesia dapat tergambarkan dari hasil studi *PISA* dan *TIMSS*. Sejak bergabung menjadi partisipan *PISA* pada tahun 2000 capaian indeks Indonesia selalu berada pada level bawah dalam indeks *PISA* (Pratiwi, 2019). Hasil *PISA* Indonesia sejak tahun 2000-2018 tidak menunjukkan banyak peningkatan pada setiap keikutsertaannya. Pada aspek sains hasil *PISA* Indonesia pada tahun 2018 berada di peringkat 71 dari 79 negara partisipan dengan rata-rata 396 dibawah rata-rata OECD yakni 489 (Puspendik, 2018; Pratiwi 2019). Hasil *TIMSS* tahun 2015 skor rata-rata pencapaian siswa Indonesia untuk sains yakni 397 sehingga Indonesia berada di peringkat 45 dari 48 negara yang dievaluasi (Nizam, 2016). Rendahnya hasil *PISA* dan *TIMSS* menjadi tolok ukur rendahnya kemampuan berpikir siswa di Indonesia dibandingkan dengan negara-negara lain.

Melatihkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan literasi visual dapat dilakukan kepada siswa melalui pembelajaran sains di sekolah. Sains memiliki peranan penting dalam meningkatkan mutu pendidikan khususnya menghasilkan siswa yang berkualitas yaitu mampu berikir kritis, kreatif, logis, dan berinisiatif dalam menghadapi isu-isu di masyarakat (Rohana dan Wahyudin, 2016). Pelajaran sains erat kaitannya dengan kehidupan sehari-hari namun masih sulit dipahami oleh siswa. Sains berisi konsep-konsep yang bersifat abstrak yang berpotensi menjadi beban kognitif bagi siswa sehingga dapat mempengaruhi kemampuan berpikirnya.

Salah satu materi pada pelajaran sains yang bersifat abstrak yaitu topik partikel materi dan sifat bahan. Jika cara penyampaian materi oleh guru kurang tepat maka akan menimbulkan persepsi yang berbeda antar siswa (Utomo dkk., 2013). Topik partikel materi dan sifat bahan sangat berkaitan dengan kehidupan sehari-hari contohnya besi dan arang, kedua bahan ini partikel dasarnya berupa atom namun memiliki sifat yang berbeda. Besi dan arang dapat dilihat namun partikel penyusunnya berupa atom tidak dapat terlihat. Atom dan partikel penyusunnya yakni proton, elektron, neutron memiliki ukuran yang sangat kecil sehingga tidak

dapat terlihat secara langsung. Berdasarkan karakteristik partikel materi yang sifatnya abstrak dan tidak dapat diamati secara langsung maka dibutuhkan media yang dapat memvisualisasikannya yaitu representasi vertikal. Melalui representasi vertikal keterkaitan antara fenomena sains pada level makro, sub mikro, dan simbolik dapat dihadirkan pada pembelajaran sains (Tsui and Treagust, 2013). Berdasarkan penelitian Hadenfeldt *et al.*, (2016) menyatakan siswa mengalami kesulitan dalam memahami tingkat submikro karena sifatnya yang abstrak dan tidak dapat diamati.

Solusi yang dapat digunakan untuk memfasilitasi proses belajar siswa pada topik partikel materi dan sifat bahan yang bersifat abstrak yaitu dengan menghadirkan bahan ajar yang inovatif yaitu *e-Book*. *e-Book* merupakan jenis buku yang diterbitkan dalam bentuk digital yang dapat diakses menggunakan perangkat elektronik seperti komputer dan *smartphone* (Gui, 2019). *e-Book* interaktif memfasilitasi siswa belajar secara mandiri dimana saja dan kapan saja. Keunggulan dari *e-Book* interaktif adalah dapat menyajikan representasi konsep sains yang bersifat abstrak pada level makro, submikro, dan simbolik.

Dalam *e-Book* interaktif yang dikembangkan dilengkapi simulasi interaktif *PhET* yang menyajikan fenomena representasi vertikal pada tingkat submikro. Teknologi visualisasi interaktif memiliki potensi mendukung pembelajaran sains bagi siswa dengan memberikan representasi dari fenomena sains yang tidak dapat diamati (Ryoo *et al.*, 2018). Melalui simulasi interaktif membuat atom, siswa dilatihkan untuk merancang struktur atom dan menganalisis partikel penyusun atom. Melalui simulasi interaktif membuat molekul, dapat melatih siswa untuk membuat molekul dan mengetahui urutan terikatnya atom-atom pada suatu molekul. Disajikan gambar submikroskopis pembentukan kristal ion NaCl agar siswa dapat menganalisis proses pembentukan kation  $\text{Na}^+$  dan anion  $\text{Cl}^-$ . Melalui representasi vertikal yang disajikan siswa dapat membedakan partikel penyusun bahan yang berupa atom, ion, dan molekul untuk melatih kemampuan menganalisis dan perbedaan visual, sehingga representasi vertikal yang disajikan dalam *e-Book* interaktif diyakini melatih *HOTS* dan literasi visual siswa.

Penelitian oleh Hsiao *et al.* (2016) menyatakan pembelajaran menggunakan *e-Book* interaktif lebih efektif, menarik, dan hasil belajar siswa meningkat dibandingkan dengan pembelajaran tradisional yang menggunakan *PowerPoint*. Melalui *e-Book* interaktif siswa dapat belajar secara aktif dan ketiga level representasi kimia yakni simbolik, makroskopik, submikroskopik dapat disajikan secara bersamaan sehingga membantu siswa memahami materi kimia dengan baik (Fadiawati dan Tania, 2015). Menggunakan *e-Book* interaktif pada pembelajaran dapat melatih keterampilan berpikir tingkat tinggi pada siswa (Suyatna, *et al.*, 2019).

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan bahan ajar pada topik partikel materi dan sifat bahan dengan menggunakan kuesioner yang diberikan kepada 10 responden guru IPA di sepuluh SMP di Bandar Lampung, diperoleh data bahwa seluruh responden guru menggunakan buku cetak yang diterbitkan oleh Kemendikbud. Berdasarkan sumber bahan ajar, 80% berasal dari internet, 40% berasal dari bahan ajar buatan sendiri dan *e-Book*. Responden guru menyatakan bahwa *e-Book* yang digunakan belum dilengkapi evaluasi secara mandiri dan umpan balik interaktif. Seluruh responden guru menyatakan belum pernah membuat *e-Book* interaktif. Berdasarkan data yang diperoleh dari 100 responden siswa di sepuluh SMA di Bandar Lampung dan Lampung Tengah, sebanyak 32% siswa menggunakan buku yang diterbitkan oleh Kemendikbud; 25% buku cetak Kemendikbud dan bahan ajar dari guru; 33% bahan ajar buku Kemendikbud dan bahan ajar dari internet; 11% buku cetak Kemendikbud, bahan ajar dari guru, dan bahan ajar dari internet; dan 4% *e-Book*. *e-Book* yang digunakan tidak dilengkapi evaluasi secara mandiri dan umpan balik interaktif. Berdasarkan hasil studi pendahuluan, diperoleh data bahwa 90% guru dan 92% siswa menyatakan perlu adanya pengembangan *e-Book* interaktif berbasis representasi vertikal pada topik partikel materi dan sifat bahan.

Berdasarkan hasil analisis buku IPA siswa yang diterbitkan oleh Kemendikbud tahun 2018 diperoleh informasi bahwa buku sudah dilengkapi representasi vertikal pada topik partikel materi dan sifat bahan. Jumlah representasi vertikal yang digunakan dalam buku siswa ini ada 405 buah. Representasi vertikal yang dominan disajikan yakni representasi level simbolik sebesar 82,22%, level makro 7,16%,



dan level submikro 10,61 %. Meskipun telah dilengkapi representasi vertikal, namun belum disertai tugas mengevaluasi, penalaran visual, dan asosiasi visual. Berdasarkan uraian tersebut maka dikembangkan *e-Book* interaktif yang berjudul “Pengembangan *e-Book* Interaktif Berbasis Representasi Vertikal pada Topik Partikel Materi dan Sifat Bahan untuk Meningkatkan *HOTS* dan Literasi Visual Siswa”.

## 1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana karakteristik *e-Book* interaktif hasil pengembangan?
2. Bagaimana keefektifan *e-Book* interaktif hasil pengembangan dalam meningkatkan *HOTS* siswa?
3. Bagaimana keefektifan *e-Book* interaktif hasil pengembangan meningkatkan literasi visual siswa?
4. Bagaimana tanggapan guru terhadap *e-Book* interaktif hasil pengembangan?
5. Bagaimana tanggapan siswa terhadap *e-Book* interaktif hasil pengembangan?

## 1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan dari penelitian ini adalah mendeskripsikan:

1. Karakteristik *e-Book* interaktif hasil pengembangan.
2. Keefektifan *e-Book* interaktif hasil pengembangan dalam meningkatkan *HOTS* siswa.
3. Keefektifan *e-Book* interaktif hasil pengembangan dalam meningkatkan literasi visual siswa.
4. Tanggapan guru terhadap *e-Book* interaktif hasil pengembangan.
5. Tanggapan siswa terhadap *e-Book* hasil pengembangan.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat pengembangan *e-Book* interaktif berbasis representasi vertikal pada topik partikel materi dan sifat bahan ini diharapkan dapat bermanfaat bagi:

1. Siswa

Pengunaan *e-Book* interaktif berbasis representasi vertikal diyakini dapat memudahkan siswa dalam memahami konsep partikel materi dan sifat bahan, serta melatih *HOTS* dan literasi visual pada siswa.

2. Guru

*e-Book* interaktif berbasis representasi vertikal dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif bahan ajar dalam membelajarkan partikel materi dan sifat bahan, yang selanjutnya dapat diaplikasikan pada materi IPA lainnya.

3. Sekolah

Menjadi salah satu sumber belajar untuk meningkatkan mutu pembelajaran IPA di SMP.

4. Peneliti lain

Diharapkan dapat menjadi referensi untuk mengembangkan *e-Book* pada materi lainnya.

#### 1.5 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Desain penelitian yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada desain penelitian dan pengembangan menurut Borg and Gall (2003) yang terdiri atas sepuluh tahapan. Namun dengan pertimbangan adanya pandemi *Covid-19*, penelitian ini dilakukan terbatas sampai tahap ke-7 yaitu penyempurnaan produk hasil uji coba luas.
2. Representasi vertikal yang digunakan dalam *e-Book* interaktif topik partikel materi dan sifat bahan yakni level makro, submikro, dan simbolik merujuk pada Teori Kubus Tsui and Treagust (2013).
3. *e-Book* interaktif yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah *e-Book* yang melibatkan interaktivitas siswa, dilengkapi representasi vertikal pada

level makro, submikro, dan simbolik serta evaluasi interaktif sehingga siswa mendapatkan *feedback* untuk mengukur pemahaman siswa (Baldwin, 2015; Sung *et al.*, 2019).

4. Indikator *HOTS* yang dilatihkan dalam *e-Book* interaktif berbasis representasi vertikal merujuk indikator *HOTS* menurut Anderson and Krathwohl (2001) yaitu menganalisis (C4), mengevaluasi (C5), dan mencipta (C6). Peningkatan *HOTS* siswa diukur menggunakan soal pretes dan postes dalam bentuk soal uraian.
5. Indikator literasi visual yang dilatihkan dalam *e-Book* interaktif berbasis representasi vertikal merujuk indikator literasi visual menurut Avgerinou (2009) yaitu berpikir visual, penalaran visual, perbedaan visual, dan asosiasi visual. Peningkatan literasi visual siswa diukur menggunakan soal pretes dan postes dalam bentuk soal uraian.
6. Efektifitas *e-Book* hasil pengembangan untuk meningkatkan *HOTS* dan literasi visual siswa ditinjau dari *n-gain* dengan kriteria minimal sedang menurut Hake (1999) dan *effect size* dengan kriteria minimal *medium* menurut Cohen (1988).
7. Karakteristik adalah ciri khusus dari *e-Book* interaktif hasil pengembangan yang berbeda dengan buku IPA siswa yang sudah ada. Indikatornya berupa konten yang disajikan, tampilan *e-Book* interaktif hasil pengembangan, serta validitas dari ahli dan praktisi.
8. *e-Book* hasil pengembangan mencakup KD 3.8 menghubungkan konsep partikel materi (atom, ion, molekul), struktur zat sederhana dengan sifat bahan yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari, serta dampak penggunaannya terhadap kesehatan manusia. KD 4.8 menyajikan hasil penyelidikan tentang sifat dan pemanfaatan bahan dalam kehidupan sehari-hari.
9. Tahap implementasi *e-Book* interaktif berbasis representasi vertikal pada topik partikel materi dan sifat bahan pembelajaran dilakukan secara *online learning* menggunakan aplikasi *Google Classroom*.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *e-Book* Interaktif Sebagai Bahan Ajar

Bahan ajar adalah seperangkat materi yang disusun secara sistematis sehingga tercipta lingkungan atau suasana yang memungkinkan siswa untuk belajar dan digunakan untuk membantu guru dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar (Depdiknas, 2008). Menurut Prastowo (2011) bahan ajar adalah segala bahan (baik informasi, alat, maupun teks) yang disusun secara sistematis, yang menyajikan kompetensi yang akan dikuasai siswa dalam proses pembelajaran. Bahan ajar berfungsi sebagai pedoman bagi guru dan siswa yang akan mengarahkan semua aktivitasnya dalam proses pembelajaran. Menurut Depdiknas (2008) bahan ajar mencakup komponen yakni: (1) petunjuk belajar bagi siswa dan guru; (2) kompetensi yang akan dicapai; (3) isi materi pembelajaran; (4) informasi pendukung; (5) petunjuk kerja dapat berupa lembar kerja; (6) evaluasi. Bahan ajar menjadi bagian penting dalam meningkatkan kualitas pembelajaran, sehingga bahan ajar harus disusun secara kreatif dan inovatif (Abdurrahman, 2015). Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi memberikan pengaruh besar terhadap kemajuan inovasi bahan ajar (Sugianto, dkk., 2013). Salah satu bahan ajar inovatif yang memanfaatkan perkembangan teknologi yakni *e-Book*.

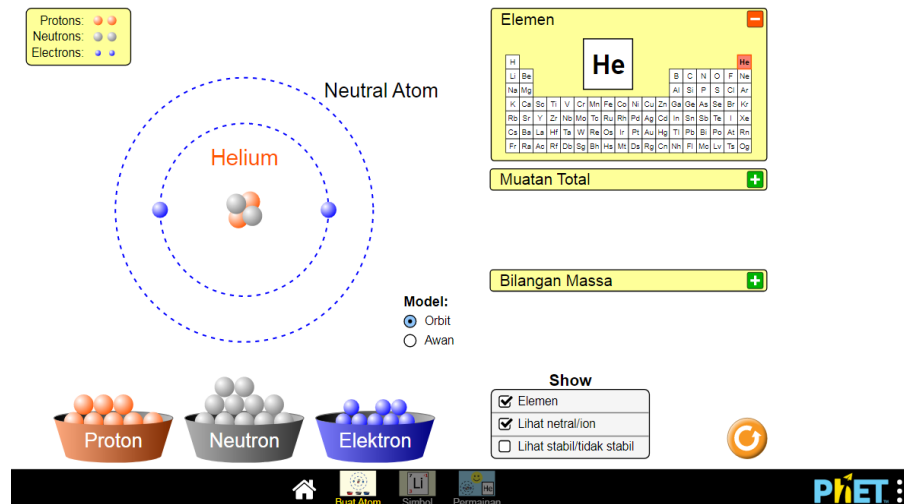
*e-Book* merupakan jenis buku yang diterbitkan dalam bentuk digital (Gui, 2019). *e-Book* menjadi pengganti buku cetak tradisional yang dapat disimpan di komputer pribadi, tersedia diinternet melalui halaman web, dan menggunakan materi multimedia untuk menggantikan tutor (Al-Mashaqbeh and Al Shurman, 2015). *e-Book* adalah materi digital yang dapat dibaca pada perangkat seperti komputer dan tersedia untuk semua orang (Ebied and Rahman, 2015). Berdasarkan beberapa pengertian dapat disimpulkan bahwa *e-Book* merupakan jenis buku yang dikemas

secara digital yang dapat diakses melalui perangkat elektronik seperti komputer. *e-Book* telah berkembang menjadi *e-Book* interaktif yakni buku dalam format digital yang bersifat aktif dimana penggunaannya dapat memperoleh umpan balik, pada halaman buku terdapat kombinasi antara teks, gambar, suara, dan video yang dapat menanggapi perintah siswa, contohnya seperti memutar video dan melakukan latihan soal melalui berbagai bentuk tes, seperti pilihan ganda, dan uraian (Prastowo, 2011; Bozkurt and Bozkaya 2015; Gui, 2019; Sung *et al.*, 2019).

Kelebihan *e-Book* interaktif antara lain (Ebied and Rahman, 2015; Gui, 2019):

- a. Mudah dioperasikan dan dibaca, karena *e-Book* memiliki bahan multimedia seperti video, gambar, teks penuh warna dan bahkan audio.
- b. *e-Book* interaktif dapat memberikan umpan balik kepada penggunaannya.
- c. Bersifat portabel, telah mengubah konsep buku yang berat menjadi ringan.
- d. Pembaca dapat menemukan apa yang dibutuhkan dengan cepat dan mudah, dapat mengontrol pemilihan halaman serta memutar video yang diinginkan.
- e. Memiliki kapasitas yang sangat besar untuk menyimpan banyak informasi dalam satu buku dan tahan lama.
- f. Meningkatkan prestasi akademik dan motivasi untuk berpartisipasi dalam proses pembelajaran dengan keunggulan desain *e-Book* interaktif.
- g. *e-Book* memberikan kebebasan dan fleksibilitas kepada siswa dalam belajar sesuai dengan kemampuan, waktu, dan kecepatan belajarnya sehingga mengembangkan kemandirian dalam pembelajaran
- h. Jika tidak memiliki batasan *Digital Rights Management* (Manajemen Hak Digital) *e-Book* interaktif dapat dibagikan
- i. Dapat dikonversi dan dapat digunakan dalam berbagai format, mudah diterbitkan, tidak membutuhkan biaya perawatan, dan ramah lingkungan.

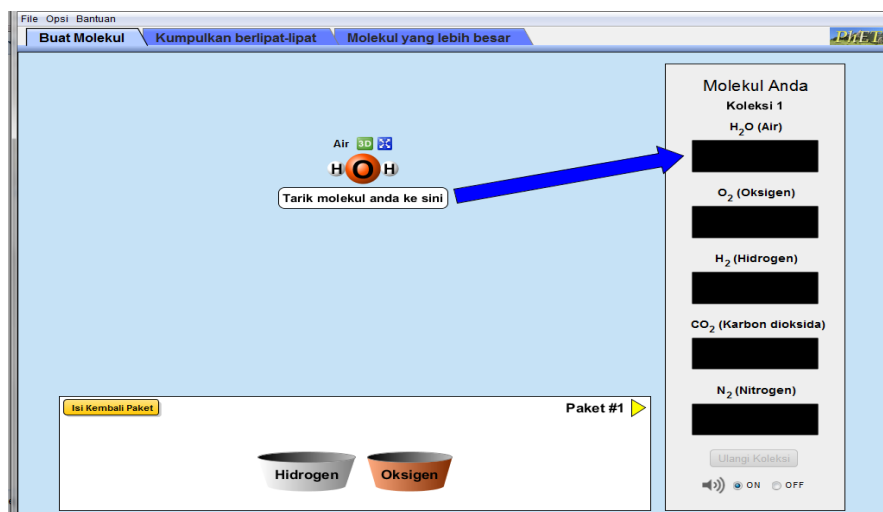
*e-Book* interaktif dapat dilengkapi dengan simulasi interaktif. Simulasi interaktif yang mendukung pembelajaran partikel materi dan sifat bahan yaitu simulasi yang dikembangkan oleh *PhET*. Simulasi interaktif membuat atom disajikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Simulasi interaktif membuat atom dari *PhET*.  
Sumber: phet.colorado.edu

Simulasi interaktif membuat atom dapat menghadirkan fenomena representasi vertikal level submikro pada pembelajaran partikel materi dan sifat bahan. Simulasi interaktif ini menjadi sarana siswa untuk memvisualisasikan struktur atom, mengetahui letak proton, neutron, dan elektron. Ketika siswa memindahkan proton dan neutron ke inti atom serta memindahkan elektron ke kulit atom, simulasi secara otomatis menampilkan nomor massa, simbol atom, nama unsur, dan letak atom pada tabel periodik.

Simulasi interaktif membuat molekul menjadi sarana siswa untuk memvisualisasikan bentuk-bentuk molekul dan memfasilitasi siswa membuat molekul berdasarkan rumus kimia. Untuk membuat sebuah molekul siswa harus memindahkan atom-atom dalam keranjang ke arena bermain dan meletakkan atom-atom tersebut sesuai dengan posisinya, kemudian memindahkan molekul yang telah dibuat pada kolom koleksi molekul. Siswa dapat melihat bentuk 3D dari molekul yang telah dibuat dan dapat membedakan bentuk-bentuk molekul. Simulasi interaktif *PhET* membuat molekul disajikan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Simulasi interaktif membuat molekul dari *PhET*.  
Sumber: phet.colorado.edu

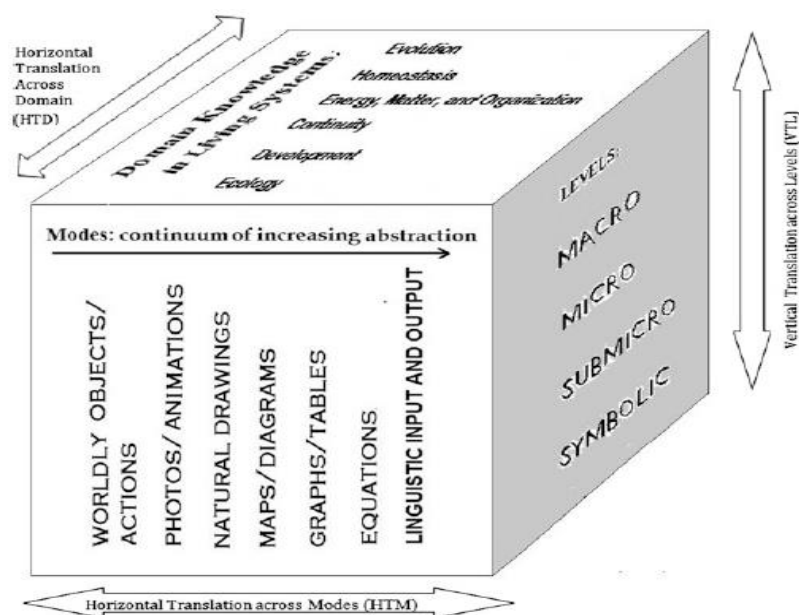
Simulasi interaktif efektif memfasilitasi dan meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran sains (Rutten *et al.*, 2012; Konhle and Passante, 2017). Siswa yang terlibat aktif dalam kegiatan pembelajaran memperoleh pengalaman belajar lebih baik dibandingkan dengan siswa yang berada di lingkungan belajar pasif (Herrington *et al.*, 2017). Keunggulan simulasi interaktif yakni memberikan umpan balik secara langsung kepada siswa (Konhle *et al.*, 2015). Simulasi interaktif mampu menyajikan beberapa representasi dari suatu fenomena, elemen interaktif, dan hubungan dinamis dari representasi membantu siswa mengeksplorasi dan memahami hubungan representasi yang disajikan sehingga mengurangi kemungkinan siswa memperoleh kesimpulan yang salah (Konhle *et al.*, 2015; Konhle and Passante, 2017). Penggunaan simulasi dalam pembelajaran memberikan kesempatan bagi siswa untuk membangun pemahaman konsep dari pengalaman sendiri.

Hasil penelitian Sung *et al.* (2018) menyatakan *e-Book* interaktif dapat meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa Sekolah Dasar. Penggunaan *e-Book* IPA terpadu dalam proses pembelajaran mampu menumbuhkan kemandirian belajar siswa (Pramana dan Dewi, 2014). Melalui *e-Book* interaktif siswa dapat belajar secara aktif dan ketiga level representasi kimia yakni simbolik, makroskopik, dan submikroskopik dapat disajikan secara bersamaan, sehingga membantu siswa memahami materi kimia dengan baik (Fadiawati dan Tania, 2015). *e-Book* interaktif

dapat meningkatkan *HOTS* siswa pada pembelajaran fisika sehingga memudahkan siswa untuk memilih dan mengulang topik yang belum dikuasai (Suyatna *et al.*, 2019). Hasil penelitian Rosida, dkk. (2017) menyatakan penggunaan bahan ajar *e-Book* interaktif efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.

## 2.2 Representasi Vertikal

Representasi dapat mendukung pembelajaran sains (Talanquer, 2010; Prain and Tytler, 2012). Melalui penggunaan representasi fenomena-fenomena submikroskopis yang sulit untuk dihadirkan dalam dunia nyata dapat diatasi (Gilbert, 2008). Representasi merupakan segala sesuatu yang mengingatkan suatu entitas ke dalam pikiran seseorang untuk dideskripsikan secara verbal atau penggambaran aktualnya (Gilbert, 2014). Tsui and Treagust (2013) menyatakan representasi dalam pembelajaran sains dapat divisualisasikan melalui model teoritis tiga dimensi atau model kubus yang dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Model teoritis tiga dimensi atau model kubus pembelajaran sains.  
Sumber: Tsui and Treagust (2013)

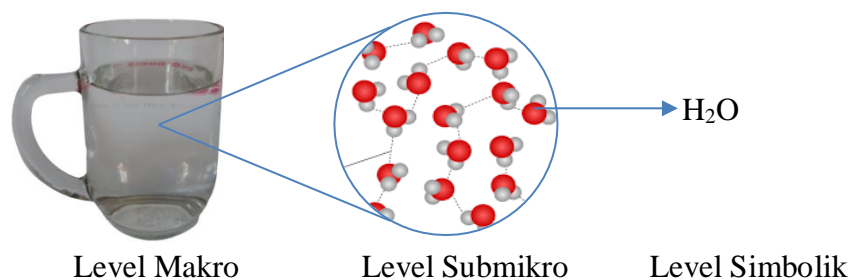
Berdasarkan Gambar 2.3 teori model kubus menggambarkan kubus yang pada ketiga sisinya digambarkan tiga komponen penerjemahan representasi yaitu:



representasi horizontal (HTM), representasi vertikal (VTM), dan representasi horizontal lintas domain (HDT) (Tsui and Treagust, 2013). Pada sisi pertama merupakan domain pengetahuan dalam biologi, domain pengetahuan ada enam yaitu: (1) evolusi, (2) homeostatis, (3) energi materi dan organisasi kehidupan, (4) kesinambungan: reproduksi dan genetika, (5) perkembangan, dan (6) ekologi. Pada sisi kedua adalah moda representasi horizontal yaitu: (1) objek nyata/ tindakan/ *gesture*, (2) foto/animasi, (3) gambar, (4) grafik/tabel, (5) persamaan, (6) verbal/ teks. Pada sisi ketiga yakni tingkatan representasi vertikal yaitu: (1) makroskopis, (2) mikroskopis, (3) submikroskopis, dan (4) simbolis (Lengkana, 2018).

Representasi horizontal (HTM) merupakan representasi dari objek konkret dalam dunia nyata yang dapat divisualisasikan ke objek yang mendasarinya, diwakili oleh grafik, persamaan, atau verbal yang lebih abstrak. Representasi transversal (HTD) merupakan representasi lintas domain mata pelajaran. Representasi transversal (HTD) pada pembelajaran sains dapat diterapkan pada materi energi dalam kehidupan, pada proses fotosintesis yang saling berhubungan dan respirasi sel tanaman untuk memberi energi pada tanaman (Tsui and Treagust, 2013).

Representasi vertikal (VTM) merupakan bentuk representasi yang terorganisir secara hirarki dari level simbolik, submikro, mikro, dan makro. Representasi vertikal dalam pembelajaran sains dapat diterapkan pada pembelajaran sains salah satunya yakni pada topik partikel materi dan sifat bahan. Representasi vertikal dapat memvisualisasikan keterkaitan antara level makro, submikro, dan simbolik pada topik partikel materi dan sifat bahan. Berikut ini contoh penyajian fenomena menggunakan representasi vertikal disajikan pada Gambar 2.4. Air di dalam gelas yang dapat dilihat secara langsung merupakan representasi vertikal level makro. Partikel penyusun air berupa molekul-molekul  $H_2O$  yang tidak dapat dilihat secara langsung disajikan menggunakan representasi level submikro dalam bentuk gambar molekul  $H_2O$  dan level simbolik rumus molekul  $H_2O$ .



Gambar 2.4. Contoh penyajian fenomena menggunakan representasi vertikal.  
Sumber: Chang (2005)

Tiga level representasi menurut Johnstone and Gabel (dalam Gilbert, 2008) yakni:

1. Level makroskopik

Level makroskopik adalah representasi yang diperoleh dari pengamatan suatu fenomena yang dapat dilihat secara langsung, mencakup dari apa yang dipelajari serta pengalaman dalam kehidupan sehari-hari. Level makroskopik dapat diidentifikasi melalui panca indra seperti bau, rasa, dan warna. Contohnya: terjadinya perubahan warna atau pembentukan gas dan endapan pada reaksi kimia, potongan melintang pada daun (Tsui and Treagus, 2013).

2. Level submikroskopik

Level submikroskopik adalah representasi yang menjelaskan fenomena makroskopik yang diamati. Contohnya: molekul dan ion yang digunakan untuk menjelaskan sifat-sifat larutan murni dan sel digunakan untuk menjelaskan struktur daun (Gilbert, 2008).

3. Level simbolik

Level simbolik terdiri dari abstraksi kualitatif yang digunakan untuk mewakili setiap item pada tingkat submikroskopis (Gilbert, 2008). Contohnya: simbol, rumus, persamaan kimia, persamaan matematika, mekanisme reaksi, pewarisan sifat, genotif dan jalur metabolisme (Tsui and Treagus, 2013).

Representasi vertikal pada level makro, submikro, dan simbolik dalam bentuk gambar berperan sebagai bantuan bagi siswa khususnya pada level submikro yang sulit jika dibayangkan. Lin *et al.* (2011) menyatakan siswa dapat menemukan bantuan yang berguna dalam rangkaian multi representasi yang disediakan untuk

memfasilitasi pembelajarannya, terutama bila konsep atau isin materinya bersifat abstrak. Representasi dapat diekspresikan dalam representasi eksternal dan representasi internal (Gilbert, 2008). Representasi eksternal terdiri dari apa yang benar-benar dilihat oleh mata dan tersedia secara fisik. Representasi internal merupakan representasi yang hanya dapat dibayangkan dalam pikiran dan tersedia secara mental untuk setiap orang. Representasi baik eksternal maupun internal digunakan pada semua aspek kehidupan seperti lingkungan fisik, sosial, dan intelektual. Pembuatan makna dari suatu representasi disebut sebagai visualisasi (Gilbert, 2008).

Visualisasi merupakan semua jenis representasi fisik yang dirancang agar konsep yang abstrak dapat terlihat sehingga dapat mengkomunikasikan ide-ide yang bersifat abstrak (Rundgren and Yao, 2014; Sharti and Buza, 2017). Menurut Gilbert (2005) visualisasi dapat terwakili oleh lima mode yakni:

1. Mode konkret, merupakan mode 3 dimensi dan terbuat dari bahan yang tahan lama seperti model *ball-and-stick* yang terbuat dari plastik.
2. Mode verbal berisi deskripsi, penjelasan, atau analogi dari suatu fenomena dapat berupa tulisan atau secara lisan.
3. Mode simbolik terdiri atas simbol, rumus, persamaan kimia dan matematika.
4. Mode visual terdiri atas grafik, diagram, dan animasi. Terdapat pula bentuk 3D yang dibuat dengan komputer dan disebut sebagai model virtual.
5. Mode gestural merupakan penggunaan gerakan tubuh untuk memvisualisasikan sesuatu. Misalnya pergerakan ion selama proses elektrolisis.

Chang *et al.* (2013) menyatakan visualisasi memiliki peran penting dalam pembelajaran sains. Menurut Rundgren and Yao (2014) peran visualisasi dalam pembelajaran sains terkait dengan Taksonomi Bloom untuk meningkatkan pemikiran tingkat tinggi yakni:

1. Domain kognitif

Dalam domain kognitif penggunaan visualisasi memiliki peran untuk membuat konsep atau ide yang tidak terlihat serta menggambarkan konsep abstrak dan membuatnya konkret (Rundgren and Yao, 2014).

- a. Membuat pengetahuan dan ide-ide abstrak menjadi nyata. Melalui visualisasi pengetahuan dan gagasan yang kompleks atau abstrak dapat diekspresikan dengan cara yang efektif dan konkret. Hal ini dapat membuat siswa mengingat kembali pengetahuan mereka dengan lebih mudah.
- b. Menerjemahkan representasi antara level makro, mikro, dan simbolik. Visualisasi digunakan untuk menyampaikan informasi atau objek yang tidak mudah dilihat atau tidak mungkin dilihat tanpa menggunakan alat bantu. Representasi pada level makro, submikro, dan simbolik dapat diwakili oleh visualisasi untuk membuat siswa belajar sains lebih baik. Contohnya: (1) level makro: air didalam gelas yang dapat dilihat tanpa menggunakan alat bantu; (2) level submikro: ikatan hidrogen pada air; (3) level simbolik:  $H_2O$  atau rumus struktur H-O-H dapat digunakan untuk menyajikan partikel dasar air.
- c. Menyampaikan proses konsep ilmiah. Visualisasi memiliki manfaat dalam mewakili proses konsep ilmiah secara eksplisit melalui visualisasi statis seperti gambar atau visualisasi dinamis seperti animasi.
- d. Proses pemodelan dan visualisasi. Dalam pendidikan sains, pemodelan dan visualisasi adalah keterampilan mental yang penting bagi siswa untuk dikembangkan.

## 2. Domain afektif

Peran visualisasi pada domain afektif yaitu: (1) menarik perhatian siswa dan mendorong emosi melalui representasi visual yang berwarna-warni yang dikombinasikan dengan representasi audio atau verbal; (2) membuat siswa antusias dengan melibatkan siswa dalam suatu lingkungan visual interaktif.

## 3. Domain psikomotor

Peran visualisasi yang dikaitkan dengan domain psikomotor yaitu meningkatkan: (a) keterampilan spasial siswa; (b) ide-ide siswa dan keterampilan komunikasi; dan (c) persepsi indra siswa. Menggabungkan lima indera penciuman, penglihatan, rasa, sentuhan dan pendengaran, membantu siswa belajar lebih baik. Visualisasi dikaitkan dengan apa yang dilihat namun visualisasi juga dapat ditingkatkan dengan menambahkan atau mengganti informasi visual dengan modalitas sensorik lainnya (Rundgren and Yao, 2014).

Visualisasi dapat memberikan lebih banyak informasi dan melibatkan tingkat interaktivitas yang tinggi daripada pembelajaran yang disajikan hanya dalam format teks (Varma *and* Linn, 2012). Visualisasi dapat meningkatkan penjelasan verbal atau tekstual dari konsep ilmiah (Vavra *et al.*, 2011). Visualisasi memiliki peran penting dalam membangun proses kognitif siswa, membuat siswa lebih mudah memahami konsep dan meningkatkan ingatan serta pemanggilan informasi pada otak (Nurannisa, 2017). Siswa yang disajikan dengan kata-kata dan gambar dapat memecahkan masalah secara lebih baik dibandingkan dengan hanya disajikan dengan kata-kata atau gambar saja. Hal ini sejalan dengan Paivio (1986) yang menyatakan informasi yang dikodekan dalam representasi visual dan verbal, seperti gambar, akan lebih diingat daripada informasi yang hanya direpresentasikan dalam visual atau verbal saja.

Lima cara objek visualisasi dapat membantu proses berpikir menurut Pylyshyn (2003) yaitu:

1. Objek visualisasi dapat menunjukkan sistem yang logis dari operasi visual (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 hubungan keseluruhan antar konsep untuk memfasilitasi generalisasi (misalnya, dalam diagram dan bagan).
4. Objek visualisasi dapat digunakan untuk melacak hubungan dan mencari solusi alternatif (grafik yang menunjukkan hubungan antara dua variabel, yang memungkinkan siswa untuk merumuskan hipotesis baru).
5. Objek visualisasi dapat memberikan gambar data yang dapat dirujuk dan ditinjau oleh siswa untuk membantu selama penarikan kembali informasi.

Pemrosesan informasi visual dapat disusun berdasarkan dua jenis proses yaitu pemrosesan objek dan pemrosesan spasial (Adaval *et al.*, 2019). Pemrosesan objek melibatkan identifikasi dan pengenalan rangsangan di lingkungan dan dibentuk oleh konsep dan asosiasi yang ada dalam memori. Pemrosesan objek melibatkan sifat objek seperti warna, ukuran, bentuk, dan detail gambar. Pemrosesan

spasial melibatkan persepsi lokasi, pergerakan, hubungan spasial, dan transformasi objek (Adaval *et al.*, 2019). Melihat informasi dalam bentuk visual seperti gambar, grafik, video dan simulasi dapat memudahkan kerja otak dalam menciptakan citra mental. Informasi visual yang dilihat diserap dan diidentifikasi dalam otak, kemudian disimpan dalam otak sebagai jejak memori yang dapat diaktifkan kembali dilain waktu saat diperlukan (Loker, 2014).

### **2.3 Higher Order Thinking Skills (HOTS)**

Dalam implementasi Kurikulum 2013, pembelajaran berorientasi keterampilan berpikir tingkat tinggi atau *Higher Order Thinking Skills (HOTS)* merupakan upaya pemerintah dalam meningkatkan kualitas pembelajaran. Siswa diharapkan mencapai berbagai kompetensi dengan penerapan *HOTS* yakni berpikir kritis, kreatif dan inovasi, kemampuan berkomunikasi, kemampuan bekerjasama, serta kepercayaan diri yang merupakan kecakapan abad 21 (Tim Penyusun, 2018). *HOTS* adalah kemampuan menggunakan pemikiran secara luas untuk menerapkan pengetahuan yang telah dipelajari untuk menyelesaikan masalah secara kreatif, inovatif dan mampu menciptakan dimensi baru (Heong *et al.*, 2011; Abdullah *et al.*, 2017). *HOTS* memungkinkan siswa untuk melihat konsep secara holistik dan menggunakan pemikiran secara efektif (Shukla and Dungsungneon, 2016). *HOTS* adalah kemampuan berpikir pada jenjang yang lebih tinggi, siswa yang memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi akan mampu menganalisis, mengevaluasi, dan menciptakan inovasi dalam memecahkan masalah di lingkungannya (Ichsan *et al.*, 2019). *HOTS* dapat dikonseptualisasikan sebagai cara berpikir kompleks yang dapat menghasilkan banyak solusi (Hugerat and Kortam, 2014).

Secara umum keterampilan berpikir dibagi menjadi keterampilan berpikir tingkat rendah atau *Lower Order Thinking Skill (LOTS)* dan kemampuan berpikir tingkat tinggi atau *Higher Order Thinking Skill (HOTS)*. Taksonomi Bloom yang telah direvisi mengidentifikasi mengingat (C1), memahami (C2), dan menerapkan (C3) sebagai *LOTS* sedangkan menganalisis (C4), mengevaluasi (C5), dan menciptakan (C6) sebagai *HOTS* (Anderson and Krathwohl, 2001). *HOTS* terlibat dalam pro-

ses penciptaan pengetahuan baru dengan memanfaatkan keterampilan, strategi berpikir kritis dan berpikir kreatif. Deskripsi dan kata kunci setiap kategori Taksonomi Bloom yang telah direvisi disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Deskripsi dan kata kunci Taksonomi Bloom yang telah direvisi

No	Kategori	Kata Kunci	Kriteria
1.	<i>Remembering</i> (mengingat): dapatkah siswa mengucapkan atau mengingat informasi?	Menyebutkan definisi, menirukan ucapan, menyatakan susunan, mengucapkan, mengulang menyatakan.	<i>LOTS</i> ( <i>Lower Order Thinking Skill</i> )
2.	<i>Understanding</i> (pemahaman): dapatkah siswa menjelaskan konsep, prinsip, hukum atau prosedur?	Mengelompokkan, menggambarkan, menjelaskan identifikasi, menempatkan, melaporkan, menjelaskan, menerjemahkan, paraphrase.	
3.	<i>Applying</i> (penerapan): Dapatkah siswa menerapkan pemahaman dalam situasi baru	Memilih, mendemonstrasikan, memerankan, menggunakan, mengilustrasikan, menginterpretasikan, menyusun jadwal, membuat sketsa, memecahkan masalah, menulis.	
4.	<i>Analyzing</i> (analisis): dapatkah siswa memilah bagian-bagian berdasarkan perbedaan dan kesamaannya?	Mengkaji, membandingkan, mengkontraskan, membedakan, melakukan diskriminasi, memisahkan, menguji, melakukan eksperimen, mempertanyakan.	<i>HOTS</i> ( <i>Higher Order Thinking Skill</i> )
5.	<i>Evaluating</i> (evaluasi): dapatkah siswa menyatakan baik atau buruk terhadap sebuah fenomena atau objek tertentu?	Memberi argumentasi, mempertahankan, menyatakan, memilih, memberi dukungan, memberi penilaian, melakukan evaluasi.	
6.	<i>Creating</i> (penciptaan): dapatkah siswa menciptakan sebuah benda atau pandangan	Merakit, mengubah, membangun, mencipta, merancang, mendirikan, merumuskan, menulis	

Kategori-kategori dalam dimensi proses kognitif berpikir tingkat tinggi yaitu:

### 2.3.1 Menganalisis (C4)

Menganalisis adalah kemampuan untuk menguraikan konsep ke dalam bagian-bagian yang lebih mendetail (Anderson and Krathwohl, 2001). Kemampuan menganalisis merupakan salah satu komponen yang penting dalam proses untuk mencapai tujuan pembelajaran. Proses kognitif dalam menganalisis yaitu membedakan (*differentiating*), mengatur (*organizing*), dan menunjukkan (*attributing*) (Anderson and Krathwohl, 2001). Kemampuan yang dikembangkan dari tahap menganalisis meliputi:

- a. Membedakan fakta dari pendapat (atau kenyataan dari fantasi).
- b. Menghubungkan kesimpulan dengan pernyataan pendukung.

- c. Membedakan materi yang relevan dari yang tidak relevan.
- d. Menentukan bagaimana ide-ide terkait satu sama lain.
- e. Memastikan asumsi tidak tertulis yang terlibat dalam apa yang dikatakan.
- f. Membedakan ide-ide pokok atau tema dalam puisi atau musik.
- g. Menemukan bukti untuk mendukung tujuan penulis.

### 2.3.2 Mengevaluasi (C5)

Mengevaluasi merupakan sebuah proses pembuat penilaian berdasarkan kriteria dan standar yang jelas. Kriteria yang sering digunakan yaitu kualitas, efektivitas, efisiensi, dan konsistensi. Standar dapat berupa kuantitatif atau kualitatif dan diterapkan untuk menentukan kriteria. Kategori untuk mengevaluasi mencakup proses kognitif meliputi memeriksa (*checking*) dan mengkritik (*critiquing*). Pada tahap evaluasi, siswa harus mampu membuat penilaian dan keputusan tentang nilai suatu metode, produk, gagasan, atau benda dengan menggunakan kriteria yang telah ditetapkan.

### 2.3.3 Mencipta (C6)

Mencipta atau *create* adalah tahap siswa membuat produk baru dengan menata ulang beberapa elemen atau bagian menjadi pola atau struktur, sehingga menjadi produk yang belum pernah ada sebelumnya. Salah satu kriteria pada proses *create* adalah orisinalitas atau keunikan. Proses yang terlibat dalam mencipta membutuhkan pemikiran kreatif dan umumnya dikoordinasikan dengan pengalaman belajar siswa sebelumnya. Pemikiran kreatif yang dimiliki siswa tidak sepenuhnya dituangkan secara bebas tetap dibatasi oleh tuntutan tugas atau situasi pembelajaran. Seseorang yang memiliki kreativitas dapat memproduksi produk-produk yang tidak biasa, dan hal ini dianggap sebagai hasil dari keahlian khusus. Tahap mencipta menuntut siswa untuk memproduksi sesuatu yang unik, namun tetap mengacu kaidah agar semua siswa tidak kesulitan dan dapat melakukannya. Pada tahap mencipta siswa harus memanfaatkan elemen dari banyak sumber dan menyatukannya ke dalam struktur atau pola relatif terhadap pengetahuan sebelumnya (Anderson and Krathwohl, 2001). Proses kreatif dapat dipecah menjadi tiga fase yaitu: (1) representasi masalah, pada fase ini siswa berusaha untuk mema-



hami tugas dan menghasilkan solusi yang mungkin (*generating*); (2) perencanaan solusi, pada tahap ini siswa memeriksa beberapa kemungkinan dan menyusun rencana yang dapat diterapkan (*planning*); dan (3) eksekusi solusi, pada tahap ini siswa berhasil melaksanakan rencana yang telah dibuat (*producing*). *Create* dikaitkan dengan tiga proses kognitif yaitu: *generating*, *planning*, *producing*.

## 2.4 Literasi Visual

Literasi visual merupakan kemampuan untuk menafsirkan, memahami, serta mengubah bentuk visual seperti gambar, grafik atau animasi menjadi bahasa verbal atau sebaliknya sehingga membentuk pesan visual (Duhcak, 2014; Kiper *et al.*, 2014). Literasi visual diidentifikasi sebagai literasi penting yang harus dimiliki masyarakat pada abad 21 karena menerjemahkan informasi visual sama pentingnya dengan keterampilan membaca dan menulis (Avgerinou, 2009; Duhcak, 2014; Kiper *et al.*, 2014). Bentuk visual sering dijumpai pada media cetak atau media elektronik merupakan bagian yang tak terpisahkan dalam kehidupan sehari-hari (Kiper *et al.*, 2014).

Duhcak (2014) menyatakan ada empat jenis pengalaman belajar yang berkontribusi pada pengembangan kemampuan literasi visual yaitu:

1. Sifat pengalaman belajar harus memungkinkan siswa untuk melakukan sesuatu sedemikian rupa sehingga terjadi interaksi yang bermakna antara siswa dan apapun yang dilihatnya.
2. Sifat pengalaman belajar harus memberikan praktik dalam memilih fenomena visual tertentu dari lingkungannya yang penting bagi siswa.
3. Sifat dari pengalaman belajar harus dikecualikan sehingga dapat ada peluang bagi siswa untuk membuat pernyataan visual yang bermakna.
4. Sifat pengalaman belajar harus dapat memotivasi siswa untuk mempraktikkan ide-idenya secara visual.

Indikator literasi visual menurut Avgerinou (2009) disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Indikator Literasi Visual

No	Indikator	Deskripsi
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 disetujui 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 merekonstruksikan 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

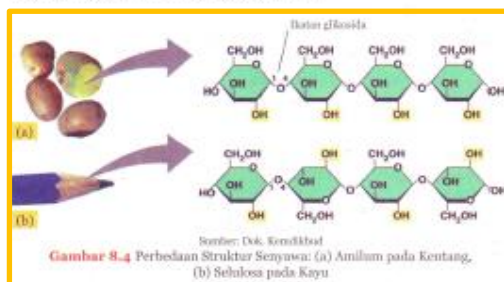
Kiper *et al.*, (2014) menyatakan bahwa karakteristik dari seseorang yang memiliki kemampuan literasi visual yaitu:

1. Menafsirkan, memahami, dan menghubungkan makna dari pesan visual.
2. Berkomunikasi lebih efisien dengan menerapkan prinsip dan konsep dasar desain visual.
3. Memproduksi pesan visual yang efektif baik secara tradisional atau dengan menggunakan komputer dan teknologi lainnya.
4. Memanfaatkan pemikiran visual untuk membuat konsep dan solusi untuk penyelesaian masalah yang dihadapi.
5. Berkomunikasi lebih efisien dengan menerapkan dan menganalisis prinsip dasar dan konsep desain visual.
6. Mencermati pesan visual pada suatu gambar yang digunakan dalam iklan dan konten lainnya.
7. Memahami dan menafsirkan makna pesan visual.

## 2.5 Analisis Buku IPA Siswa Kelas IX

Buku yang dianalisis pada penelitian ini adalah buku siswa kelas IX Kurikulum 2013 yang diterbitkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan tahun 2018. Buku IPA yang digunakan oleh siswa tersedia dalam bentuk buku cetak. Analisis buku didasarkan pada aspek representasi yang disajikan khususnya penggunaan representasi vertikal yakni level makro, submikro, dan simbolik; aspek keterampilan berpikir tingkat tinggi (*HOTS*) menurut Anderson and Kratwohl (2001); dan aspek literasi visual menurut Avgerinou (2009). Jumlah representasi vertikal yang disajikan dalam buku IPA siswa ada 405 buah, terdiri dari level makro, level submikro, dan level simbolik. Representasi vertikal yang dominan disajikan yaitu representasi pada level simbolik yaitu sebesar 82,22%, sedangkan level makro 7,16%, dan level submikro 10,61%. Contoh uraian materi yang dilengkapi representasi vertikal dalam buku IPA siswa terbitan Kemendikbud disajikan pada Gambar 2.5.

Selain disusun oleh molekul yang berbeda, sifat-sifat suatu materi yang berbeda juga dapat disebabkan oleh perbedaan susunan molekul-molekul dalam materi itu. Misalnya, kita ambil contoh kayu yang dibuat pensil dan pati dalam umbi kentang. Umbi kentang (contoh lainnya adalah umbi ketela pohon, talas, dan beras) mengandung pati atau amilum yang dapat kita makan dan merupakan sumber energi bagi tubuh. Pati disusun oleh molekul-molekul yang berantai panjang. Rantai panjang tersebut disusun oleh unit-unit molekul yang lebih sederhana yang disebut **glukosa**. Antara molekul glukosa yang satu dengan yang lainnya dihubungkan oleh ikatan glikosida (perhatikan Gambar 8.4). Ikatan glikosida adalah ikatan kimia yang terjadi antar molekul monosakarida atau gula sederhana.

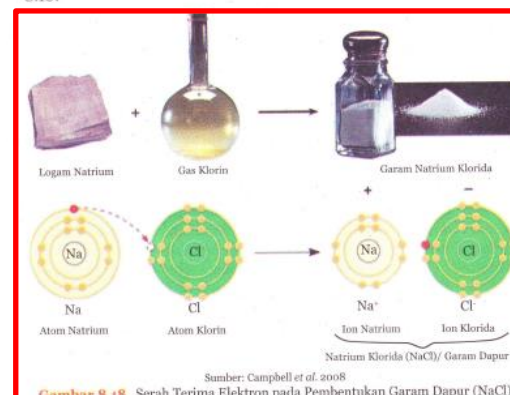


Molekul glukosa yang menyusun amilum tersusun dari atom C, H, dan O dengan perbandingan tertentu. Kayu yang digunakan untuk membuat pensil tersusun atas molekul selulosa yang juga mempunyai rantai panjang. Molekul panjang tersebut terdiri atas molekul-molekul glukosa yang sama seperti pada pati. Perhatikan Gambar 8.4. Apakah perbedaan antara molekul selulosa dengan pati (amilum)? Perhatikan ikatan antara dua molekul glukosanya! Selulosa dan amilum mempunyai molekul penyusun sama yaitu glukosa, tetapi jenis ikatan yang menghubungkan antar molekul glukosanya berbeda. Pada amilum, unit-unit glukosa dihubungkan melalui ikatan  $\alpha$ -1,4 glikosida. Pada selulosa, unit-unit glukosa dihubungkan melalui ikatan  $\beta$ -1,4 glikosida. Jenis ikatan ini, akan kamu pelajari pada jenjang pendidikan yang lebih tinggi.

lain adalah atom kalsium (Ca) yang mempunyai susunan elektron dalam atomnya K = 2, L = 8, M = 8, dan N = 2. Agar mempunyai 8 elektron pada kulit terluar maka kalsium (Ca) cenderung melepaskan dua elektron dari kulit N, sehingga menjadi ion  $\text{Ca}^{2+}$ .

Sebaliknya, atom klorin (Cl) mempunyai susunan elektron K = 2, L = 8, dan M = 7 (perhatikan Gambar 8.16c). Agar atom klorin (Cl) stabil, maka ditangkaph satu elektron dari atom lain agar kulit atom M terisi oleh 8 elektron. Atom klorin (Cl) yang menerima satu elektron akan kelebihan muatan negatif. Atom klorin (Cl) yang pada mulanya bersifat netral dengan 17 proton dan 17 elektron, jika menerima satu elektron dari luar maka akan menjadi bermuatan -1 atau ditulis  $\text{Cl}^-$ . Ion yang bermuatan negatif secara umum disebut **anion**.

Sebuah ion positif (kation) memiliki jumlah elektron lebih sedikit dibandingkan proton yang ada pada inti atom tersebut. Sebaliknya, ion negatif (anion) memiliki jumlah elektron lebih banyak dibandingkan protonnya. Dengan kata lain, atom yang melepaskan elektron akan menjadi ion yang bermuatan positif, sedangkan atom yang menerima elektron akan menjadi ion yang bermuatan negatif. Perhatikan Gambar 8.18!



**Gambar 2.5.** Contoh penyajian representasi vertikal dalam buku IPA siswa terbitan Kemendikbud pada topik partikel materi dan sifat bahan.

Berdasarkan Gambar 2.5 representasi vertikal dalam bentuk gambar untuk memvisualisasikan amilum pada kentang memiliki perbedaan jenis ikatan yang menghubungkan antara dua molekul glukosanya dengan selulosa pada kayu. Hal ini yang menyebabkan perbedaan sifat antara amilum dan selulosa. Pada pembentukan NaCl representasi vertikal level makro yakni gambar logam natrium, gas klorin, kristal NaCl; level sub mikro dari proses serah terima elektron; dan level simboliknya berupa Na dan Cl.

Contoh percobaan yang disajikan dalam buku IPA siswa terbitan Kemendikbud pada topik partikel materi dan sifat bahan disajikan pada Gambar 2.6.

**Ayo, Kita Lakukan**

**Aktivitas 8.1 Mengidentifikasi Perbedaan Zat dalam Benda dan Makhluk Hidup secara Sederhana**

**Apa yang kamu perlukan?**

1. Bulu unggas
2. Beberapa helai rambut
3. Sepotong daging
4. Plastik
5. Kayu
6. Kertas
7. Daun
8. Kain perca jenis katun
9. Karet ban atau bahan lain yang ada di sekitarmu
10. Pinset atau penjepit kayu
11. Gunting atau pisau
12. Pembakar spiritus

**Apa yang harus kamu lakukan?**

1. Buatlah kelompok yang beranggotakan 4-5 orang.
2. Potonglah kain perca yang bersih dan kering dengan ukuran 4×4 cm.
3. Jepit salah satu ujung kain tersebut dengan pinset.
4. Ciumlah bau atau aroma kain tersebut.
5. Nyalakan pembakar spiritus.
6. Bakarlah ujung kain dengan hati-hati.

**Ingat!** Berhati-hatilah dalam menggunakan pembakar spiritus! Jangan sampai pakaian atau badanmu terbakar!

7. Setelah ujung kain terbakar, segera matikan api pada ujung kain yang terbakar.
8. Ciumlah kembali bau kain sudah terbakar.

**Hati-hati!** Jangan membau baunya terlalu lama dan jangan terlalu dekat dengan hidung! Identifikasilah bau secara tidak langsung yaitu dengan mengibaskan tangan di atas bahan ke arah hidung!

9. Lakukan hal yang sama dengan hati-hati pada bahan-bahan lain yang kamu sediakan. Gunakan bahan dalam potongan kecil, ciumlah bau bahan sebelum dan sesudah terbakar.

10. Carilah unsur-unsur penyusun bahan yang sudah kamu siapkan di buku-buku yang terdapat di perpustakaan sekolah atau melalui internet.

**Label 8.1 Hasil Pengamatan Identifikasi Zat dalam Benda**

No.	Nama Bahan	Deskripsi Bau		Dugaan Zat yang Terkandung
		Sebelum Dibakar	Setelah Dibakar	

**Apa yang perlu kamu diskusikan?**

1. Apakah tiap-tiap benda jika dibakar menghasilkan bau yang berbeda-beda? Jika ya, jelaskan mengapa hal tersebut dapat terjadi?
2. Apakah bau rambut dan bau bulu unggas yang telah dibakar sama? Mengapa demikian?
3. Apakah bau kertas dan bau kayu yang telah dibakar sama? Apa unsur yang terkandung dalam bahan tersebut?
4. Apakah bau plastik dan bau daun yang telah dibakar sama? Apakah zat yang terkandung pada kedua bahan tersebut?

**Apa yang dapat kamu simpulkan?**  
Apa yang dapat kamu simpulkan dari aktivitas ini?

Setelah kamu melakukan Aktivitas 8.1, coba kamu pikirkan, mengapa benda-benda jika dibakar dapat menghasilkan bau yang berbeda-beda? Tahukah kamu bahwa ketika benda dibakar akan menyebabkan zat-zat yang terkandung di dalamnya berubah menjadi zat lain? Terbentuknya zat baru tersebut ditandai antara lain oleh warna dan bau yang berbeda. Dengan kata lain, bila bau yang kamu cium berbeda berarti kandungan zat yang ada dalam benda tersebut juga berbeda. Bahan-bahan yang berbeda terdiri atas senyawa-senyawa dan unsur yang juga berbeda.

Gambar 2.6. Contoh percobaan yang disajikan dalam buku IPA siswa terbitan Kemendikbud pada topik partikel materi dan sifat bahan.

Berdasarkan Gambar 2.6 diperoleh informasi bahwa dalam buku IPA siswa disajikan aktivitas siswa “Ayo, Kita Lakukan” mengenai percobaan untuk mengidentifikasi perbedaan zat dalam benda mati dan makhluk hidup melalui aroma dari bahan-bahan ketika sebelum dan setelah dibakar dan membuat sebuah

kesimpulan. Siswa diminta untuk menuliskan hasil pengamatan pada tabel, kegiatan ini dapat melatih literasi visual siswa yaitu berpikir visual.

Contoh soal latihan dalam buku IPA siswa terbitan Kemendikbud pada topik partikel materi dan sifat bahan disajikan pada Gambar 2.7.

Pada contoh-contoh senyawa yang telah kamu pelajari, tiap-tiap senyawa mempunyai rumus molekul tertentu. Rumus molekul menunjukkan jenis atom yang menyusun suatu molekul dan perbandingannya. Perhatikan Gambar 8.5! Molekul air ( $H_2O$ ) terdiri atas satu atom O dan dua atom H. Bila dua atom O mengikat dua atom H, maka akan terbentuk senyawa yang berbeda yaitu hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ). Fenomena itu menunjukkan bahwa perbandingan jumlah dan jenis atom dalam suatu molekul akan menghasilkan senyawa yang sifat dan jenisnya sangat berbeda.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat kamu pelajari bahwa bahan yang berbeda, tersusun oleh zat-zat yang berbeda. Zat-zat yang berbeda mempunyai perbedaan jumlah dan jenis atom penyusun. Sifat-sifat bahan yang berbeda, dapat disebabkan oleh perbedaan ikatan atau perbedaan struktur (susunan) molekul-molekul penyusunnya.

Bagaimana atom-atom dapat membentuk ikatan kimia dalam suatu molekul? Agar dapat menjawab pertanyaan tersebut kamu harus memahami dulu tentang atom dan partikel penyusunnya.

Sesuai dengan urutan jumlah elektron yang dapat menempati kulit K, L, dan M. Pada atom Ca yang mempunyai 20 elektron, kulit atom K dan L berturut-turut ditempati oleh 2 dan 8 elektron sehingga tersisa 10 elektron. Walaupun kulit M dapat ditempati 18 elektron, tetapi jumlah elektron yang tersisa hanya 10, maka sebanyak 8 elektron akan menempati kulit M terlebih dahulu dan 2 elektron akan menempati kulit N. Hal ini disebabkan penempatan 8 elektron pada kulit M dan 2 elektron pada kulit N lebih stabil dibandingkan penempatan 10 elektron sekaligus pada kulit M. Apabila jumlah elektron yang tersisa setelah K dan L lebih dari 18 elektron maka kulit atom M akan ditempati 18 elektron. Perhatikan contoh konfigurasi atom bromin dan krypton. Intinya, elektron akan berada pada setiap kulit hingga membentuk susunan yang paling stabil.

Setelah membaca Tabel 8.3, bersama kelompokmu coba jelaskan perbedaan antara model atom yang satu dengan yang lainnya! Coba kamu jelaskan menurut model atom Dalton bagaimana model molekul  $H_2O$ ,  $CO_2$ , dan  $CO$ ? Gambarkan juga model atom Dalton untuk molekul  $NO_2$ ,  $SO_2$ ,  $N_2$ , dan  $O_2$ . Apakah yang membedakan molekul yang satu dengan molekul lainnya?

Apakah kamu sudah memahami susunan (konfigurasi) elektron? Agar kamu lebih paham, coba kerjakan bersama kelompokmu untuk membuat konfigurasi elektron atom-atom: magnesium ( ${}_{12}Mg$ ), fosfor ( ${}_{15}P$ ), dan kalium ( ${}_{19}K$ ).

Gambar 2.7. Contoh soal latihan dalam buku IPA siswa terbitan Kemendikbud pada topik partikel materi dan sifat bahan.

Berdasarkan Gambar 2.7 diperoleh informasi bahwa representasi vertikal level submikro dalam bentuk gambar molekul  $H_2O$  dan  $H_2O_2$  menyajikan fenomena bahwa jika perbandingan jumlah dan jenis atom dalam suatu molekul menghasilkan senyawa yang jenisnya berbeda. Gambar yang disajikan dapat melatih literasi visual yaitu perbedaan visual. Kegiatan “Ayo, Kita Diskusikan” dapat melatih *HOTS* (C4) menganalisis dan literasi visual yaitu perbedaan visual.

## 2.6 *Pedagogical Content Knowledge*

Topik partikel materi dan sifat bahan diberikan kepada siswa untuk mencapai KD 3.8 menghubungkan konsep partikel materi (atom, ion, molekul), struktur zat sederhana dengan sifat bahan yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari, serta dampak penggunaannya terhadap kesehatan manusia dan 4.8 menyajikan hasil penyelidikan tentang sifat dan pemanfaatan bahan dalam kehidupan sehari-hari. Kata kerja operasional pada KD 3.8 yakni menghubungkan sehingga konsep-konsep mengenai atom, ion, dan molekul harus dipahami siswa agar dapat menghubungkan konsep-konsep tersebut. Oleh karena itu dalam proses pembelajarannya guru dituntut untuk memberikan pengalaman belajar siswa untuk menghubungkan konsep partikel materi. Pada masa pandemi *Covid 19* dibutuhkan alternatif sumber belajar untuk mendukung pembelajaran daring. *e-Book* interaktif dapat digunakan sebagai salah satu alternatif sumber belajar siswa pada masa pandemi *Covid 19* karena *e-Book* interaktif dapat dilengkapi gambar, video animasi, *hyperlink*, dan pertanyaan interaktif (Suwarno *et al.*, 2020).

Konsep pada topik partikel materi dan sifat bahan bersifat abstrak sehingga sulit jika hanya dibayangkan oleh siswa maka dalam pembelajarannya penyajian uraian materi dilengkapi dengan representasi vertikal pada level makro, submikro, dan simbolik. Salah satu contoh yang ditemui dalam kehidupan sehari-hari yakni pada besi dan arang yang tersusun atas partikel dasar berupa atom namun memiliki sifat yang berbeda. Besi dan arang dapat dilihat secara langsung namun partikel penyusun pada besi yang berupa atom Fe dan partikel penyusun pada arang yang berupa atom C tidak dapat terlihat sehingga dibutuhkan representasi vertikal untuk memvisualisasikannya.

Pembelajaran pada topik partikel materi dan sifat bahan juga didukung dengan penyajian video percobaan dan simulasi interaktif dari *PhET*. Paivio (1986) yang menyatakan informasi yang dikodekan dalam representasi visual dan verbal seperti gambar, akan lebih diingat daripada informasi yang hanya direpresentasikan dalam visual atau verbal saja. Setiap penyajian konsep selalu diawali dengan

fenomena dalam kehidupan sehari-hari dan dihubungkan dengan benda atau bahan yang mudah ditemui di lingkungan sehingga akan bermakna dan lebih mudah diingat oleh siswa. Sejalan dengan teori belajar bermakna Ausabel yang menyatakan bahwa belajar bermakna merupakan suatu proses mengaitkan informasi atau fenomena baru yang diperoleh pada konsep-konsep revelan yang terdapat dalam struktur pengetahuan yang dimiliki siswa (Dahar, 1989; Rahmah, 2013). Struktur pengetahuan berupa fakta, konsep, dan generalisasi yang telah dipelajari dan diingat oleh siswa. Dalam proses belajar, siswa mengkonstruksi apa yang telah dipelajari dan mengaitkan pengalaman, fenomena, dan fakta-fakta baru ke dalam struktur pengetahuannya (Rahmah, 2013).

## 2.6 Kerangka Pikir

Bahan ajar yang digunakan oleh siswa didominasi oleh buku IPA siswa kelas IX Kurikulum 2013 revisi yang diterbitkan oleh Kemendikbud tahun 2018, beberapa dilengkapi dengan bahan ajar dari internet, bahan ajar buatan guru, dan sangat sedikit yang menggunakan *e-Book*. Penyajian uraian materi pada topik partikel materi dan sifat bahan dalam buku IPA siswa yang diterbitkan oleh Kemendikbud tahun 2018 sudah dilengkapi dengan representasi vertikal pada level makro, submikro, dan simbolik. Representasi vertikal yang disajikan didominasi level simbolik. Konten yang disajikan dalam dalam buku IPA siswa yang diterbitkan oleh Kemendikbud tahun 2018 berupa visualisasi statis dan belum interaktif karena buku ini tersedia dalam bentuk cetak.

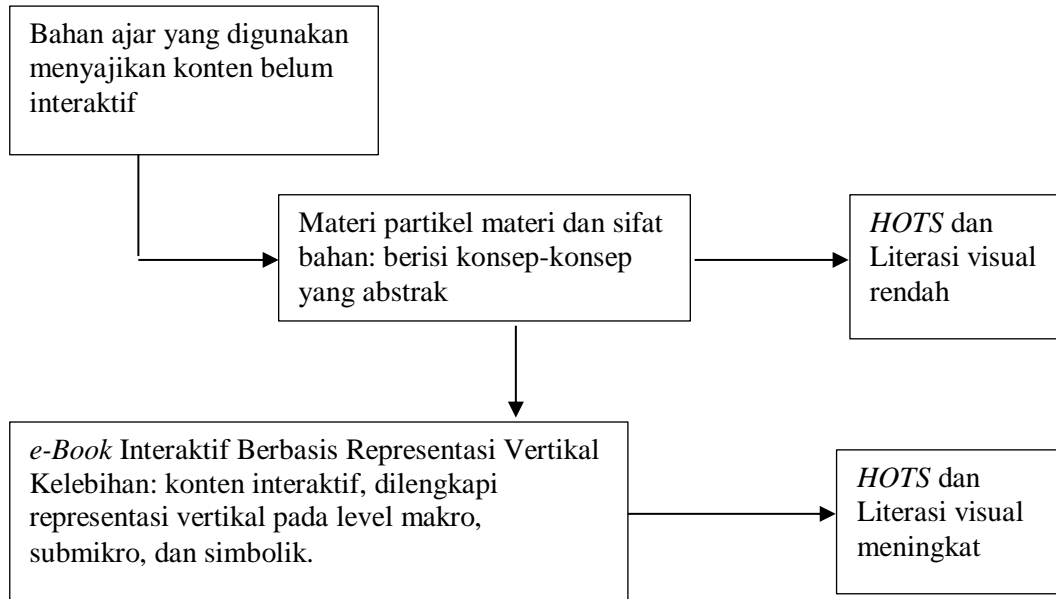
Konsep pada topik partikel materi dan sifat bahan bersifat abstrak, sehingga siswa kurang tertarik untuk mempelajarinya. Jika penyampaian materi oleh guru kurang tepat maka akan menimbulkan persepsi yang berbeda antar siswa. Kompetensi dasar yang harus dicapai siswa yakni mampu menghubungkan konsep partikel materi (atom, ion, molekul), struktur zat sederhana dengan sifat bahan yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari, serta dampak penggunaannya terhadap kesehatan manusia. Perlu menghadirkan representasi level makro, submikro, dan sim-

bolik yang dapat mengaitkan bahan dalam kehidupan dengan jenis partikel penyusunnya yang berupa atom, ion atau molekul.

Solusi untuk memfasilitasi pembelajaran sains yang bersifat abstrak yaitu dengan menghadirkan media pembelajaran yang inovatif dengan menggunakan bahan ajar *e-Book* interaktif. *e-Book* interaktif dapat memuat representasi vertikal pada level makro, submikro, dan simbolik yang memvisualisasikan topik partikel materi dan sifat bahan. Disajikan video percobaan dan simulasi interaktif *PhET* untuk menarik minat belajar dan memfasilitasi proses belajar siswa. Teknologi visualisasi interaktif dapat menjadi alat yang kuat untuk mendukung pembelajaran sains siswa, karena teknologi ini dapat membuat konsep yang tidak dapat diobservasi dapat terlihat oleh siswa.

Melalui simulasi interaktif membuat atom yang disajikan siswa dilatihkan untuk merancang struktur atom, mengetahui partikel dasar penyusun atom, mengidentifikasi hubungan nomor atom dengan jumlah proton, serta hubungan nomor massa dengan jumlah proton dan elektron dalam inti atom. Melalui simulasi interaktif membuat molekul dapat melatih siswa untuk membuat molekul dan mengetahui urutan terikatnya atom-atom pada suatu molekul. Materi dalam *e-Book* interaktif disajikan mengacu pada indikator *HOTS* menurut Anderson and Krathwohl (2001) dan literasi visual menurut Avgerinou (2009). Pada setiap bab disajikan soal evaluasi interaktif yang dapat memberikan umpan balik secara langsung kepada siswa. Soal interaktif dilengkapi dengan tombol navigasi yakni tombol cek jawaban, hapus jawaban dan penjelasan, sehingga dapat memfasilitasi siswa untuk belajar secara mandiri. Dengan demikian *e-Book* interaktif berbasis representasi vertikal pada topik partikel materi dan sifat bahan diyakini dapat meningkatkan *HOTS* dan literasi visual siswa. Skema kerangka pemikiran disajikan pada Gambar 2.8.





Gambar 2.8. Skema kerangka pemikiran pada penelitian.

## 2.7 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini yakni:

1. *e-Book* interaktif hasil pengembangan dapat meningkatkan *HOTS* siswa.
2. *e-Book* interaktif hasil pengembangan dapat meningkatkan literasi visual siswa.

### **III. METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Desain Penelitian**

Penelitian ini menggunakan desain *Research and Development (R&D)* menurut Borg and Gall (2003). Terdapat sepuluh langkah dalam pelaksanaan penelitian dan pengembangan yaitu: (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*).

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian dan pengembangan ini terbatas sampai pada tahap ke-7 yaitu penyempurnaan produk hasil uji coba luas. Produk yang dihasilkan dalam penelitian dan pengembangan ini adalah *e-Book* interaktif berbasis representasi vertikal pada topik partikel materi dan sifat bahan untuk meningkatkan *HOTS* dan literasi visual siswa.

#### **3.2 Sumber Data**

Pada tahap studi pendahuluan, sumber data adalah 10 guru IPA kelas IX SMP di kota Bandar Lampung dan 100 siswa kelas X SMA di kota Bandar Lampung dan Lampung Tengah. Sekolah SMP terdiri atas: 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 Kartika II-2 Bandar Lampung, dan SMP IT Permata Bunda Alawiyah Bandar Lampung. Sekolah SMA terdiri atas: SMAN 5 Bandar Lampung, SMAN 7 Bandar Lampung, SMAN 9 Bandar Lampung, SMAN 12 Bandar Lampung, SMA Yadika Bandar Lampung, SMA Perintis 1 Bandar Lampung, SMA Fransiskus Bandar Lampung, SMAN 1 Kota Gajah, SMAN 1 Seputih Raman, dan SMAN 1 Seputih Mataram. Responden siswa kelas X dipilih dengan pertimbangan bahwa siswa tersebut telah memperoleh pengalaman belajar topik partikel materi dan sifat bahan di kelas IX SMP.

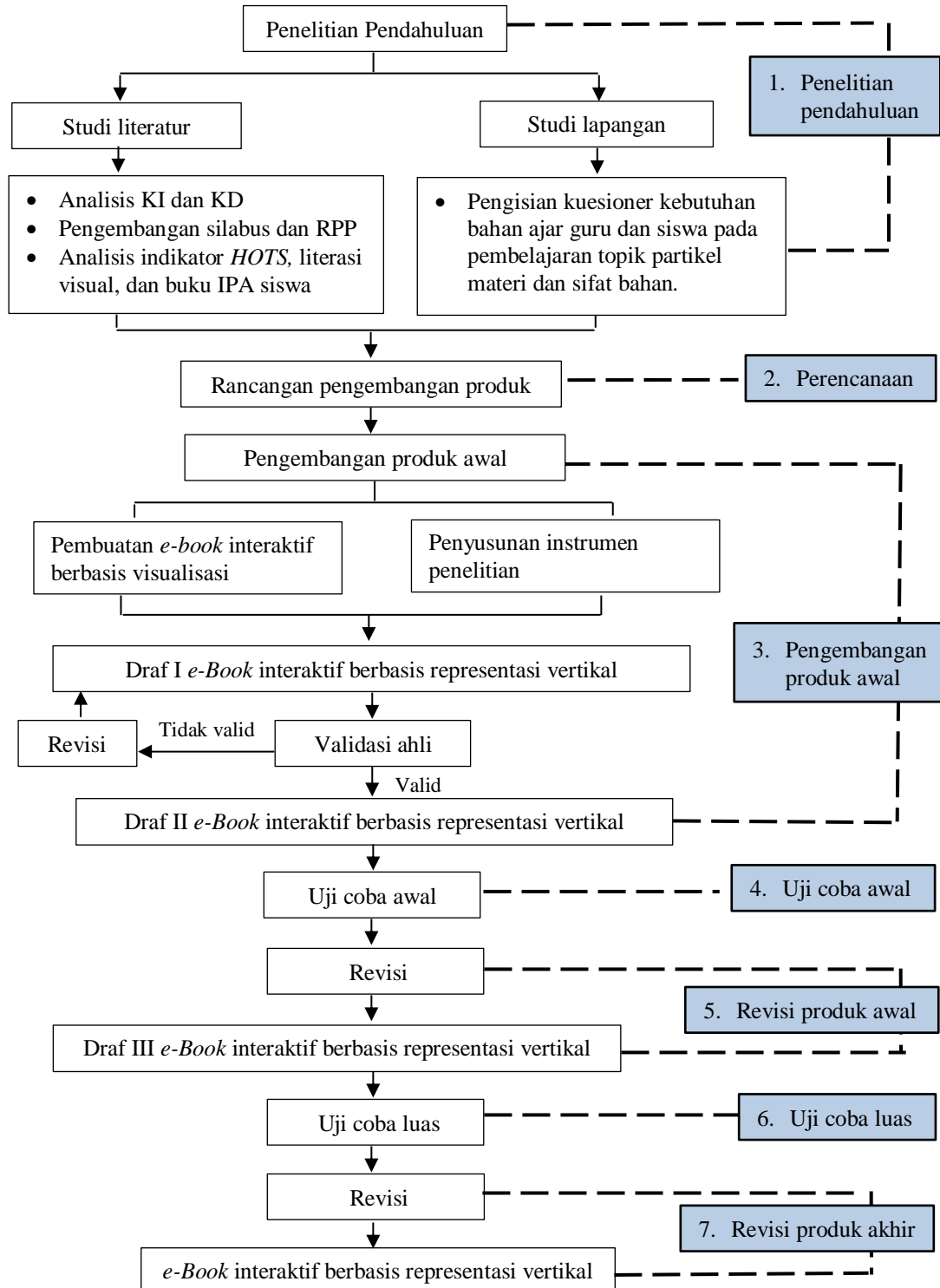
Pada tahap pengembangan produk awal, sumber data adalah 3 orang validator ahli terdiri atas ahli isi materi, konstruksi, dan bahasa serta 2 orang guru IPA. Pada tahap uji coba lapangan, sumber data adalah 10 siswa kelas X SMA dan 3 orang guru IPA SMP. Pada tahap uji coba luas sumber data adalah siswa kelas IX dan guru IPA di SMP Negeri 31 Bandar Lampung.

### **3.3 Teknik Pengumpulan Data**

Pada studi pendahuluan, pengumpulan data menggunakan lembar penilaian buku IPA, kuesioner kebutuhan bahan ajar guru, dan kuesioner kebutuhan bahan ajar siswa. Pada pengembangan produk awal, pengumpulan data menggunakan lembar validasi ahli terdiri atas lembar validasi ahli isi materi, konstruksi, dan bahasa. Pada uji coba terbatas, pengumpulan data menggunakan angket respon guru dan angket respon siswa. Pada uji coba luas, pengumpulan data menggunakan soal pretes dan postes, angket tanggapan guru, angket tanggapan siswa, lembar ketercapaian pembelajaran, dan lembar penilaian *e-Book* interaktif berbasis representasi vertikal hasil pengembangan.

### 3.4 Alur Penelitian

Adapun gambar alur penelitian pada penelitian ini disajikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Alur Pengembangan *e-Book* Interaktif Berbasis Representasi Vertikal

### 3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini terdiri dari 7 tahap diuraikan sebagai berikut.

#### 3.5.1 Tahap penelitian pendahuluan

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

##### 3.5.1.1 Studi literatur

Studi literatur dilakukan dengan cara analisis terhadap topik partikel materi yang meliputi analisis KI dan KD, pembuatan indikator pencapaian kompetensi, serta pengembangan silabus. Mengkaji teori dan hasil penelitian mengenai *e-Book* interaktif dari jurnal dalam dan luar negeri, pembelajaran berbasis representasi vertikal, indikator *HOTS*, dan indikator literasi visual. Mengkaji representasi vertikal dan soal evaluasi yang disajikan dalam buku IPA siswa kurikulum 2013 terbitan Kemendikbud tahun 2018. Hasil dari kajian studi literatur akan menjadi acuan dan landasan teoritis yang dapat memperkuat dalam pengembangan *e-Book* interaktif berbasis representasi vertikal.

##### 3.5.1.2 Studi lapangan

Studi lapangan dilakukan untuk mengumpulkan informasi mengenai bahan ajar yang digunakan oleh guru dan siswa dalam pembelajaran pada topik partikel materi dan sifat bahan, serta kebutuhan bahan ajar *e-Book* interaktif berbasis representasi vertikal. Studi lapangan dilakukan dengan memberikan kuesioner kepada 10 guru IPA kelas IX yang sudah pernah mengajarkan topik partikel materi dan sifat bahan serta 100 siswa kelas X di SMA di SMA di kota Bandar Lampung dan Lampung Tengah. Hasil yang diperoleh dari kuesioner guru dan siswa selanjutnya dianalisis kemudian dideskripsikan dalam bentuk persentase, dan diinterpretasikan secara kualitatif.

### 3.5.2 Tahap perencanaan produk

Pada tahapan perencanaan produk dilakukan penyusunan materi yang disajikan dalam *e-Book* interaktif berbasis representasi vertikal, penyusunan instrumen validasi ahli, angket tanggapan guru dan siswa. Komponen-komponen *e-Book* interaktif berbasis representasi vertikal pada topik partikel materi dan sifat bahan yang dikembangkan meliputi:

- Bagian pendahuluan meliputi *cover* depan, *author* dan undang-undang hak cipta, kata pengantar, daftar isi, petunjuk penggunaan *e-Book*, Kompetensi Dasar, dan indikator pencapaian kompetensi.
- Bagian isi meliputi uraian materi yang dilengkapi representasi vertikal level makro, submikro, dan simbolik, video, simulasi interaktif *PhET*, rangkuman, dan soal evaluasi interaktif.
- Bagian penutup meliputi daftar pustaka dan *cover* belakang.

Tabel 3.1. *Story board e-Book* interaktif berbasis representasi vertikal

Bab	Materi	Level Representasi Vertikal
I	Pendahuluan a. Bahan dalam kehidupan sehari-hari yang partikel dasarnya berupa atom Halaman 1 dan 2	<b>Makro, submikro, simbolik</b> Gambar pensil, dan gambar struktur grafit pada isi pensil
		Gambar panci dan partikel penyusunnya
	b. Bahan dalam kehidupan sehari-hari yang partikel dasarnya berupa ion Halaman 2 dan 3	<b>Makro, submikro, simbolik</b> Gambar garam dapur dan Struktur NaCl padat
		Gambar kemasan minuman isotonik
	c. Bahan dalam kehidupan sehari-hari yang partikel dasarnya berupa molekul Halaman 4 – 7	<b>Makro, submikro, simbolik</b> Gambar pompa nitrogen dan molekul N <sub>2</sub>
		Gambar segelas air dan molekul H <sub>2</sub> O
		Gambar lambung dan molekul HCl
		Gambar nasi, kentang, jagung, dan struktur amilum
		Gambar tisu, kertas, kayu pensil, dan struktur selulosa
		Gambar karet dan struktur poliisoprena
	Gambar kantung plastik dan struktur polietilena	
	a. Atom Bahan dalam kehidupan sehari-hari partikel dasarnya atom Halaman 12 dan 13	<b>Makro, submikro, simbolik</b> Gambar arang dan struktur grafit pada arang
		Gambar sebatang besi, panci aluminium dan partikel dasar penyusunnya
	b. Partikel penyusun atom Halaman 15	<b>Submikro dan simbolik</b> <i>PhET simulation (build an atom)</i>
	c. Lambang unsur Halaman 19	<b>Simbolik</b> Lambang unsur, rumus matematika nomor atom dan nomor massa

Tabel 3.1. Lanjutan

Bab	Materi	Level Representasi Vertikal
II	d. Isotop hidrogen Halaman 20	<b>Submikro dan simbolik</b> Isotop-isotop hidrogen
	e. Perkembangan teori atom Halaman 25-30	<b>Makro dan Submikro</b> Ilmuan pada perkembangan teori atom
		Model atom Dalton, model atom Thomson, model atom Rutherford, model atom Bohr, dan mekanika kuantum
		Isotop-isotop atom karbon
f. Konfigurasi elektron Halaman 31	Alat eksperimen dan hasil percobaan Rutherford	
	<b>Submikro dan simbolik</b> Gambar konfigurasi elektron He, O, Ne, Mg Tabel jumlah maksimum elektron pada tiap kulit	
III	Ion a. Minuman isotonik b. Pembentukan kation dan anion c. Perbedaan kation dan anion Halaman 36-38	<b>Makro, submikro, simbolik</b> Ion-ion pada minuman isotonik
	d. Bahan yang partikel dasarnya ion Halaman 40	<b>Makro, submikro, simbolik</b> Garam dapur, pupuk KCl, kapur tohor dan partikel penyusunnya.
	e. Pembentukan senyawa ion Halaman 42-45	<b>Makro, submikro, simbolik</b> Proses pembentukan senyawa ion NaCl
<b>Submikro dan simbolik</b> Proses pembentukan senyawa ion KCL Proses pembentukan senyawa ion CaO		
IV	Molekul a. Perbedaan molekul unsur dan molekul senyawa Halaman 46 dan 47	<b>Submikro dan simbolik</b> Gambar molekul O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, HCl. <i>PhET simulation (build a molecule)</i>
	b. Molekul diatomik dan poliatomik Halaman 49	<b>Submikro dan simbolik</b> Gambar molekul H <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , P <sub>4</sub> , S <sub>8</sub>
	c. Molekul senyawa sederhana Halaman 51	<b>Makro, submikro, simbolik</b> Alkohol dan molekul C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH; asam cuka dan molekul CH <sub>3</sub> COOH; Gula dan molekul C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub>
		<b>Submikro dan simbolik</b> Gambar molekul senyawa sederhana H <sub>2</sub> O, HCl, CO <sub>2</sub> , CO, NH <sub>4</sub> , CH <sub>3</sub>
	d. Pembentukan ikatan pada molekul Halaman 54-58	<b>Submikro dan simbolik</b> Gambar penggunaan sepasang elektron pada molekul H <sub>2</sub>
Gambar penggunaan bersama dua pasang elektron pada molekul O <sub>2</sub>		
Gambar penggunaan bersama tiga pasang elektron pada molekul N <sub>2</sub>		
e. Polimer Halaman 56-58	<b>Makro, submikro, dan simbolik</b> Gambar nasi, struktur amilum dan glukosa	
	Gambar tisu, struktur selulosa dan glukosa	
	Gambar karet, struktur poliisoprena, dan struktur isoprena	

Tabel 3.1. Lanjutan

Bab	Materi	Level Representasi Vertikal
		Gambar wajan anti lengket dan struktur teflon
		Gambar kantong plastik, struktur polietilena dan etilena
		Gambar kemasan styrofoam mi instan, struktur polistirena dan stirena
V	Struktur dan sifat bahan a. Struktur dan sifat bahan berdasarkan jenis partikel penyusun Halaman 59-62	<b>Makro, submikro, simbolik</b> Gambar: sebotol air dan molekul $H_2O$ ; hidrogen peroksida dan molekul $H_2O_2$
		Gambar kabel tembaga dan partikel penyusunnya yaitu atom Cu; pelapis kabel dan struktur PVC
		<b>Submikro dan simbolik</b> Gambar penampang lintang kristal logam
		<b>Makro</b> Gambar panci aluminium dan spatula
		Gambar peralatan rumah tangga dan perhiasan logam
	b. Perbedaan sifat bahan berdasarkan wujudnya Halaman 62-63	<b>Submikro</b> Tabel titik didih dan titik leleh
		Gambar ikatan kristal NaCl, air, dan gas oksigen
	c. Struktur dan sifat bahan berdasarkan perbedaan susunan atom penyusunnya Halaman 64-66	<b>Makro, submikro, simbolik</b> Gambar intan dan struktur intan; gambar pensil dan struktur grafit
		Gambar grafit sebagai katode pada baterai
	d. Struktur dan sifat bahan berdasarkan perbedaan ikatan antar molekulnya Halaman 66	<b>Makro, submikro, simbolik</b> Jagung dan struktur amilum; kursi kayu dan struktur selulosa
	e. Sifat fisika Halaman 68	<b>Makro dan submikro</b> Gambar: es dan struktur ikatan molekul $H_2O$ ; air struktur ikatan molekul $H_2O$ ; uap air dan partikel penyusunnya.
	f. Kerapatan Halaman 70-71	<b>Makro, submikro, simbolik</b> Gambar anting emas, air, gas oksigen beserta gambar submikro masing-masing partikel penyusunnya
		<b>Submikro</b> Tabel massa jenis beberapa zat
g. Kekerasan Halaman 71-73	<b>Submikro</b> Tabel kekerasan zat, gambar menara Eifel, medali perunggu, dan gamelan dari bahan perunggu.	
h. Elastitas Halaman 73-74	<b>Makro</b> Gambar karet, gelas kaca, batu kerikil	
	<b>Makro dan submikro</b> Gambar karet dan struktur karet alam	
i. Kemagnetan Halaman 74-75	<b>Makro</b> Gambar botol plastik, paku besi, semdok kayu, dan tarikan magnet terhadap paku	
j. Titik didih Halaman 75	<b>Makro</b> Air mendidih	



Tabel 3.1. Lanjutan

Bab	Materi	Level Representasi Vertikal
	k. Viskositas Halaman 76	<b>Makro</b> Gambar oli dan madu
	l. Titik leleh Halaman 77-78	<b>Makro</b> Peralatan masak yang terbuat dari bahan aluminium. Kerajinan kaca tiup dan las besi <b>Submikro</b> Tabel titik leleh logam, plastik, kaca
	m. Sifat kimia Halaman 78	<b>Makro</b> Gambar telur mentah dan telur rebus
	n. Kestabilan Halaman 79-80	<b>Makro</b> Gambar : sendok stainless dan sendok; berkarat; styrofoam; gelas plastik; waktu yang dibutuhkan sampah plastik terurai

Tabel 3.2. Indikator pencapaian kompetensi pada *e-book* interaktif berdasarkan indikator *HOTS* yang dilatihkan

No	Indikator Pencapaian Kompetensi	Indikator <i>HOTS</i>
1	Membedakan partikel dasar penyusun bahan dalam kehidupan sehari-hari berdasarkan representasi vertikal yakni makro, submikro, dan simbolik melalui gambar.	Mengevaluasi
2	Merancang sepuluh contoh atom menggunakan aplikasi simulasi interaktif	Mencipta
3	Merancang molekul menggunakan aplikasi simulasi interaktif <i>PhET</i>	Mencipta
4	Membedakan struktur dan sifat bahan berdasarkan partikel-partikel penyusunnya berdasarkan representasi vertikal makro, submikro, dan simbolik melalui gambar	Mengevaluasi
5	Membedakan struktur dan sifat bahan berdasarkan perbedaan ikatan atau perbedaan susunan atom atau molekul-molekul penyusunnya berdasarkan representasi vertikal makro dan submikro, dan simbolik melalui gambar.	Mengevaluasi
6	Menghubungkan sifat fisika dan kimia bahan dengan manfaatnya dalam kehidupan sehari-hari.	Menganalisis

Tabel 3.3. Indikator pencapaian kompetensi pada *e-Book* interaktif berdasarkan indikator literasi visual yang dilatihkan

No	Indikator Pencapaian Kompetensi	Indikator <i>LV</i>
1	Menjelaskan muatan-muatan pada subatomik yakni elektron, proton, dan neutron melalui gambar subatomik dari atom helium dan karbon	Berpikir visual
2	Membedakan kation dan anion berdasarkan representasi vertikal submikro melalui gambar	Penalaran visual
3	Memilih benda dalam kehidupan sehari-hari yang serupa dengan gambar struktur Kristal NaCl.	Asosiasi visual
4	Membedakan molekul unsur dan molekul senyawa berdasarkan representasi vertikal submikro melalui gambar.	Perbedaan visual
5	Memilih benda atau bahan dalam kehidupan sehari-hari yang serupa dengan gambar molekul H <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , dan N <sub>2</sub> .	Asosiasi visual

### 3.5.3 Tahap pengembangan produk awal

Produk awal berupa draf yang sudah disusun dengan lengkap beserta komponen-komponen yang terdapat dalam draf tersebut. *e-Book* interaktif berbasis representasi vertikal yang dikembangkan, kemudian divalidasi oleh validator. Validasi dilakukan oleh validator ahli materi atau bidang pendidikan IPA dan *e-Book* interaktif. Validasi dilakukan oleh 3 orang ahli dan 2 orang praktisi untuk mengetahui bahwa *e-Book* interaktif berbasis representasi vertikal yang dikembangkan untuk meningkatkan *HOTS* dan literasi visual siswa sudah benar. Penilaian validator meliputi penilaian aspek kesesuaian isi, konstruksi, dan bahasa. Setelah divalidasi, direvisi sesuai dengan saran yang diberikan oleh validator ahli. Produk hasil revisi digunakan pada tahap uji coba lapangan.

Tabel 3.4. Indikator *HOTS* (Anderson and Krathwohl, 2001) dalam *e-Book* interaktif berbasis representasi vertikal

No	Indikator	Kata Kunci
1	<i>Analyzing</i> (analisis)	Mengkaji, membandingkan, mengkontraskan, membedakan, melakukan diskriminasi, memisahkan, menguji, melakukan eksperimen, mempertanyakan.
2	<i>Evaluating</i> (evaluasi)	Memberi argumentasi, mempertahankan, menyatakan, memilih, memberi dukungan, memberi penilaian, melakukan evaluasi.
3	<i>Creating</i> (penciptaan)	Merakit, mengubah, membangun, mencipta, merancang, mendirikan, merumuskan, menulis

Tabel 3.5. Indikator literasi visual (Avgerinou, 2009) dalam *e-Book* interaktif berbasis representasi vertikal

No	Indikator	Kata Kunci
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	Perbedaan visual	Kemampuan membedakan dua atau lebih bentuk visual
4	Asosiasi visual	Kemampuan menghubungkan bentuk-bentuk visual yang menampilkan kesatuan tema

### 3.5.4 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 SMP dan 10 siswa SMA kelas X. Pada tahap ini guru dan siswa diberikan produk awal yang telah dibuat dan angket.

### 3.5.5 Revisi hasil uji coba

Revisi hasil uji coba dilakukan berdasarkan tanggapan guru dan siswa. Produk hasil revisi digunakan pada tahap uji coba luas.

### 3.5.6 Tahap implementasi

Pada tahap ini dilakukan uji coba luas, tujuannya untuk menentukan keefektifan *e-Book* interaktif berbasis representasi vertikal untuk meningkatkan *HOTS* dan literasi visual siswa. Produk hasil pengembangan diujikan pada siswa kelas IX, terdiri atas 2 kelas yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Teknik pengambilan sampel yang digunakan yaitu *purposive sampling*. *Purposive sampling* merupakan teknik pengambilan sampel yang didasarkan pada informasi mengenai keadaan populasi sebelumnya dimana peneliti berasumsi bahwa ahli yang mengetahui keadaan sampel dan populasi dapat menggunakan pengetahuan mereka untuk mengetahui apakah sampel yang diambil itu representatif atau tidak (Fraenkel *et al.*, 2012). Dalam pengambilan sampel peneliti meminta bantuan guru IPA kelas IX untuk memperoleh informasi mengenai karakteristik siswa di sekolah tersebut untuk menentukan kelas kontrol dan kelas eksperimen, sehingga diperoleh 2 kelas sebagai sampel penelitian. Sampel dipilih karena ketersediaan sarana yang dapat mendukung penelitian. Metode penelitian yang digunakan adalah kuasi eksperimen, *the matching only pretest-posttest control group design* (Fraenkel *et al.*, 2012) disajikan pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6. Metode Penelitian

<b>Kelas</b>	<b>Pretes</b>	<b>Perlakuan</b>	<b>Postes</b>
Kelas Eksperimen	O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>
Kelas Kontrol	O <sub>3</sub>	C	O <sub>4</sub>

(Fraenkel *et al.*, 2012)

Keterangan :

O<sub>1</sub> : Kelas eksperimen diberi pretesO<sub>2</sub> : Kelas eksperimen diberi postesO<sub>3</sub> : Kelas kontrol diberi pretesO<sub>4</sub> : Kelas kontrol diberi postesX : Pembelajaran IPA dengan menggunakan *e-Book* interaktif

C : Pembelajaran IPA dengan menggunakan buku dari Kemendikbud

Pada kelas eksperimen kelas kontrol diberikan pretes (O<sub>1</sub>, O<sub>3</sub>) untuk mengetahui kemampuan awal siswa di kedua kelas. Pada tahap implementasi pembelajaran dilakukan secara *online* menggunakan *Google Classroom*. Pada kelas eksperimen diterapkan pembelajaran IPA pada topik partikel materi dan sifat bahan menggunakan *e-Book* interaktif berbasis representasi vertikal. Pada kelas kontrol diterapkan pembelajaran IPA pada topik partikel materi dan sifat bahan menggunakan buku IPA siswa kurikulum 2013 yang diterbitkan oleh Kemendikbud tahun 2018. Setelah dilakukan pembelajaran, kelas eksperimen dan kelas kontrol diberi postes (O<sub>2</sub>, O<sub>4</sub>). Pada tahap akhir uji coba luas, guru dan siswa diberikan angket untuk mengukur tanggapan guru dan siswa pada kemenarikan, kebermanfaatan, dan keterbacaan terhadap *e-Book* interaktif yang telah digunakan dalam proses pembelajaran.

### 3.5.7 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 vertikal.

### 3.6 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:

#### 3.6.1 Instrumen studi pendahuluan

Instrumen yang digunakan pada studi pendahuluan meliputi lembar penilaian buku IPA siswa, kuesioner guru dan kuesioner siswa. Lembar penilaian buku IPA siswa digunakan untuk memperoleh informasi mengenai jenis representasi vertikal dan soal evaluasi yang disajikan dalam buku IPA siswa. Kuesioner guru dan siswa digunakan untuk memperoleh informasi mengenai buku yang digunakan oleh beberapa sekolah yang bersangkutan pada pembelajaran topik partikel materi dan sifat bahan.

##### 3.6.1.1 Lembar penilaian buku IPA siswa

Lembar penilaian buku IPA siswa digunakan untuk mengetahui jenis representasi vertikal dan soal evaluasi yang disajikan pada buku IPA siswa kelas IX terbitan Kemendikbud tahun 2018.

##### 3.6.1.2 Kuesioner guru

Kuesioner guru digunakan untuk mengungkap fakta-fakta di lapangan terkait (1) jenis bahan ajar yang digunakan pada topik partikel materi dan sifat bahan; (2) jenis representasi vertikal yang disajikan pada *e-Book* yang digunakan; (3) *e-Book* seperti apa yang diharapkan sebagai bahan ajar pada topik partikel materi dan sifat bahan; (4) perlu atau tidak dilakukan pengembangan *e-Book* interaktif berbasis representasi vertikal pada topik partikel dan sifat bahan materi untuk meningkatkan *HOTS* dan literasi visual.

##### 3.6.1.3 Kuesioner siswa

Kuesioner siswa digunakan untuk mengungkap fakta-fakta di lapangan terkait (1) jenis bahan ajar yang digunakan pada topik partikel materi dan sifat bahan; (2)

perlu atau tidak dilakukan pengembangan *e-Book* interaktif berbasis representasi vertikal untuk meningkatkan *HOTS* dan literasi visual

### **3.6.2 Instrumen validasi ahli**

Instrumen yang digunakan pada validasi ahli meliputi instrumen aspek kesesuaian isi, konstruksi, dan bahasa. Instrumen berbentuk kuesioner. Hasil dari validasi dijadikan sebagai masukan dalam revisi *e-Book* interaktif yang dikembangkan.

#### **3.6.2.1 Instrumen aspek kesesuaian isi**

Instrumen disusun untuk mengukur kesesuaian isi *e-Book* interaktif dengan kompetensi inti (KI), kompetensi dasar (KD), indikator, materi, serta kesesuaian urutan materi dengan indikator.

#### **3.6.2.2 Instrumen aspek konstruksi**

Instrumen disusun untuk mengukur apakah konstruk *e-Book* interaktif berbasis representasi vertikal telah sesuai dengan format *e-Book* yang ideal.

#### **3.6.2.3 Instrumen aspek bahasa**

Instrumen disusun untuk mengetahui apakah penggunaan bahasa sudah sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar; penggunaan kalimat mudah dipahami; variasi ukuran huruf dan bentuk huruf (*font*); perpaduan warna; kualitas gambar; serta penulisan keterangan gambar dan tabel.

### **3.6.3 Instrumen pada uji coba lapangan awal**

Instrumen berupa angket untuk mengukur tanggapan guru dan siswa terhadap aspek kemenarikan, kebermanfaatan, dan keterbacaan pada *e-Book* interaktif berbasis representasi vertikal hasil pengembangan.

### **3.6.4 Instrumen pada tahap implementasi produk**

Instrumen pada tahap implementasi produk berupa soal tes, angket tanggapan guru, angket tanggapan siswa, dan lembar penilaian keterlaksanaan pembelajaran. Soal pretes dan postes untuk mengukur *HOTS* dan literasi visual siswa. Sebelum

instrumen tes digunakan dalam penelitian divalidasi oleh ahli yang relevan dan diujicoba pada kelas diluar sampel penelitian untuk menganalisis validitas.

Tabel 3.7. Instrumen Penelitian dan Pengembangan *e-Book* Interaktif

No	Data	Instrumen	Statistik	Metode
1	Analisis kebutuhan <i>e-Book</i>	Kuesioner guru	Deskriptif	Survei
		Kuesioner siswa	Kualitatif	Survei
		Lembar penilaian buku IPA	Kualitatif	Survei
2	Validasi ahli isi	Kuesioner ahli	Kualitatif	Uji ahli
3	Validasi kontruksi	Kuesioner ahli	Kualitatif	Uji ahli
4	Validasi keterbacaan	Kuesioner ahli	Kualitatif	Uji ahli
5	Validasi kemenarikan	Kuesioner ahli	Kualitatif	Uji ahli
6	Respon guru	Angket tanggapan guru	Kualitatif	Survei
7	Respon siswa	Angket tanggapan siswa	Kualitatif	Survei
8	Implementasi produk	Soal pretes	Kuantitatif	Tes
		Soal postes	Kuantitatif	Tes
	Respon guru	Angket tanggapan guru	Kualitatif	Survei
	Respon siswa	Angket tanggapan siswa	Kualitatif	Survei
	Ketercapaian pembelajaran	Lembar penilaian keterlaksanaan RPP	Kualitatif	Survei

### 3.7 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data meliputi: (1) analisis data studi pendahuluan; (2) data angket hasil validasi ahli, tanggapan guru, dan tanggapan siswa; (3) analisis data uji validitas dan reliabilitas soal pretes dan postes; (4) analisis data skor pretes dan postes; (5) pengujian hipotesis.

#### 3.7.1 Analisis data studi pendahuluan

Hasil data studi pendahuluan dianalisis dengan cara:

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

- c. Menghitung persentase jawaban kuesioner guru dan siswa, bertujuan untuk melihat besarnya persentase jawaban dari setiap pertanyaan sehingga data yang diperoleh dapat dianalisis sebagai temuan. Rumus yang digunakan yaitu:

$$\%J_{in} = \frac{\sum J_i}{N} \times 100 \% \quad \text{Sudjana, (2005)}$$

Keterangan :

%J<sub>in</sub> = Persentase pilihan jawaban-i

ΣJ<sub>i</sub> = Jumlah responden yang menjawab jawaban-i

N = Jumlah seluruh responden (Sudjana, 2005).

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

### 3.7.2 Analisis data angket

Adapun kegiatan dalam teknik analisis data angket validasi ahli serta tanggapan guru dan siswa pada *e-Book* berbasis representasi vertikal dilakukan dengan cara:

- Mengklasifikasi data, bertujuan untuk mengelompokkan jawaban berdasarkan pertanyaan pada angket.
- Melakukan tabulasi data berdasarkan klasifikasi yang dibuat bertujuan untuk memberikan gambaran frekuensi dan kecenderungan dari setiap jawaban berdasarkan pertanyaan angket dan banyaknya responden.
- 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 ( $\sum S$ ) jawaban angket adalah sebagai berikut:
- Skor untuk pernyataan Sangat Setuju (SS)  
Skor = 5 × jumlah responden
  - 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)
  - 5) Skor = 2 × jumlah reponden
  - 6) 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 vertikal

$\sum S$  = Jumlah skor jawaban

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

- f. Menghitung rata-rata persentase jawaban setiap angket 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 ahli 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

### 3.7.3 Analisis data uji validitas dan reliabilitas soal pretes dan postes

Uji validitas dan reliabilitas instrumen tes *HOTS* dan literasi visual dilakukan sebelum soal digunakan pada pretes dan postes. Instrumen tes *HOTS* dan literasi visual siswa diujicobakan pada siswa diluar sampel penelitian. Validitas empiris instrumen *HOTS* dan literasi visual siswa dihitung menggunakan program SPSS 26. Instrumen tes dapat dikatakan valid jika  $r_{hitung} > r_{tabel}$ . Penafsiran makna korelasi validitas butir soal menggunakan makna koefisien korelasi *product moment* menurut berdasarkan tafsiran Arikunto (2010) disajikan pada Tabel 3.11.

Tabel 3.11. Interpretasi Koefisien Korelasi *Product Moment*

Angka Korelasi	Makna
0,80 – 100	Sangat tinggi
0,60 – 0,80	Tinggi
0,40 – 0,60	Cukup
0,20 – 0,40	Rendah
0,00 – 0,20	Sangat rendah

Uji reliabilitas dalam penelitaian ini menggunakan program SPSS 26. Instrumen tes dapat dikatan reliabel jika  $Alpha\ Cornbach > r_{tabel}$ . Kriteria derajat reliabilitas ( $r_{11}$ ) menurut Guilford (dalam Rosidin, 2017) adalah sebagai berikut:

$0,90 < r_{11} \leq 1,00$ ; derajat reliabilitas sangat tinggi

$0,70 < r_{11} \leq 0,90$ ; derajat reliabilitas tinggi

$0,40 < r_{11} \leq 0,70$ ; derajat reliabilitas sedang

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

$0,00 < r_{11} \leq 0,20$ ; derajat reliabilitas sangat rendah

### 3.7.4 Analisis data skor pretes dan postes

Kemampuan *HOTS* dan literasi visual siswa diukur dengan menggunakan soal pretes dan postes yang sebelumnya telah diuji validitas dan reliabilitasnya. Berikut ini prosedur analisis data *HOTS* dan literasi visual 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 *HOTS* dan literasi visual siswa pada topik partikel materi dan sifat bahan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Menurut Hake (1999) besarnya peningkatan dihitung dengan rumus *n-gain* yaitu:

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

c. Menentukan kriteria *n-gain*

Setelah diperoleh *n-gain* kemudian menentukan kriteria *n-gain* menurut Hake (1999). Kriterianya sebagai berikut:

$n\text{-gain} > 0,7$  kriterianya “tinggi”

$0,3 < n\text{-gain} \leq 0,7$  kriterianya “sedang”

$n\text{-gain} \leq 0,3$  kriterianya “rendah”

### 3.7.5 Effect Size

Besarnya dampak penggunaan *e-Book* interaktif berbasis representasi vertikal pada topik partikel materi 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:

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

Dimana:

$$\text{Cohen's } d = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_g} \quad S_g = \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Keterangan:

$\bar{X}_1$  = rata-rata postes eksperimen

$\bar{X}_2$  = rata-rata 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 yang disajikan pada Tabel 3.12.

Tabel 3.12. Interpretasi *Effect Size*

<i>Cohen's Standars</i>	<i>Effect Size</i>
<i>Large</i>	0,6-2,0
<i>Medium</i>	0,3-0,5
<i>Small</i>	0,0-0,2

Cohen, (1988)

### 3.7.6 Pengujian hipotesis

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

#### 3.7.6.1 Uji normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah kedua sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal atau tidak. Rumusan hipotesis pada pengujian ini 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 26 dengan kriteria uji jika nilai signifikansi  $\geq 0,05$  maka data tersebut berdistribusi normal (terima  $H_0$ ).

#### 3.7.6.2 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.

Uji normalitas menggunakan SPSS 26 dengan kriteria uji apabila nilai signifikansi  $\geq 0,05$  maka data tersebut berasal dari varians yang homogen.

### 3.7.6.3 Uji persamaan dua rata-rata

Uji persamaan dua rata-rata digunakan untuk memperoleh informasi apakah kemampuan *HOTS* 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 (*HOTS*)

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

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

Keterangan :

$\mu_1$  : Rata-rata nilai pretes *HOTS* di kelas eksperimen

$\mu_2$  : Rata-rata nilai pretes *HOTS* 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 :

$\mu_1$  : Rata-rata nilai pretes literasi visual di kelas eksperimen

$\mu_2$  : 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 *HOTS* dan literasi visual siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol (terima  $H_0$ ).

### 3.7.6.4 Uji perbedaan dua rata-rata

Uji perbedaan dua rata-rata *n-gain* menggunakan program SPSS 26 dengan uji *independent sampel t-test*. Kriteria uji terima  $H_0$  jika nilai signifikansinya  $< 0,05$ . Uji ini dilakukan untuk mengetahui apakah rata-rata *n-gain HOTS* dan literasi visual siswa di kelas eksperimen berbeda secara signifikan dengan rata-rata *n-gain HOTS* dan literasi visual siswa di kelas kontrol. Rumusan hipotesisnya yakni:

Hipotesis 1 (*HOTS*)

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

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

Keterangan:

$\mu_1$  : Rata-rata *n-gain HOTS* di kelas eksperimen

$\mu_2$  : Rata-rata *n-gain HOTS* 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:

$\mu_1$  : Rata-rata *n-gain* literasi visual di kelas eksperimen.

$\mu_2$  : Rata-rata *n-gain* literasi visual di kelas kontrol.

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan maka diperoleh simpulan sebagai berikut:

1. *e-Book* interaktif hasil pengembangan memiliki karakteristik yakni berbasis representasi vertikal, interaktif, dan isi materi mengacu pada indikator *HOTS* dan literasi visual. *e-Book* interaktif hasil pengembangan dilengkapi a) representasi vertikal pada level makro, submikro, dan simbolik; b) video percobaan dan simulasi interaktif; c) soal interaktif yang dapat memberikan umpan balik.
2. *e-Book* interaktif berbasis representasi vertikal dinyatakan efektif dalam meningkatkan *HOTS*. Hal ini ditinjau dari persentase *n-gain HOTS* kelas eksperimen yang didominasi kriteria “sedang” sebesar 75%. Nilai *effect size HOTS* sebesar 0,83 yang menunjukkan bahwa pembelajaran dengan menggunakan *e-Book* interaktif berbasis representasi vertikal memiliki pengaruh “besar” dalam meningkatkan *HOTS* siswa.
3. *e-Book* interaktif berbasis representasi vertikal dinyatakan efektif dalam meningkatkan literasi visual siswa. Hal ini ditinjau dari persentase *n-gain* literasi visual sebesar yang didominasi kriteria sedang sebesar 87,5%. Nilai *effect size* literasi visual sebesar 0,85 yang menunjukkan bahwa pembelajaran dengan menggunakan *e-Book* interaktif berbasis representasi vertikal memiliki pengaruh “besar” dalam meningkatkan literasi visual siswa.
4. *e-Book* interaktif hasil pengembangan dinyatakan menarik (93,43%), bermanfaat (94,70 %), dan mudah dipahami (94,06%) berdasarkan hasil tanggapan guru dan siswa berdasarkan implementasi *e-Book* interaktif yang digunakan untuk mempelajari topik partikel materi dan sifat bahan.

## 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, adapun saran peneliti yakni sebagai berikut:

1. Peneliti menyarankan jika ingin mengembangkan *e-Book* interaktif berbasis representasi vertikal pada topik partikel materi dan sifat bahan, sebaiknya memperhatikan ketersediaan sarana dan prasarana yang dibutuhkan siswa dalam menggunakan *e-Book* interaktif yang dikembangkan ini seperti komputer, laptop atau *smart-phone* dan koneksi internet. Hal ini dilakukan untuk meminimalisir kendala dalam pelaksanaan pembelajaran.
2. Peneliti menyarankan jika ingin mengembangkan *e-Book* interaktif berbasis representasi vertikal lebih lanjut, sebaiknya menyediakan lebih banyak bentuk representasi vertikal agar semakin menunjang peningkatan *HOTS* dan literasi visual serta pada implementasinya memperhatikan alokasi waktu dengan baik.
3. Peneliti menyarankan jika ingin mengembangkan *e-Book* interaktif berbasis representasi vertikal pada topik partikel materi dan sifat bahan lebih lanjut, sebaiknya memilih aplikasi lain untuk membuat *e-Book* interaktif yang dapat memfasilitasi siswa untuk membuat gambar secara manual. Kekurangan dari aplikasi yang digunakan dalam pengembangan *e-Book* interaktif yakni tidak bisa membuat gambar secara manual pada kotak jawaban.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A. H., Mokhtar, M., Halim, N. D., Ali, D. F., Tahir, L. M., and Kohar, U. H. A. 2017. Mathematics Teachers' Level of Knowledge and Practice on the Implementation of Higher Order Thinking Skills (HOTS). *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*. 13(1). 3-17.
- Abdurrahman. 2015. *Guru Sains Sebagai Inovator*. Yogyakarta. Media Akademi.
- Adadan, E. 2012. Using Multiple Representation to Promote Grade 11 Students' Scientific Understanding of The Particle Theory of Matter. *Research in Science Education*. 43(3): 1079-1105.
- Adaval, R., Saluja, G., and Jiyang, Y. 2019. Seeing and Thinking in Pictures: A Review of Visual Information Processing. *Consumer Psychology Review*. 2(1). 50-69.
- Al-Masaqbeh, I. and Al Shurman, M. 2015. The Adoption of Tablet and E-textbook: First Grade Corecurriculum and school administration attitude. *Journal of Education and Practice*. 21(6). 188-194.
- Anderson, L. W. and Krathwohl, D. R. 2001. *A Taxonomy of Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.
- Arikunto. 2010. *Dasar-dasar evaluasi pendidikan edisi revisi*. Jakarta. Bumi Aksara.
- Arikunto, S. 2013. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta. Rienka Cipta.
- Avgerinou, M. D. 2009. Re-Reviewing Visual Literacy in "Bain d' Images Era. *Tech Trends*. 53(2). 28-34.
- Baldwin, A. A. 2015. Developing an Interactive Textbook Using iBook Authors. *Federation of Business Disciplines Journal*. 3. 1-12.
- Bowen, G.M. and Roth, W.M. 2005. Data and Graph Interpretation Practices Amongst Pre-Service Science Teachers. *Journal of Research in Science Teaching*. 42(10). 1063-1088.

- Bozkurt, A. and Bozkaya, M. 2015. Evaluation Criteria for Interactive E-Books for Open and Distance Learning. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*. 16(5). 58-82.
- Brookhart, S. M. 2010. *How to Assess Higher Order Thinking Skills in Your Classroom*. Alexandria: ASCD.
- Chang, R. 2005. *Kimia Dasar: Konsep-Konsep Inti Jilid I Edisi Ketiga*. Jakarta. Erlangga
- Chang, H. Y., Quintana, C., and Krajcik, J. 2013. Using Drawing Technology to Assess Students' Visualizations of Chemical Reaction Processes. *Journal Science Education Technology*. 23(3). 355-369.
- Cohen, L., Manion, L., and Morrison, K. (1988). *Research Methods in Education, Sixth Edition*. New York: Routledge.
- Dahar, R. W. 1989. *Teori-Teori Belajar*. Erlangga. Jakarta
- Daulay, U. A., Syarifuddin, S., and Manurung, B. 2016. Pengaruh *Blended Learning* Berbasis *Edmodo* dan Motivasi Belajar Terhadap Hasil Belajar IPA Biologi dan Retensi Siswa pada Sistem Peredaran Darah Manusia di Kelas VIII SMP Negeri 5 Medan. *Jurnal Pendidikan Biologi*. 6(1). 260-266.
- Depdiknas. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas.
- Duhcak, O. 2014. Visual Literacy in Educational Practice. *Czech-Polish Historical and Pedagogical Journal*. 6(2). 41-48.
- Ebied, M. H. and Rahman, S. 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.
- Fadiawati, N. dan Tania, L. The Development of Interactive E-Book Based Chemistry Representation Referred to The Curriculum of 2013. *Indonesian Journal of Science Education*. 2015; 4(2): 164-169.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E. and Hyun H. H. 2012. *How to Design and Evaluate Research in Education (Eighth Edition)*. McGraw-Hill. New York.
- Fried, D.B., Tinio, P P. L., Gubi, A., and Gaffney, J. P. 2019. Enhancing Elementary Science Learning Through Organic Chemistry Modeling And Visualization. *European Journal of Science and Mathematic Education*. 7(2). 73 – 82.
- Gall, M. D., Gall, J. P., & Borg, W. R. (Eds.). 2003. *Educational research: An introduction (7th ed.)*. New York. Pearson Education Inc.

- Gilbert, J. K., Reiner, M., and Nakhleh, M. 2008. *Visualization: Theory and Practice in Science Education*. Springer.
- \_\_\_\_\_. 2014. Visualization and the Learning of Science. *Encyclopedia of Science Education*, 1-7.
- Gui, X. 2019. The Design and Creation of an Interactive E-Book: “Book of Answer”. *Journal of Physic: Conference Series*. 1187(5). 1-6.
- Hadenfeldt, J. C., Neumann, K., Bernholt, S., Liu, X., and Parchmann, I. 2016. Students’ Progression in Understanding the Matter Concept. *Journal of Research in Science Teaching*. 53(5). 683–708.
- Hake, R.R. 1999. Interactive Engagement Versus Traditional Methods: A Six Thousands-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses. *American Journal of Physics*. 66(1), 64-74.
- Heong, Y. M., Othman, W.D., Md Yunos, J., Kiong, T.T., Hassan, R., and Mohamad, M.M. 2011. The Level of Marzano Higher Order Thinking Skills Among Technical Education Students . *International Journal of Social and humanity*. 1(2). 121-125
- Hsiao, C. C., Tiao, M. M., and Chen, C. C. 2016. Using Interactive Multimedia e-Books for Learning Blood Cell Morphology in Pediatric Hematology. *BMC Med Educ*. 16(1). 290.
- Hugerat, M. and Kortam, N. 2014. Improving Higher Order Thinking Skills among freshmen by Teaching Science through Inquiry. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. 10(5). 447-454.
- Herrington, D. G., Sweeder, R. D., and VandenPlas, J. R. 2017. Students’ independent use of screencasts and simulations to construct understanding of solubility concepts. *Journal of Science Education and Technology*. 26(4). 359-371.
- Ichsan, I. Z., Sigit, D. V., Miarsyah, M., Ali, A., Arif, W. P., and Prayitno, T. A. 2019. HOTS-AEP: Higher Order Thinking Skills from Elementary to Master Students in Environmental Learning. *European Journal of Educational Research*. 8(4). 935-942.
- Ichsan, I. Z., Sigit, D. V., Miarsyah, M., Ali, A., and Suwandi, T. 2020. Implementation Supplementary Book of Green Consumerism: Improving Students HOTS in Environmental Learning. *European Journal of Educational Research*. 9(1). 227-237.
- Kemendikbud. 2018. *Ilmu Pengetahuan Alam SMP/MTs Kelas IX Semester II*. Jakarta: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan.

- Kiper, A., Arslan, S., Kiyici, M., and Akgun, O. E. 2012. Visual Literacy Scale: The Studi of Validity and Reliability. *The Online Journal of New Horizons in Education*. 2(2). 73-83.
- Kohnle, A., Baily, C., Campbell, A., Korolkova, N., and Paetkau, M. J. 2015. Enhancing student learning of two-level quantum systems with interactive simulations. *American Journal of Physics*. 83(6). 560-566.
- Kohnle, A. and Passante, G. 2017. Characterizing representational learning: A combined simulation and tutorial on perturbation theory. *Physical Review Physics Education Research*. 13(2).
- Korakakis, G., Pavlatou, E. A., Palyvos, J.A., and Spyrellis, N. 2009. 3D visualization types in multimedia applications for science learning: A case study for 8th grade students in Greece. *Computers & Education*.
- Krathworl, D.R. 2002. A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. *Theory Into Practice*. 41(4). 212-218.
- Lin, T. C., Hsu, Y. S., Lin, S. S., Changlai, M. L., Yang, K. Y., AND Lai, T. L. 2012. A review of empirical evidence on scaffolding for science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10(2), 437-455.
- 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.
- Loker, S. J. 2016. Dynamic vs. Static Visualizations for Learning Procedural and Declarative Information. *Doctoral Dissertation*. California State University. Chico.
- Lundy, A. D. and Stephens, A. E. 2014. Beyond the literal: Teaching visual literacy in the 21st century classroom. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 174. 1057-1060.
- Majid, N. 2011. The Use of Information Technology in Teaching English: An Attemptto Develop Student-Centered Learning at Telkom Polytechnic. *Prosidingkonferensi Nasional ICT-M Politeknit Telkom (KNIP)*.
- Metros, S. E. 2008. The educator's role in preparing visually literate learners. *Theory into practice*. 47(2). 102-109.
- Nizam. 2016. *Ringkasan Hasil-Hasil Asesmen Belajar dari UN, PISA, TIMSS, INAP*. Jakarta: Puspedik.

- Nurannisa, S. 2017. Menghadapi Generasi Visual; Literasi Visual untuk Menstimulasi kemampuan berpikir Dalam Proses Pembelajaran. *Elementary School Education Journal*. 1(2). 48-59.
- Paivio, A. 1986. *Mental representations: A dual coding approach*. New York. Oxford University Press.
- Pramana, W. D. dan Dewi, N. R. 2014. Pembembangan *e-Book* IPA Terpadu Tema Suhu dan Pengukuran untuk Menumbuhkan Kemandirian Belajar Siswa. *Unnes Science Education Journal*. 3(3). 602-608.
- Prastowo, A. 2011. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta. Diva Press.
- Pratiwi, I. 2019. Efek Program PISA Terhadap Kurikulum Di Indonesia. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*. 4(1). 51-71.
- Puspendik. 2018. *Hasil PISA 2018*. Jakarta. Depdiknas.
- Pylyshyn, Z W. 2003. *Seeing and Visualizing: It's Not What You Think*. Cambridge. MIT Press.
- Rahmah, N. 2013. Belajar Bermakna Ausabel. *Al-Khwarizmi: Jurnal Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*. 1(1) 43-48.
- Rohana, R.S. dan Wahyudin, D. 2016. Problem Based Learning untuk meningkatkan berpikir Kreatif siswa SD pada Materi Makanan dan Kesehatan. *Jurnal Penelitian Pendidikan UPI*. 12(3). 235-243.
- Rosida, R., Fadiawati, N., dan Jalmo, T. 2017. Efektivitas Penggunaan Bahan Ajar E-Book Interaktif Dalam Menumbuhkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pembelajaran Fisika Universitas Lampung*. 35-45.
- Rosidin, U. 2017. *Evaluasi dan Asasmen Pembelajaran*. Yogyakarta. Media Akademi. 205.
- Rundgren, S. N. C. and Yao, B. 2014. Visualization in Research and Science Teachers' Professional Development. *In Asian-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*.
- Rutten, N., Van Joolingen, W. R., and Van Der Veen, J. T. 2012. The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*. 58(1). 136-153.
- Ryoo, K., Bedell, K., and Swearingen, A. 2018. Promoting linguistically diverse students' short-term and long-term understanding of chemical phenomena using visualizations. *Journal of Science Education and Technology*. 27(6). 508-522.

- Sani, R. A. 2019. *Cara Membuat Soal HOTS*. Tangerang. Tira Smart.
- Sharti, K. and Buza, K. 2017. The Use of Visualization in Teaching and Learning Process for Developing Critical Thinking of Students. *European Journal of Social Sciences Education and Research*. 4(1). 71-74.
- Shukla, D. and Dungsungneon, A. P. 2016. Student's Perceived Level and Teachers' Teaching Strategies of Higher Order Thinking Skills; A Study on Higher Educational Institutions in Thailand. *Journal of Education and Practice*. 7(12). 211-219.
- Siado, G. M., Siraj, S., Nordin, A.B.B., and Al-Amedi, O. S. 2018. Higher Order Thinking Skills Among Secondary School Students in Science Learning. *The Malaysian Online Journal of Educational Science*. 3(3). 13-20.
- Sudjana. 2005. *Metode Statistika*. Bandung. Tarsito.
- Sugianto, D., Abdullah, A. G., Elvyanti, S., dan Muladi, Y. 2013. Modul virtual: Multimedia flipbook dasar teknik digital. *Innovation of Vocational Technology Education*. 9(2). 101-116.
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung. Alfabeta.
- Sung, H. Y., Hwang, G. J., and Chen, S. F. 2018. Effects of Embedding a Problem-Posing-Based Learning Guiding Strategy Into Interactive E-Books on Students' Learning Performance and Higher Order Thinking Tendency. *Interactive Learning Environments*. 27(3). 389-401.
- Sung, H. Y., Hwang, G. J., Chen, C. Y., and Liu, W. X. 2019. A Contextual Learning Model For Developing Interactive E-Books To Improve Students' Performances of Learning The Analects of Confucius. *Interactive Learning Environments*. 1-14.
- Sunyono. 2013. *Buku Model Pembelajaran Berbasis Multipel Representasi (Model SiMaYang)*. Aura Press. Bandar Lampung.
- Suwarno, R. N., Prasetyo, Z. K., Priambodo, Y. A., Huda, K., and Nai'mah, H. H. 2021. Interactive E-book in Local Potention-Integrated Natural Science Contextual Teaching & Learning During COVID-19 Distrupction to Recovery: A Content Analysis. In *6th International Seminar on Science Education (ISSE 2020)*. 780-788. Atlantis Press
- Suyatna, A., Maulina, H., Rakhmawati, I., dan Khasanah, R. A.N. 2018. Electronic Versus Printed Book: A Comparison Study on The Effectivity of Senior High School Physics Book. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. 7(4). 391-398.

- Suyatna, A., Ertikanto, C., Herlina, K., and Pradana, F. A. 2019. The Effectiveness of Interactive E-Book Quantum Phenomena Compiled With Scientific Approach In Improving Higher Order Thinking Skills. *International Conference on Mathematics and Science Education*. 1-7.
- Tim Penyusun. 2018. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar IPA Kurikulum 2013 Revisi. Dinyatakan pada UU Nomor 37 Tahun 2018.
- Trust, T. 2012. Professional Learning Networks Designed for Teacher Learning. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 28 (4), 133-138.
- 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.
- Utomo, A. B., Fadiawati, N., Rosilawati, I., dan Kadaritna, N. 2013. Pengembangan Buku Ajar Partikel Materi Berbasis Representasi Kimia. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia*. 2(3). 1-12.
- Varma, K. and Lin, M. C. 2012. Using Interactive Technology to Support Students' Understanding of the Greenhouse Effect and Global Warming. *International Journal of Science Education and Technology*. 21(4). 453-464.
- Vavra, K. L., Watrich, V. J., Loerke, K., Phillips, L. M., Norris, S. P., and Macnab, J. 2011. Visualization in Science Education. *Alberta Science Education Journal*. 14(1). 22-30.