

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKSI MAKHLUK  
HIDUP DAN LINGKUNGANNYA BERBASIS ANDROID  
TERINTEGRASI REPRESENTASI VISUAL UNTUK  
MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR  
SISTEM DAN REPRESENTASI  
PESERTA DIDIK**

**(TESIS)**

**Oleh**

**FATYNIA ILMIYATNI**



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER PENDIDIKAN IPA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2025**

## ABSTRAK

### **PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKSI MAKHLUK HIDUP DAN LINGKUNGANNYA BERBASIS ANDROID TERINTEGRASI REPRESENTASI VISUAL UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR SISTEM DAN REPRESENTASI PESERTA DIDIK**

Oleh

**FATYNIA ILMIYATNI**

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan produk aplikasi media pembelajaran interaksi makhluk hidup dan lingkungannya yang valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem dan representasi peserta didik. Penelitian dan pengembangan ini dilakukan dengan model 4D yang terdiri dari pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*), dan penyebaran (*disseminate*). Desain uji coba yang digunakan adalah *pre-test-posttest non-equivalent control group design*. Subjek penelitian adalah peserta didik SMP Darma Bangsa berjumlah 20 orang untuk uji coba terbatas dan 43 orang untuk uji coba skala luas. Penelitian ini berhasil mengembangkan sebuah produk media pembelajaran yang terbukti sangat valid, praktis, dan efektif. Validitas produk mencapai 90,4% berdasarkan penilaian komprehensif dari ahli materi, ahli media, dan praktisi pendidikan. Dari sisi kepraktisan, produk ini dinilai sangat tinggi baik oleh peserta didik (94,32%) maupun pendidik (91,58%), dengan tingkat keterlaksanaan pembelajaran yang sangat tinggi (90,55%). Lebih lanjut, produk ini menunjukkan efektivitas yang signifikan dalam dua aspek utama: pertama, untuk kemampuan berpikir sistem, di mana diperoleh *N-gain* sedang (0,641) dan *effect size* besar (1,926); kedua, untuk peningkatan kemampuan representasi, dengan *N-gain* sedang (0,64) dan *effect size* sangat besar (5,59). Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan ini dapat digunakan dalam pembelajaran interaksi makhluk hidup dan lingkungannya guna meningkatkan kemampuan berpikir sistem dan representasi peserta didik.

Kata kunci: kemampuan representasi, kemampuan berpikir sistem, media pembelajaran android, representasi visual

## ABSTRACT

### DEVELOPMENT OF ANDROID-BASED LEARNING MEDIA ON INTERACTION BETWEEN LIVING THINGS AND THEIR ENVIRONMENT INTEGRATED WITH VISUAL REPRESENTATION TO ENHANCE STUDENTS' SYSTEM THINKING AND REPRESENTATION ABILITIES

By

FATYNIA ILMIYATNI

This research aimed to develop a valid, practical, and effective instructional media application product for interactions between living things and their environment to enhance students' system thinking and representation abilities. This research and development employed the 4D model, consisting of define, design, develop, and disseminate stages. The experimental design used was a pre-test-post-test non-equivalent control group design. The research subjects were Darma Bangsa Junior High School students, comprising 20 individuals for the limited trial and 43 for the large-scale trial. The research successfully developed an instructional media product proven to be highly valid, practical, and effective. The product's validity reached 90.4% based on comprehensive assessments from material experts, media experts, and educational practitioners. In terms of practicality, the product was rated very highly by both students (94.32%) and educators (91.58%), with a very high implementation rate of 90.55%. Furthermore, the product demonstrated significant effectiveness in two main aspects: first, for system thinking ability, yielding a medium *N-gain* (0.641) and a large effect size (1.926); second, for enhancing representation ability, with a medium *N-gain* (0.64) and a very large effect size (5.59). Based on these findings, it can be concluded that the developed product is highly suitable and effective for use in learning about interactions between living things and their environment to improve students' system thinking and representation abilities.

Keywords: representation ability, system thinking ability, android learning media, visual representation

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKSI MAKHLUK  
HIDUP DAN LINGKUNGANNYA BERBASIS ANDROID  
TERINTEGRASI REPRESENTASI VISUAL UNTUK  
MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR  
SISTEM DAN REPRESENTASI  
PESERTA DIDIK**

**Oleh**

**FATYNIA ILMIYATNI**

**Tesis**

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

**Pada**

**Program Studi Magister Pendidikan IPA  
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung**



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER PENDIDIKAN IPA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2025**

Judul Tesis

**: PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN  
INTERAKSI MAKHLUK HIDUP DAN  
LINGKUNGANNYA BERBASIS ANDROID  
TERINTEGRASI REPRESENTASI VISUAL  
UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN  
BERPIKIR SISTEM DAN REPRESENTASI  
PESERTA DIDIK**

Nama Mahasiswa

**: Fatynia Imiyatni**

Nomor Pokok Mahasiswa : 2123025012

Program Studi

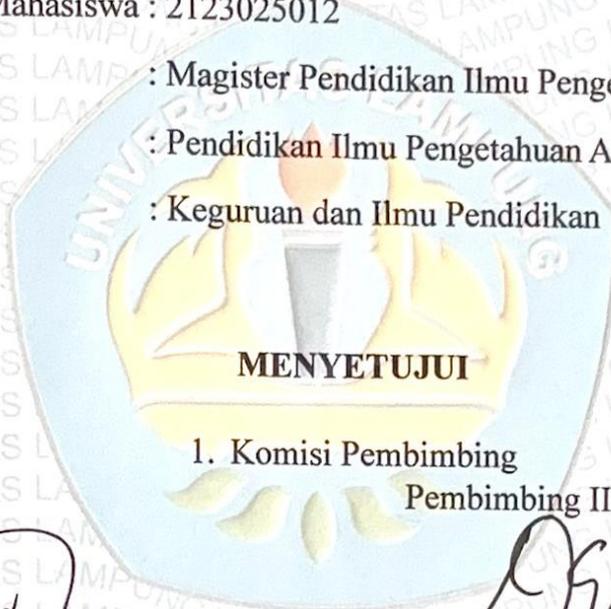
**: Magister Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam**

Jurusan

**: Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam**

Fakultas

**: Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



Pembimbing I,

Pembimbing II,

**Dr. M. Setyarini, M.Si.**

NIP. 19670511 199103 2 001

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

NIP. 19611027 198603 2 001

Ketua Jurusan

Pendidikan MIPA

Ketua Program Studi

Magister Pendidikan IPA

**Dr. Nurhanurawati, M.Pd.**

NIP. 19670808 199103 2 001

**Prof. Dr. Neni Hasnunidah, M.Si.**

NIP. 19700327 199403 2 001

**MENGESAHKAN**

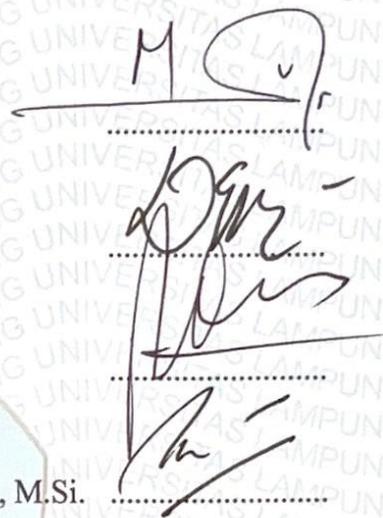
**1. Tim Penguji**

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

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

**Penguji Anggota** : 1. Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si.

2. Prof. Dr. Chansyanah Diawati, M.Si.



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

**Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd.**

NIP19870504 201404 1 001

**3. Direktur Program Pascasarjana**

**Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si.**

NIP 19640326 198902 1 001

**4. Tanggal Lulus Ujian Tesis: 16 Juni 2025**

## PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Fatynia Ilmiyatni

Nomor Pokok Mahasiswa : 2123025012

Program Studi : Magister Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam

Jurusan : Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tesisi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister di suatu perguruan tinggi. Sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah yang disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak dikemudian hari terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, amaka saya akana bertanggung jawab sepenuhnya.

Bandar Lampung, 17 Juni 2025

Yang menyatakan,



Fatynia Ilmiyatni  
NPM 2123025012

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada 06 Desember 1996, merupakan anak kedua dari empat bersaudara, anak dari pasangan Bapak Ir. Jumhani Ali dan Ibu Jamilah Maulida. Pendidikan yang ditempuh penulis adalah TK Aisyah Bustanul Atfal Bandar Lampung (2001-2002), SD Negeri 2 Talang (2002-2008), SMP Negeri 2 Bandar Lampung (2008-2011), dan SMA Negeri 2 Bandar Lampung (2011-2014).

Setelah selesai menempuh pendidikan SMA, penulis diterima di Universitas Lampung sebagai mahasiswa S-1 Pendidikan Biologi dan berhasil menyelesaikan studi pada tahun 2019. Pada tahun 2021, penulis dinyatakan diterima sebagai mahasiswa program Pascasarjana di Program Studi Magister Pendidikan IPA Universitas Lampung.

## **MOTTO**

*“Seek help through patience and prayer and indeed, It is hard except for those who obey Allah with full submission, fear much from His punishment and believe His promise”*

**(Q.S. Al-Baqarah : 45)**

*“And he found you lost and guided you”*

**(Surah Adh- Dhuha:7)**

*“Sometimes there is no next time, no time-outs, no second chances. Sometimes it's now or never”*

**(Allan Bennet)**

*“Don't count the days, make the days count”*

**(Muhammad Ali)**



*Dengan Menyebut Nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang*

### **PERSEMBAHAN**

*Alhamdulillahillobbilamin*, segala puji untuk Mu ya Rabb atas segala kemudahan, limpahan rahmat, rezeki, dan karunia yang Engkau berikan selama ini. Teriring doa, rasa syukur dan segala kerendahan hati.

Kupersembahkan karya berharga ini sebagai tanda bakti dan cintaku yang tulus untuk orang-orang yang sangat istimewa dalam hidupku.

#### **Ayahku (Hi. Ir. Jumhani Ali) dan Ibuku (Hj. Jamilah Maulida)**

Terima kasih atas doa pada setiap nafasmu, perjuangan hingga aku dapat tumbuh dewasa, motivasi yang selalu membuatku bangkit disaat terjatuh dan rapuh, segala ilmu dan motivasi hidup yang telah kalian berikan sehingga aku dapat meraih harapkanku. Perjuangan dan pengorbanan yang tiada habis dan selalu memberi tauladan, motivasi, serta cinta kasih sayang bagi kami anak-anakmu.

#### **Suamiku (Haviz Maulana)**

Terima kasih banyak untuk setiap doa, cinta, dan kasih sayang yang tak pernah putus kau berikan padaku.

#### **Keluargaku**

Keluargaku yang selalu menunjukkan kepeduliannya terhadap diriku, mendoakan, dan memberikan nasihat serta kasih sayangnya kepadaku sehingga aku bisa berani memiliki mimpi. Terimakasih untuk segala doa, cinta dan kasih sayang yang kalian berikan.

#### **Para Pendidik**

Dosen dan guruku yang tiada lelahnya memberikan ilmu, bimbingan, nasihat, dan arahan sehingga aku bisa menjadi pribadi yang lebih baik dan mau berusaha untuk terus maju dan berani dalam mewujudkan impianku.

**Almamaterku tercinta, Universitas Lampung**

## SANWACANA

Puji syukur kepada Allah SWT, karena atas berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis berjudul “Pengembangan Media Pembelajaran Interaksi Makhluk Hidup dan Lingkungannya Berbasis Android Terintegrasi Representasi Visual Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Sistem dan Representasi Peserta Didik” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan IPA di FKIP Universitas Lampung. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., IPM., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si., selaku Direktur Pascasarjana Universitas Lampung.
3. Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd., selaku Dekan FKIP Universitas Lampung.
4. Dr. Nurhanurawati, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Lampung.
5. Dr. Neni Hasnunidah, M.Si., selaku Ketua Program Studi Magister Pendidikan IPA Universitas Lampung.
6. Dr. M. Setyarini, M.Si., selaku Pembimbing I serta Pembimbing Akademik yang telah bersedia memberikan bimbingan, saran, kritik, motivasi dan nasihat kepada penulis selama perkuliahan serta selama proses penyelesaian tesis ini.
7. Dr. Dewi Lengkana, M.Sc., selaku Pembimbing II yang telah bersedia memberikan bimbingan, saran, kritik, motivasi, dan nasihat kepada penulis selama proses penyelesaian tesis ini.
8. Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si., selaku Pembahas I yang telah memberikan saran, kritik, serta motivasi kepada penulis selama penyelesaian tesis ini.

9. Prof. Dr. Chansyanah Diawati, M.Si., selaku Pembahas II yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan saran dan kritik kepada penulis dalam penyelesaian tesis ini.
10. Para Dosen Program Studi Magister Pendidikan IPA Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu dan bimbingan dalam proses pembelajaran selama perkuliahan.
11. Para validator, yaitu Dr. Dina Maulina, M.Si., Median Agus Priadi, M.Pd., dan Berti Ayu Ceriasari, M.Pd., yang telah memberi masukan dan memvalidasi produk yang dikembangkan.
12. Para staf Jurusan Pendidikan MIPA Magister Pendidikan IPA Universitas Lampung yang telah membantu dalam proses perkuliahan.
13. Teman-teman Program Studi Magister Pendidikan IPA Angkatan 2021 yang telah memberikan dukungan selama perkuliahan.
14. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tesis ini

Semoga Allah SWT. melimpahkan berkat dan karunia-Nya kepada semua pihak atas segala bentuk bantuan, dukungan, dan bimbingan yang diberikan kepada penulis. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat untuk bidang pendidikan dan dapat menjadi bahan rujukan untuk penelitian selanjutnya.

Bandar Lampung, Juni 2025

Penulis,

**Fatynia Ilmiyatni**

## DAFTAR ISI

|  | Halaman |
|--|---------|
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....              | xixii   |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....             | xiv     |
| <b>I. PENDAHULUAN</b> .....            | 1       |
| 1.1 Latar Belakang .....               | 1       |
| 1.2 Rumusan Masalah.....               | 7       |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....            | 8       |
| 1.4 Manfaat Penelitian .....           | 8       |
| 1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....      | 9       |
| <b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....      | 11      |
| 2.1 Media Pembelajaran Android .....   | 11      |
| 2.2 Representasi Visual.....           | 16      |
| 2.3 Berpikir Sistem .....              | 18      |
| 2.4 Kemampuan Representasi.....        | 21      |
| 2.5 Ruang Lingkup Materi.....          | 23      |
| 2.6 Kerangka Pemikiran.....            | 23      |
| <b>III. METODE PENELITIAN</b> .....    | 26      |
| 3.1 Desain Penelitian .....            | 26      |
| 3.2 Lokasi dan Subjek Penelitian.....  | 26      |
| 3.3 Prosedur Pengembangan.....         | 26      |
| 3.4 Teknik pengumpulan data.....       | 31      |
| 3.5 Teknik Analisis Data.....          | 38      |
| <b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....  | 46      |
| 4.1 Hasil Penelitian Pengembangan..... | 46      |
| 4.2 Pembahasan.....                    | 72      |
| <b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....   | 95      |
| 5.1 Kesimpulan .....                   | 95      |
| 5.2 Saran.....                         | 96      |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....            | 97      |

**LAMPIRAN**

|  |     |
|--|-----|
| 1. Lembar Instrumen Analisis Kebutuhan (Pendidik).....   | 103 |
| 2. Lembar Instrumen Analisis Kebutuhan (Peserta Didik) .....   | 111 |
| 3. Rekapitulasi Hasil Angket Analisis Kebutuhan .....  | 116 |
| 4. Alur Tujuan Pembelajaran .....  | 127 |
| 5. Modul Ajar .....  | 129 |
| 6. Lembar Kerja Peserta Didik.....   | 139 |
| 7. Story Board Media Pembelajaran Android Berbasis Representasi Visual .....                                     | 195 |
| 8. Lembar Validasi Ahli Materi .....   | 201 |
| 9. Lembar Validasi Ahli Media.....   | 205 |
| 10. Lembar Validasi Praktisi Pendidikan.....   | 209 |
| 11. Rekapitulasi Hasil Validasi .....  | 212 |
| 12. Lembar Instrumen Angket Respon Pendidik .....  | 215 |
| 13. Lembar Instrumen Angket Respon Peserta Didik.....  | 217 |
| 14. Rekapitulasi Angket Respon Pendidik dan Peserta Didik .....  | 219 |
| 15. Lembar Keterlaksanaan Pembelajaran .....   | 220 |
| 16. Rekapitulasi Hasil Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran .....   | 222 |
| 17. Instrumen Tes Kemampuan Berpikir Sistem .....  | 223 |
| 18. Instrumen Tes Kemampuan Representasi .....   | 228 |
| 19. Hasil Uji Validitas dan reliabilitas Instrumen Tes .....   | 231 |
| 20. Soal Pre test dan Post Test Kemampuan Berpikir Sistem.....   | 234 |
| 21. Soal Pre test dan Post Test Kemampuan Representasi .....   | 239 |
| 22. Rekapitulasi Hasil Pretes-Postes Kemampuan Berpikir Sistem .....   | 243 |
| 23. Rekapitulasi Hasil Pretes-Postes Kemampuan Representasi .....  | 247 |
| 24. Hasil Uji Normalitas, Uji Homogenitas, Mann-Whitney U, dan<br><i>Effect Size</i> Perubahan Representasi..... | 251 |
| 25. Hasil Uji Normalitas, Uji Homogenitas, T-Test, dan <i>Effect Size</i><br>Kemampuan Representasi.....         | 252 |
| 26. Dokumentasi Penelitian .....   | 253 |

## DAFTAR TABEL

| Tabel   | Halaman |
|---|---------|
| 1. Hubungan Visualisasi dan Konsep .....                                | 17      |
| 2. Aspek dan Indikator Berpikir Sistem.....                             | 20      |
| 3. Level Kemampuan Reprsntasi.....                                      | 22      |
| 4. Capaian Pembelajaran, Keluasan dan Kedalaman Materi .....            | 23      |
| 5. <i>Pre-test-Posttest Control Group Design</i> .....                  | 31      |
| 6. Kisi-kisi Instrumen Angket Analisis Kebutuhan (Pendidik) .....       | 32      |
| 7. Kisi-kisi Instrumen Angket Analisis Kebutuhan (Peserta didik).....   | 32      |
| 8. Kisi-kisi Instrumen Validasi Ahli Materi.....                        | 33      |
| 9. Kisi-kisi Instrumen Validasi Ahli Media.....                         | 34      |
| 10. Kisi-kisi Instrumen Validasi Praktisi .....                         | 35      |
| 11. Kisi-kisi Instrumen Respon Pendidik .....                           | 36      |
| 12. Kisi-kisi Instrumen Respon Peserta Didik.....                       | 36      |
| 13. Kriteria Validitas Instrumen Tes.....                               | 36      |
| 14. Klasifikasi Reliabilitas .....                                      | 37      |
| 15. Kisi- Kisi Intrumen Tes Kemampuan Berpikir Sistem.....              | 37      |
| 16. Kisi-kisi Instrumen Tes Kemampuan Representasi .....                | 37      |
| 17. Pedoman Wawancara.....  | 38      |
| 18. Tafsiran Skor (Presentase) Lembar Validasi .....                    | 40      |
| 19. Kriteria Tingkat Keterlaksanaan .....                               | 40      |
| 20. Kriteria Tingkat Kemenarikan .....                                  | 41      |
| 21. Kriteria Penilaian Kemampuan Berpikir Sistem dan Representasi ..... | 41      |
| 22. Interpretasi <i>n-gain</i> .....                                    | 42      |
| 23. Kategori <i>Effect Size</i> .....                                   | 45      |
| 24. Persentase Persepsi Pendidik .....                                  | 48      |
| 25. Persentase Persepsi Pendidik .....                                  | 49      |

|   |    |
|---|----|
| 26. Produk Aplikasi Media Pembelajaran .....                                | 51 |
| 27. Hasil Revisi Produk .....   | 56 |
| 28. Hasil Validasi oleh Ahli .....  | 61 |
| 29. Analisis Validitas Butir Soal .....                                     | 61 |
| 30. Hasil Uji Reliabilitas Soal.....  | 62 |
| 31. Persentase Keterlaksanaan Pembelajaran .....                            | 62 |
| 32. Respon Peserta Didik terhadap Kepraktisan Produk .....                  | 63 |
| 33. Respon Pendidik terhadap Kepraktisan Produk.....                        | 64 |
| 34. Perbandingan Rata-rata <i>n-gain</i> Kemampuan Berpikir Sistem.....     | 65 |
| 35. Hasil Uji Normalitas dan Homogenitas Kemampuan Berpikir Sistem .....    | 65 |
| 36. Hasil Uji <i>Independent Sample T-test</i> .....                        | 65 |
| 37. Hasil Uji <i>Effect Size</i> Kemampuan Berpikir Sistem.....             | 66 |
| 38. Presentase Kemampuan Berpikir Sistem .....                              | 66 |
| 39. Peningkatan Indikator Kemampuan Berpikir Sistem .....                   | 66 |
| 40. Perbandingan Rata-rata <i>n-gain</i> Kelas Kemampuan Representasi.....  | 68 |
| 41. Hasil Uji Normalitas dan Homogenitas Kemampuan Representasi .....       | 68 |
| 42. Hasil Uji Statistik dan <i>Effect Size</i> Kemampuan Representasi ..... | 69 |

## DAFTAR GAMBAR

| Gambar   | Halaman |
|--|---------|
| 1. Kerangka Pemikiran.....   | 25      |
| 2. Alur Penelitian .....   | 27      |
| 3. Perbandingan rata-rata <i>pre-test-post-test</i> kemampuan berpikir sistem.....                               | 64      |
| 4. Perbandingan rata-rata <i>pre-test-post-test</i> kemampuan representasi.....                                  | 68      |
| 5. Level kemampuan representasi awal kelas kontrol. ....   | 69      |
| 6. Level kemampuan representasi akhir kelas kontrol .....  | 70      |
| 7. Level kemampuan representasi awal kelas eksperimen .....  | 71      |
| 8. Level kemampuan representasi akhir kelas eksperimen .....   | 71      |
| 9. Tampilan aplikasi media pembelajaran .....  | 72      |
| 10. Tampilan <i>feedback</i> pada aplikasi media pembelajaran.....   | 73      |
| 11. Tampilan sebelum (kiri) dan setelah (kanan) revisi berdasarkan saran dari validator .....                    | 74      |
| 12. Tampilan petunjuk penggunaan aplikasi (Kiri); Contoh tampilan tombol navigasi dalam aplikasi (kanan) .....   | 77      |
| 13. Contoh jawaban peserta didik pada instrumen tes kemampuan berpikir sistem kelas eksperimen .....             | 80      |
| 14. Contoh jawaban peserta didik pada instrumen tes kemampuan berpikir sistem kelas kontrol .....                | 81      |
| 15. Contoh jawaban peserta didik pada instrumen tes kemampuan berpikir sistem kelas eksperimen .....             | 82      |
| 16. Contoh jawaban peserta didik pada instrumen tes kemampuan berpikir sistem kelas eksperimen .....             | 84      |
| 17. Contoh peningkatan level kemampuan representasi peserta didik pada konsep pola interaksi makhluk hidup ..... | 88      |
| 18. Contoh peningkatan level kemampuan representasi peserta didik pada konsep pola interaksi makhluk hidup ..... | 89      |

19. Contoh peningkatan level kemampuan representasi peserta didik pada konsep pola interaksi makhluk hidup dan komponen ekosistem .....91
20. Contoh peningkatan level kemampuan representasi peserta didik pada konsep pola interaksi makhluk hidup dan ekosistem .....92
21. Contoh peningkatan level kemampuan representasi peserta didik pada konsep pola interaksi makhluk hidup dan ekosistem .....93

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan pesat ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) di abad ke-21 membawa tantangan besar bagi dunia Pendidikan (Alimiah et al., 2021; Wu et al., 2021). Salah satu dampaknya adalah perubahan cara mengakses informasi. Masyarakat, termasuk pelajar, kini lebih terbiasa menggunakan perangkat seluler, khususnya *smartphone* berbasis *Android* (Ambarita et al., 2020; Mu, 2017; Sophia & Yensasnidar, 2019). Penggunaan perangkat seluler ini menyebabkan munculnya pembelajaran yang disebut dengan pembelajaran mobile (*m-learning*). *M-learning* dapat menjadi solusi inovatif untuk meningkatkan kualitas pendidikan, namun perlu diiringi dengan persiapan matang, implementasi yang tepat, dan kerjasama dari berbagai pihak (Baydas & Yilmaz, 2018; Ningsih & Adesti, 2020; Pereira & Rodrigues, 2013).

Penggunaan *m-learning Android* dalam pembelajaran dapat menampilkan visualisasi serangkaian tampilan yang luas dapat digunakan untuk membuat aplikasi tertentu, termasuk teks, kotak, daftar, tombol, gambar, dan sebagainya (Hakim et al., 2020; Saputra & Kuswanto, 2019). *M-learning Android* juga dapat diakses dimanapun dan kapanpun serta memudahkan guru untuk melakukan variasi dalam pelaksanaan pembelajaran (Putranta et al., 2021; Wirjawan et al., 2020). *M-learning Android* menawarkan beragam manfaat yang dapat meningkatkan kualitas pembelajaran. Dengan menggabungkan fitur-fitur interaktif dan visualisasi yang menarik, *m-learning Android* menjadi alat bantu belajar yang efektif bagi para siswa di era digital (Meliana, 2019; Tamhane et al., 2015). Visualisasi dalam proses penemuan ilmiah dan pembelajaran sains telah menjadi sesuatu yang sangat penting pada beberapa dekade terakhir (Tytler, 2021).

Interaksi makhluk hidup dan lingkungannya merupakan bagian penting dari kurikulum pendidikan, terutama dalam sains dan biologi. Pemahaman tentang bagaimana makhluk hidup berinteraksi dengan lingkungan mereka penting untuk mengembangkan pemahaman sistem ekologi dan dampaknya terhadap keberlanjutan lingkungan. Namun, topik ini sering kali dianggap kompleks oleh peserta didik, yang dapat menghambat pemahaman mendalam dan aplikatif. Konsep-konsep IPA yang abstrak akan sulit untuk dipahami ketika disajikan tanpa konteks konkret dan transfer konsep yang terjadi selama pembelajaran bergantung pada representasi konsep (Braithwaite & Goldstone, 2015). Salah satu dampak yang terlihat adalah kesulitan peserta didik dalam menghubungkan konsep-konsep relevan yang mereka miliki dengan konsep-konsep baru yang mereka pelajari sehingga hal ini memengaruhi kemampuan mereka dalam membuat makna konsep (Prabha, 2020; Treagust & Duit, 2008).

Berdasarkan hasil survei pada 244 peserta didik SMP di Lampung, 46.49 % peserta didik kesulitan dalam memahami konsep-konsep abstrak, seperti pola interaksi makhluk hidup dan lingkungannya. Interaksi makhluk hidup dengan lingkungannya merupakan suatu materi kompleks dan abstrak yang sering kali dilihat dari suatu perspektif berpikir meliputi penerapan pengetahuan, konsepsi, dan eksplorasi representasi. Selain itu, materi ini memiliki keterbatasan ketika dipelajari di kelas karena tidak dapat diamati langsung secara menyeluruh. Ketika belajar mengenai interaksi makhluk hidup dan lingkungannya, tidak cukup untuk hanya melihat organisme individu tetapi juga harus memperhatikan efek pada tingkat interaksi populasi, seperti sebagai hubungan antar komponennya (Hokayem & Gotwals, 2016; Sophia & Yensasnidar, 2019). Media pembelajaran yang interaktif dan berbasis teknologi dapat menyediakan representasi visual yang lebih jelas dan interaktif, membantu peserta didik memahami konsep-konsep tersebut dengan lebih baik. Representasi visual, seperti grafik, animasi, dan simulasi, dapat mempermudah pemahaman konsep yang sulit dan abstrak.

Representasi visual bertindak sebagai jembatan antara konsep abstrak yang sulit dibayangkan dengan realitas konkret yang mudah dipahami. Penggunaan representasi telah menjadi bagian penting dari sains dan memungkinkan para penggunaannya untuk berinteraksi dengan fenomena yang kompleks, sulit diamati dan mempelajari konsep baru (Afify, 2018; Evagorou et al., 2015; Tijsma et al., 2020). Penggunaan representasi secara efektif dalam pembelajaran sains dapat membantu siswa untuk belajar sains dengan lebih baik dan mencapai pemahaman yang lebih mendalam (Hill & Sharma, 2015). Dengan menyajikan informasi dalam bentuk gambar, diagram, atau animasi, representasi visual membantu peserta didik membangun pemahaman yang lebih jelas dan kuat tentang fenomena alam. Hal ini memungkinkan siswa untuk lebih mudah mengingat dan menghubungkan berbagai konsep yang terkait. Oleh karena itu, penting bagi pendidik untuk mengembangkan dan melatih kemampuan representasi siswa dalam pembelajaran IPA (Yunus et al., 2021).

Fakta yang terjadi dalam pembelajaran IPA di sekolah hingga saat ini belum melatih kemampuan representasi peserta didik secara maksimal, hal ini diketahui dari hasil survei 44 pendidik di Lampung yang menunjukkan 47% pendidik belum melatih peserta didik untuk memiliki kemampuan representasi. Hal tersebut mengakibatkan 61,5% peserta didik dari 244 peserta didik di Lampung mengalami kesulitan dalam menjelaskan konsep interaksi makhluk hidup menggunakan representasi. Penelitian dari Sutopo (2013), Lestari *et al* (2018), dan Puspaningrum *et al* (2015) juga menunjukkan bahwa kemampuan representasi peserta didik masih rendah. Rendahnya kemampuan representasi dapat terjadi karena beberapa faktor seperti kegiatan pembelajaran IPA yang terfokus pada kegiatan menghafal konsep-konsep dan kurang melibatkan peserta didik dalam praktik sains dan memfasilitasi mereka dalam memahami konsep dalam situasi baru (Prabha, 2020).

Pikiran manusia ternyata tidak mampu memberikan tanggapan terbaik terhadap representasi yang tidak tergambar dan sulit untuk dipahami. Oleh karena itu,

dibutuhkan cara yang tepat untuk memahami setiap konsep yang dipelajari. Setiap informasi yang diperoleh pada pembelajaran representasi visual melibatkan pemrosesan kognitif termasuk membangun koneksi antara representasi bergambar dan verbal yang dapat menampung lebih banyak informasi dan meningkatkan pemahaman dan kemampuan berpikir peserta didik (Liu et al., 2020; Ma'ruf et al., 2019; Petersen et al., 2018; Toetenel & Rienties, 2016).

Dalam memahami hubungan kompleks dalam ekosistem diperlukan kemampuan representasi visual dan berpikir. Salah satu kemampuan berpikir yang dibutuhkan yaitu kemampuan berpikir sistem. Berpikir sistem melibatkan pemahaman tentang bagaimana bagian-bagian dari sistem saling berinteraksi dan mempengaruhi satu sama lain. Kemampuan berpikir sistem dapat membantu peserta didik memahami hubungan saling ketergantungan antar konsep dan proses, dampak akibat, dan tanggung jawab antar elemen dalam suatu sistem agar mudah dipahami (Boehnert, 2018; Petersen et al., 2018). Namun, pembelajaran seringkali terjebak dalam pengajaran konsep-konsep secara terpisah-pisah, tanpa memberikan kesempatan bagi siswa untuk melihat hubungan antar konsep tersebut. Akibatnya, siswa kesulitan untuk membangun pemahaman yang utuh tentang ekosistem.

Faktanya pada pembelajaran IPA di Provinsi Lampung, 58 % dari 44 guru IPA diketahui belum menerapkan pembelajaran yang berorientasi pada peningkatan kemampuan berpikir sistem, dikarenakan 24 dari 44 guru belum mengetahui cara berpikir masyarakat berlanjutan dan belum mendapatkan strategi, pendekatan serta bahan ajar yang tepat untuk menerapkannya. Kenyataannya bahwa keterampilan berpikir sistem tidak sepenuhnya diterapkan, namun kemampuan berpikir sistem sangat diperlukan karena ketika peserta didik memiliki kemampuan ini proses untuk mengaitkan materi yang satu dengan yang lainnya, akan lebih mudah. Berpikir sistem dapat berkontribusi pada pengembangan pemahaman peserta didik dari sistem kehidupan yang dinamis (Schuler et al., 2018). Padahal dengan mengintegrasikan teknologi, khususnya melalui media pembelajaran berbasis Android, kita dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif

dan mendalam, sehingga siswa dapat membangun pemahaman yang lebih komprehensif tentang ekosistem. Pembelajaran dapat dikatakan efektif jika pengajaran dan proses pembelajaran berjalan sesuai dengan tujuan pembelajaran (Mu, 2017). Oleh karena itu, untuk menunjang proses pembelajaran, media pembelajaran harus dirancang lebih efektif, efisien, dan optimal (Liu et al., 2020; Sophia & Yensasnidar, 2019).

Namun kenyataannya, *m-learning* representasi visual khususnya di Indonesia sangat terbatas. Media pembelajaran yang ditampilkan kurang menarik, tidak berwarna, tidak merinci, materi dikembangkan dari kehidupan sehari-hari sedikit, dan pertanyaan yang diberikan kurang meningkatkan kemampuan siswa dalam menganalisis dan menjawab pertanyaan (Chen & Tsai, 2021; Utami & Subiantoro, 2021). Pendidik masih banyak menggunakan pembelajaran yang berpusat pada pendidik dan membuat banyak siswa tidak mampu menguasai keterampilan berpikir sehingga penguasaan keterampilan berpikir di kalangan siswa masih rendah (Mat & Mustakim, 2021).

Survei terhadap 44 pendidik IPA SMP di Lampung menunjukkan kontradiksi antara keyakinan dan praktik dalam penggunaan *handphone* (*HP*) untuk pembelajaran IPA. Mayoritas Pendidik Menyadari pentingnya penggunaan *HP* dalam pembelajaran. Hal ini didukung dengan hasil survei menyatakan bahwa 94,9% pendidik meyakini bahwa *HP* penting dalam pembelajaran IPA. Selain itu, 85,1% peserta didik menyatakan mudah dan senang belajar IPA dengan menggunakan *HP*. Namun, kenyataannya berbeda yaitu hanya 76,9% pendidik yang telah memanfaatkan *HP* dalam pembelajaran IPA. Pemanfaatan *HP* terbatas pada pencarian informasi melalui internet. Pendidik tidak menggunakan *HP* untuk menjelaskan konsep karena ketidakmampuan memanfaatkan *HP* dalam pembelajaran, ketakutan tidak dapat mengontrol peserta didik dan keterbatasan koneksi internet.

Selain itu, hasil survei mengenai penggunaan media pembelajaran yang berbasis representasi visual menunjukkan bahwa 97% pendidik telah menggunakan media pembelajaran yang didominasi oleh penggunaan media gambar sebanyak 90% dan 93% dari pendidik tersebut meyakini bahwa media pembelajaran berbasis representasi visual dapat membantu peserta didik untuk dapat memahami konsep lebih jelas. Namun, media pembelajaran yang saat ini digunakan oleh pendidik tersebut belum terintegrasi dalam aplikasi media pembelajaran android. Pemanfaatan media pembelajaran android tidak membatasi pembelajaran bagi peserta didik (Nikolopoulou *et al.*, 2018). Bahkan, penggunaan media pembelajaran android dengan berbagai macam bentuk visual membantu peserta didik lebih mudah dalam belajar hingga berdampak positif terhadap hasil belajar peserta didik (Hwang *et al.*, 2017).

Hal tersebut didukung oleh hasil survei yang menunjukkan sebanyak 85,1% peserta didik di Lampung merasa dapat memahami konsep interaksi makhluk hidup dengan lebih jelas ketika belajar dengan menggunakan representasi visual. Peserta didik dapat memiliki pemahaman yang tepat terhadap konsep apabila berbagai representasi dan interaksinya dilatih dalam setiap pembelajaran (Gilbert & Treagust, 2009; Mayer, 2005). Pembelajaran IPA yang memiliki konsep abstrak dan kompleks membutuhkan media pembelajaran android yang dapat memvisualisasikan konsep tersebut (Gnidovec *et al.*, 2020; Liono *et al.*, 2021). Media pembelajaran android yang baik ditandai dengan adanya penggunaan elemen representasi visual (Kumar & Goundar, 2019). Penggunaan representasi visual seperti gambar, grafik, diagram, dan lainnya yang tepat dalam pembelajaran IPA dapat membantu memudahkan peserta didik memahami konsep (Evagorou *et al.*, 2015; Inaltekin & Goksu, 2019; Rau, 2016; Tytler *et al.*, 2020; Yoon *et al.*, 2021).

Salah satu cara untuk mengoptimalkan kemampuan berpikir dan representasi peserta didik yaitu dengan cara mengintegrasikan pembelajaran menggunakan *m-learning android* berbasis representasi visual. Beberapa peneliti menemukan bahwa penggunaan media pembelajaran *mobile* dapat menciptakan pembelajaran

yang berpusat pada peserta didik sehingga dapat meningkatkan kemampuan berpikir siswa (Chen & Tsai, 2021; Hokayem & Gotwals, 2016). Media pembelajaran yang terintegrasi dengan representasi visual juga dapat membantu peserta didik untuk mengembangkan keterampilan ini dengan lebih efektif, karena mereka dapat melihat dan berinteraksi langsung dengan model-model sistem yang kompleks. (Chen & Tsai, 2021; Eilam, 2012; Green et al., 2022). Dengan demikian, keterampilan mereka dalam memahami dan menerapkan pengetahuan dapat berkembang lebih baik dan lebih cepat. Berdasarkan penjelasan tersebut, peneliti mengembangkan media pembelajaran android berbasis representasi visual pada interaksi makhluk hidup dan lingkungannya untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem dan kemampuan representasi.

## **1.2 Rumusan Masalah**

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

1. Bagaimanakah karakteristik media pembelajaran android berbasis representasi visual untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem dan kemampuan representasi peserta didik?
2. Bagaimanakah validitas media pembelajaran android berbasis representasi visual untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem dan kemampuan representasi peserta didik?
3. Bagaimanakah kepraktisan dan kemenarikan media pembelajaran android berbasis representasi visual untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem dan kemampuan representasi peserta didik?
4. Bagaimanakah keefektifan media pembelajaran android berbasis representasi visual untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem dan kemampuan representasi peserta didik?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan media pembelajaran android berbasis representasi visual untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem dan kemampuan representasi peserta didik.
2. Mendeskripsikan tingkat media pembelajaran android berbasis representasi visual untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem dan kemampuan representasi peserta didik.
3. Mendeskripsikan tingkat kepraktisan media pembelajaran android berbasis representasi visual untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem dan kemampuan representasi peserta didik.
4. Mendeskripsikan tingkat keefektifan media pembelajaran android berbasis representasi visual untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem dan kemampuan representasi peserta didik.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang dapat diperoleh pada penelitian ini sebagai berikut:

- a. Bagi peneliti, dapat memperoleh wawasan dan menambah pengetahuan tentang pengembangan media pembelajaran android berbasis representasi visual untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem dan kemampuan representasi peserta didik.
- b. Bagi pendidik, dapat memperkaya informasi wawasan tentang penggunaan media pembelajaran android berbasis representasi visual dan membantu memilih media pembelajaran dalam proses pembelajaran.
- c. Bagi peserta didik, dapat memberikan pengalaman belajar yang berbeda sehingga diharapkan mampu meningkatkan kemampuan berpikir sistem dan kemampuan representasi peserta didik.

## 1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun batasan penelitian ini sebagai berikut:

- a. Media pembelajaran yang dikembangkan adalah media pembelajaran android berbasis representasi visual yang dapat meningkatkan untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem dan kemampuan representasi peserta didik. Media pembelajaran berbasis aplikasi android merupakan suatu produk media pembelajaran berbentuk sebuah aplikasi yang dapat diakses kapanpun dan dimanapun (Alimiah et al., 2021; Ma'ruf et al., 2019; Mu, 2017).
- b. Representasi Visual terdiri dari visualisasi informasi dan visualisasi pengetahuan yang meliputi simbolis, gambar, diagram, dan bentuk grafis lainnya (Engelbrecht et al., 2015).
- c. Indikator kemampuan berpikir sistem yang diukur meliputi dimensi Analisis, Sintesis dan Implementasi (Assaraf & Orion, 2010; Schreiber, 2022).
- d. Kemampuan representasi merupakan kemampuan yang memungkinkan seseorang menggunakan berbagai representasi atau visualisasi baik hanya satu representasi atau gabungan beberapa representasi untuk berpikir, berkomunikasi, dan bertindak atas suatu fenomena (Kozma & Russel, 2005). Kemampuan representasi diukur menggunakan instrumen tes uraian dengan indikator kemampuan representasi yang dimodifikasi dari Kozma & Russel (2005).
- e. Materi yang disajikan adalah interaksi makhluk hidup dan lingkungannya di SMP kelas VII/Semester II tentang mengidentifikasi interaksi antar makhluk hidup dan lingkungannya.
- f. Tingkat kepraktisan media pembelajaran yang dikembangkan diukur menggunakan angket meliputi aspek kemudahan, kemenarikan, dan kebermanfaatan media pembelajaran (Mulyanta & Leong, 2009).
- g. Efektivitas media pembelajaran android berbasis representasi visual dalam meningkatkan kemampuan berpikir sistem peserta didik dapat diketahui melalui kriteria *n-gain* yang diuji perbedaan masing-masing kelas minimal dengan kriteria sedang yang diadaptasi dari Hake (2002).

- h. *Effect size* pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui besar efek media pembelajaran android berbasis representasi visual terhadap peningkatan kemampuan berpikir sistem dan representasi peserta didik. Besarnya nilai *effect size* diinterpretasikan menggunakan kategori *Cohen's d* yang diadaptasi dari Becker (2000).

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Media Pembelajaran Android

Teknologi sangat memiliki peran yang sangat penting karena dapat membantu proses kegiatan pembelajaran dan dimanfaatkan dalam menciptakan media pembelajaran berbasis android (Ma'ruf et al., 2019; Sophia & Yensasnidar, 2019). Media pembelajaran yang diciptakan ini berisikan materi-materi pembelajaran. Konton-konten dikemas dengan menarik dan sangat mudah diakses serta dipahami (Ambarita et al., 2020).

Media merupakan komponen yang berfungsi untuk perantara atau pembawa pesan dari pengirim ke penerima. Media ini dapat meliputi orang, bahan, alat atau kegiatan yang dapat menciptakan keadaan yang dapat menghasilkan pengetahuan, keterampilan dan sifat (Rustandi, 2020). Media pembelajaran adalah sarana atau alat bantu pendidikan yang dapat digunakan sebagai perantara dalam proses pembelajaran untuk mempertinggi efektivitas dan efisiensi dalam mencapai tujuan pengajaran (Sanaky, 2013). Pada hakikatnya media pembelajaran sebagai sarana untuk menyampaikan pesan atau informasi dari sumber pesan diteruskan ke penerima pesan. Pesan atau bahan ajar yang disampaikan adalah materi pembelajaran untuk mencapai tujuan pembelajaran atau sejumlah kompetensi yang telah dirumuskan.

Media pembelajaran berbasis aplikasi android merupakan suatu yang baru dalam dunia pendidikan, media pembelajaran ini berbentuk sebuah aplikasi pendidikan yang memuat materi dan bahan ajar. Aplikasi tersebut dapat diunduh pada *smartphone* dan *gadget* yang bersistem operasi android, pada aplikasi *google play* ataupun *play store*. Pada dasarnya media pembelajaran berbasis android adalah

suatu produk media pembelajaran berbentuk sebuah aplikasi (Alimiah et al., 2021; Ma'ruf et al., 2019; Mu, 2017).

Penggunaan aplikasi ini membuat media pembelajaran semakin menarik dan beragam. Penggunaan aplikasi android sebagai media pembelajaran harus memenuhi beberapa kriteria. Thorn. W dalam buku Hujair A.H Sanaky (2013:208), mengajukan enam kriteria untuk menilai multimedia interaktif, yaitu:

- 1) Kemudahan navigasi, artinya sebuah program media harus dirancang sesederhana, serapi, dan seindah mungkin
- 2) Ada kandungan kognisi,
- 3) Pengetahuan dan presentasi informasi. Kedua kriteria diatas adalah untuk menilai isi dari program itu sendiri, apakah program itu telah memenuhi kebutuhan pembelajaran si pembelajar atau belum.
- 4) Integrasi media, yaitu media itu harus bisa mengintegrasikan aspek tujuan pembelajaran, materi yang harus dipelajari, metode artinya variasi metode yang digunakan dan kemampuan si pembelajar.
- 5) Untuk menarik minat pembelajar, program media harus mempelajari tampilan yang artistik dan tak lupa estetika juga merupakan kriteria.
- 6) Fungsi secara keseluruhan, artinya program yang dikembangkan harus memberikan pembelajaran yang diinginkan oleh pembelajar (tujuan pembelajaran), sehingga pada waktu selesai menjalankan sebuah program (belajar) dia akan merasa telah belajar sesuatu dengan nyaman dan menyenangkan.

Beberapa konsep pembelajaran menerapkan teknologi dalam proses belajar mengajar. Proses pembelajaran tersebut antara lain pembelajaran *online*, pembelajaran elektronik, dan pembelajaran berbasis komputer serta ada juga pembelajaran *mobile* (Bernacki et al., 2020). Salah satu media pembelajaran yang menarik dan berkembang saat ini adalah *mobile learning*, *mobile learning* merupakan kegiatan belajar mengajar yang memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi yang mengacu pada perangkat bergerak yang bergerak melalui perangkat bergerak seperti handphone, smartphone, tablet, *personal digital assistance* ( PDA), notebook, dan netbook, dengan tersedianya bahan ajar yang

dapat diakses setiap saat dan visualisasi materi yang menarik dan interaktif didalamnya (Bernacki et al., 2020; Hakim et al., 2020).

Pembelajaran seluler atau *m-learning* adalah belajar di berbagai konteks, sosial dan interaksi konten, menggunakan perangkat elektronik (Bernacki et al., 2020; Cochrane, 2015). Tujuan utama dari penggunaan perangkat seluler adalah agar peserta didik mampu untuk berkomunikasi dengan teman sebaya, pendidik, ahli, dan dunia, serta berinteraksi dengan konten (yaitu, mengonsumsi, mengedit, dan memproduksi) tanpa kekurangan kemampuan spasial dan temporal. Pembelajaran seluler mengubah pembelajaran tradisional menjadi pembelajaran yang berfokus pada teknologi sehingga pembelajaran tidak terbatas oleh ruang dan lingkungan (Cochrane, 2015; Merchant, 2012).

Meskipun *m-learning* memiliki potensi besar dan inovatif dalam pengembangan teknologi seluler, kerangka kerja teoretis untuk meninjau beragam pembelajaran dalam konteks pembelajaran jarak jauh masih kurang. Sehingga *m-learning* dianalisis dan diadopsi dari teori jarak transaksional dan dimodifikasi dengan menambahkan dimensi baru untuk mencerminkan karakteristik teknologi seluler yang mendukung aspek belajar individu dan sosial. Terdapat empat jenis mobile learning yang dihasilkan dalam konteks pendidikan jarak jauh yang meliputi (Park, 2011):

1. *Type 1: High Transactional Distance and Socialized Mobile Learning Activity (HS)*

Tipe ini mungkin menggantikan kegiatan kelompok kelas tradisional yang dimediasi teknologi di mana siswa dalam kelompok atau berpasangan melakukan tugas atau penugasan yang diberikan. *M-learning* yang tergolong tipe ini yaitu ketika pembelajar memiliki lebih banyak jarak psikologis dan ruang komunikasi dengan instruktur atau dukungan kelembagaan mereka, peserta didik terlibat dalam pembelajaran kelompok atau proyek di mana mereka berkomunikasi, bernegosiasi, dan berkolaborasi satu sama lain. Materi pembelajaran atau aturan kegiatan disampaikan dari program yang

telah ditentukan melalui perangkat seluler. Instruktur atau guru memiliki keterlibatan yang sangat minimal dalam memfasilitasi kegiatan kelompok.

2. *Type 2: High Transactional Distance and Individualized Mobile Learning Activity (HI)*

Jenis ini menunjukkan perpanjangan dari *e-learning* yang memungkinkan fleksibilitas dan portabilitas yang lebih besar. Pembelajaran seluler ini juga memungkinkan akses ke sistem Pendidikan siswa di pedesaan. Kegiatan *m-learning* diklasifikasikan sebagai tipe 2 ketika peserta didik memiliki jarak lebih banyak ruang psikologis dan komunikasi dengan instruktur atau dukungan instruksional pelajar individu menerima konten dan sumber daya yang terstruktur dengan baik dan terorganisir dengan baik (misalnya rekaman kuliah dan bacaan) melalui perangkat seluler, individu peserta didik menerima konten dan mengontrol proses belajar mereka untuk menguasainya.

3. *Type 3: Low Transactional Distance and Socialized Mobile Learning Activity (LS)*

Dalam tipe ini, pelajar berinteraksi baik dengan instruktur maupun pelajar lain seperti saat mereka menggunakan perangkat seluler. Pelajar memiliki ruang psikologis dan komunikasi yang kurang dengan instruktur, instruksi terstruktur secara longgar, bekerja sama dalam kelompok saat mereka menyelesaikan soal dan masalah untuk mencapai tujuan bersama, dan melakukan interaksi sosial, negosiasi, dan komunikasi yang sering secara alami. Tipe ini menunjukkan bentuk paling maju dalam hal keserbagunaan *m-learning* dan interaksi sosial peserta didik.

4. *Type 4: Low Transactional Distance and Individualized Mobile Learning Activity (LI)*

Jenis *m-learning* ini mengacu pada kurangnya ruang psikologis dan komunikasi antara instruktur dan pelajar, konten pembelajaran yang terstruktur secara longgar dan tidak terdefinisi, peserta didik dapat berinteraksi langsung dengan instruktur, dan instruktur memimpin dan mengontrol pembelajaran

dalam upaya untuk memenuhi kebutuhan individu peserta didik sambil mempertahankan kebebasan peserta didik. Tipe ini menunjukkan karakteristik yang unik untuk *mobile learning* dan mendukung *blended* atau *hybrid learning*.

Paradigma pembelajaran seluler abad ke-21, menciptakan pembelajaran yang dapat diakses kapan saja dan di mana saja (Alimiah et al., 2021; Attewell, J., & Savill-Smith, 2004; Wu et al., 2021). Pembelajaran mulai bergeser dari berpusat pada pendidik menjadi berpusat pada peserta didik (Shih & Mills, 2007). Banyak teori pembelajaran mobile telah dihasilkan oleh pendidik, telah berfokus pada fitur utama yang mendefinisikan pembelajaran seluler sebagai pengalaman yang mendorong pembelajar untuk terlibat dalam pembelajaran (Baydas & Yilmaz, 2018; Bernacki et al., 2020; Ningsih & Adesti, 2020; Pereira & Rodrigues, 2013). Salah satu mobile learning yang digunakan saat ini adalah mobile learning berbasis android (Ambarita et al., 2020; Mu, 2017; Sophia & Yensasnidar, 2019)

*M-Learning* merupakan bentuk pembelajaran yang lebih spesifik dan memanfaatkan perangkat serta teknologi komunikasi seluler seperti smartphone. Smartphone Android memiliki potensi yang besar untuk digunakan sebagai media pembelajaran online, smartphone Android merupakan perangkat elektronik yang memiliki kemampuan untuk berkomunikasi baik melalui *messaging* (SMS), MMS, telepon dan jaringan internet dengan segala perkembangannya (*chatting*, *video call*, panggilan suara, media sosial, *e-mail*, dan lain-lain (Ambarita et al., 2020; Hakim et al., 2020; Mu, 2017; Sophia & Yensasnidar, 2019). Penggunaan *m-learning Android* dalam pembelajaran dapat menampilkan visualisasi serangkaian tampilan yang luas dapat digunakan untuk membuat aplikasi tertentu, termasuk teks, kotak, daftar, tombol, gambar, dan sebagainya (Hakim et al., 2020; Saputra & Kuswanto, 2019)

Android adalah sistem operasi yang paling populer dan dominan untuk *smartphone*. Android merupakan generasi baru dari *platform mobile* yang memberikan keleluasaan kepada pengembang untuk berkembang sesuai dengan

apa yang diharapkan, Android dipuji sebagai *platform mobile* pertama yang lengkap, terbuka dan gratis (Safaat, 2012). Pengembang diberikan keleluasaan untuk mengembangkan aplikasi Android sesuai dengan kebutuhan. Sedangkan menurut Android sering diidentikkan dengan telepon internet merupakan andalan para profesional muda untuk menunjang pekerjaan. Saat ini Android membuka peluang seluas-luasnya kepada para pengembang aplikasi untuk mengembangkan aplikasi sesuai dengan keinginan. Hal ini menunjukkan potensi yang besar untuk mengembangkan aplikasi *m-Learning* yang dapat berjalan di *smartphone Android*. Oleh karena itu, *smartphone* yang dilengkapi dengan sistem operasi Android ini memungkinkan untuk digunakan sebagai media pembelajaran online atau yang saat ini lebih populer disebut dengan *M-Learning (Mobile Learning)* (Enterperise, 2010; Mu, 2017).

## 2.2 Representasi Visual

Representasi visual adalah salah satu alat untuk meningkatkan kemampuan komunikasi, interpretasi, dan masalah pemecahan bagi peserta didik. Representasi membuat masalah atau fenomena sulit menjadi lebih mudah dipahami (Afify, 2018; Evagorou et al., 2015). Inovasi teknologi dalam pembelajaran membuka banyak peluang pendidikan untuk mengembangkan pembelajaran (pembelajaran adaptif), untuk meningkatkan interaksi siswa (pembelajaran koedukasi) dan mengubah peran pendidik. Menggunakan visual representasi dalam media pembelajaran tidak hanya menyediakan pemahaman tentang fenomena dan ilmiah konsep, tetapi juga menciptakan interpretasi kolektif (Sinaga et al., 2017; Tijsma et al., 2020)

Terdapat beberapa konsep yang menjelaskan apa yang dimaksud dengan visualisasi. Beberapa istilah yang berhubungan dengan visualisasi salah satunya, yaitu representasi visual, media visual, media literasi, keterampilan komunikasi visual, literasi visual, ilustrasi dan ilustrasi media (Dineva et al., 2019; Tytler, 2021; Wu et al., 2021). Menurut Lohse et al., (1994), representasi visual dalam pembelajaran

IPA dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori, yaitu grafik, tabel, diagram, peta, kartogram, ikon, dan gambar.

Definisi umum dan deskripsi terkait visualisasi, informasi, dan pengetahuan disajikan pada Tabel 1. Sedangkan, terdapat empat aspek representasi visual berdasarkan fungsinya, yaitu (Utami & Subiantoro, 2021):

1. Aspek dekoratif (*decorative aspect*), jika visual yang ditampilkan memiliki informasi yang tidak berhubungan dengan teks.
2. Aspek ilustratif (*illustrative aspect*), jika visual menunjukkan menjelaskan suatu objek atau fenomena berdasarkan teks, tapi tidak ada informasi lain atau tambahan informasi.
3. Aspek penjelas (*explanatory aspect*), jika visual dilengkapi dengan tambahan informasi yang mendukung visual lain dan berdasarkan teks.
4. Aspek pelengkap (*complementary aspect*), jika visual yang ditampilkan adalah citra pendukung atau pelengkap yang memiliki tambahan informasi tetapi tidak ditampilkan dalam teks utama

Tabel 1. Hubungan Visualisasi dan Konsep

| <b>Konsep</b>           | <b>Definisi</b>  |
|-------------------------|--|
| Visualisasi             | Bidang studi yang berkaitan dengan transformasi data ke representasi visual, di mana tujuannya adalah pemrosesan data kognitif yang efektif dan efisien  |
| Informasi               | Hasil penggalan makna dari data tingkat yang lebih rendah, baik melalui proses komputasi atau melalui transkripsi manusia  |
| Pengetahuan             | Hasil dari proses kognitif, baik melalui simulasi komputer atau melalui manusia atau transkripsi pengetahuan, menghasilkan tingkat pemahaman manusia yang lebih tinggi   |
| Visualisasi informasi   | Transformasi dari data tingkat rendah ke representasi visual bermakna yang diekstraksi dari data, di mana ekstraksi adalah proses komputasi atau proses transkripsi manusia; tujuannya adalah untuk mengeksplorasi data dan menciptakan wawasan baru                 |
| Visualisasi pengetahuan | Transformasi dari pengetahuan ke representasi visual dari pengetahuan, di mana pengetahuan adalah hasil dari proses kognitif yang dihasilkan dari simulasi komputer atau transkripsi manusia; Tujuannya adalah untuk meningkatkan transfer pengetahuan antar manusia |

Sumber: Engelbrecht et al., (2015)

Penalaran dalam sains melibatkan representasi eksternal yang dibangun selama proses penalaran internal (Nersessian, 2003). Representasi eksternal mencakup model, gambar, grafik, foto, dan banyak lainnya, serta perangkat yang memungkinkan dapat membuat representasi. Dari perspektif kognitif, representasi tidak hanya produk eksternal yang membuat pemikiran internal terlihat, tetapi juga elemen fungsional dari sistem penalaran (Alač & Hutchins, 2004). Ketika visualisasi terlibat dalam sistem pembelajaran, kognisi juga didistribusikan ke representasi visual. Sementara konstruksi representasi visual bisa menjadi alat yang efektif untuk berpikir dan belajar, keterlibatan dan minat siswa dalam kegiatan dapat beragam (Yoon et al., 2021).

### 2.3 Berpikir Sistem

Berpikir sistem menjadi populer setelah Senge (1990) menyebutkannya sebagai disiplin Kelima dari pembelajaran. Dalam sebuah organisasi, setiap bagian memiliki pengaruh terhadap totalitas. Pemikiran sistem adalah suatu perspektif untuk memahami kompleksitas dunia yang disebabkan oleh globalisasi dan juga dapat membantu untuk memahami hubungan di antara bagian-bagian sistem tersebut. (Boardman & Sauser, 2008; Johanessen et al., 1999).

Berpikir sistem (*system thinking*) memiliki ciri-ciri tertentu, diantaranya (Boardman & Sauser, 2008; Hidayatno, 2013):

1. Holistik. Dalam setiap situasi, diperlukan berpikir secara holistik, bukan dengan cara reduksionis. Berpikir holistic adalah tidak mengurangi masalah menjadi bagian yang lebih kecil dan tidak berpikir hanya sebagian.
2. Sibernetika. Dalam arti luas, sibernetika mencakup banyak hal. Tentang ilmu alam. Sibernetika harus melakukan hal mereka sendiri, seperti mekanika, elektromekanik, kelistrikan, biologi. Umpan balik adalah elemen sentral dari teori sibernetik. Semua perilaku dalam pencarian target dikendalikan oleh umpan balik pada koreksi yang relevan

3. Efektif. Ilmu sistem, erat kaitannya dengan prinsip-prinsip dasar manajemen dimana aktivitas mengubah input menjadi output yang dilakukan secara sistematis dan untuk mencapai tingkat efektivitas dan efisiensi.

Berpikir sistem, jika digabungkan pemahaman dari definisi berpikir, proses berpikir, pola berpikir dan definisi dari sistem, maka berpikir sistem didefinisikan sebagai, keahlian berpikir untuk melihat struktur umpan-balik sebab-akibat pada elemen-elemen sistem permasalahan dalam berbagai dimensi kontekstual yang bisa mengubah ciri holistik dari sistem dengan sebuah proses yang iteratif dan interaktif untuk membangun, memodifikasi dan meningkatkan kualitas struktur internal pikiran (model mental) melalui serangkaian pertanyaan dialogis reflektif yang berbasis pada ciri-ciri sistem sebagai alat bantu (Hidayatno, 2013).

Berpikir sistem memperluas cakupan keputusan yang dapat diakses untuk menangani suatu masalah dengan memperluas penalaran dan membantu dalam mengartikulasikan masalah dengan cara baru dan beragam (Clark et al., 2017; Toetenel & Rienties, 2016). Secara bersamaan, standar berpikir sistem membuat kita sadar bahwa tidak ada pengaturan yang ideal; keputusan yang kita miliki akan memengaruhi bagian kerangka kerja yang berbeda. Berpikir sistem memungkinkan untuk menetapkan keputusan berdasarkan informasi. Pemikiran sistem diperlukan untuk mempersiapkan sistem yang semakin kompleks dan siap untuk globalisasi di masa mendatang (Goodman, 2016).

Dalam penelitian pendidikan sains, keterampilan berpikir sistem didefinisikan sebagai kemampuan untuk mempertimbangkan prinsip-prinsip terkoordinasi ketika memahami dan memprediksi interaksi elemen dalam sistem yang kompleks Dari perspektif pemikiran sistem (Johanessen et al., 1999; Zur et al., 2013). Berpikir sistem diperlukan untuk memecahkan permasalahan dalam ekologi yang membutuhkan pertimbangan dan pemahaman banyak elemen langsung dan efek tidak langsungnya. Ketika menganalisis efek perubahan dalam ekosistem, itu tidak cukup untuk hanya melihat organisme individu. Sebaliknya, efek pada tingkat interaksi populasi, seperti sebagai hubungan predator-mangsa, harus

diperhatikan. Hal ini sering melibatkan analisis tidak langsung dan efek siklus seperti umpan balik, konsekuensi yang dimediasi, dan potensi efek samping (Hokayem & Gotwals, 2016; Sophia & Yensasnidar, 2019)

Pada penelitian ini, framework berpikir sistem diadaptasi menjadi tiga dimensi yaitu (Assaraf & Orion, 2010; Schreiber, 2022):

Tabel 2. Aspek dan Indikator Berpikir Sistem

| <b>Dimensi Kemampuan Berpikir Sistem</b> | <b>Indikator Kemampuan Berpikir Sistem</b>  | <b>Sub Indikator Kemampuan Berpikir Sistem</b>  |
|--|---|---|
| Level 1<br>Analisis<br>komponen sistem   | Kemampuan untuk mengidentifikasi komponen sistem dan proses di dalam sistem   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengidentifikasi komponen yang terdapat di dalam ekosistem</li> <li>2. Mengidentifikasi satu elemen yang berpengaruh pada yang lain</li> </ol>  |
| Level 2<br>Sintesis<br>komponen sistem   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kemampuan untuk mengidentifikasi hubungan diantara komponen di dalam sistem</li> <li>2. Kemampuan untuk mengidentifikasi hubungan dinamis di dalam sistem</li> <li>3. Kemampuan mengatur komponen sistem dan proses dalam kerangka hubungan</li> <li>4. Kemampuan untuk memahami sifat siklus sistem</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Mengidentifikasi hubungan makan dan dimakan antara elemen ekosistem</li> <li>b. Menganalisis hubungan dinamis antara tiap elemen pada ekosistem</li> <li>c. Mengorganisasi komponen dan hubungannya dalam sistem</li> <li>d. Mendesain pola interaksi antar elemen yang terdapat pada ekosistem</li> <li>e. Menempatkan komponen, proses, dan hubungan di dalam ekosistem sebagai kerangka kerja yang menyajikan ekosistem secara keseluruhan.</li> </ol> |
| Level 3<br>Implementasi                  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kemampuan untuk membuat <i>generalisasi</i> (kesimpulan)</li> <li>2. Kemampuan untuk memahami dimensi tersembunyi dalam sistem</li> <li>5. Kemampuan untuk berpikir sementara: secara retrospektif (mengulang kembali) dan prediksi</li> </ol>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Menguji hipotesis dan pengembangan kebijakan yang dapat berdampak pada ekosistem</li> <li>b. Memprediksi perilaku yang akan muncul dari sistem akibat interaksi antar komponen pada ekosistem</li> <li>c. Memprediksi dampak yang timbul akibat keberadaan gangguan terhadap ekosistem</li> <li>f. Mengimplementasikan pola sistem baru berdasarkan hasil prediksi</li> </ol>   |

Kemampuan berpikir sistem dapat membantu peserta didik memahami hubungan saling ketergantungan antar konsep dan proses, dampak akibat, dan tanggung jawab antar elemen dalam suatu sistem agar mudah dipahami (Boehnert, 2018; Petersen et al., 2018).

## 2.4 Kemampuan Representasi

Kompetensi representasi adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan seperangkat keterampilan dan praktik untuk memungkinkan seseorang menggunakan berbagai representasi atau visualisasi, untuk memikirkan, mengkomunikasikan, dan bertindak atas fenomena. Penggunaan representasi berhasil membangun pemahaman yang dimiliki seseorang. Hal ini disebabkan bahwa penggunaan representasi dapat memaknai dan menegaskan bahwa kemampuan pengguna untuk berpartisipasi dalam aktivitas representasional yang bermakna (Kozma & Russel, 2005).

Kemampuan representasi dapat membangun pemahaman yang lebih mendalam melalui abstraksi, ekstensi dan relasi. Abstraksi, yaitu mendeteksi dan mengekstraksi subset elemen informasi yang relevan dari sebuah representasi; Ekstensi, yaitu memperluas pengetahuan yang dipelajari dalam satu representasi ke situasi baru dengan representasi lain atau membuat *generalisasi* dari beberapa representasi; dan 3) Relasi, yaitu menerjemahkan antara dua atau lebih representasi yang tidak serupa (Tsui & Treagust: 2013).

Pada penelitian ini, kompetensi kemampuan representasi yang digunakan diadaptasi dan dimodifikasi dari Kozma & Russel (2005) sebagai berikut:

1. Kemampuan menggunakan representasi untuk mendeskripsikan fenomena atau konsep saintifik, serta mengidentifikasi, mendeskripsikan, dan menganalisis fitur representasi.
2. Kemampuan membangun atau memilih suatu representasi dan menjelaskan alasan representasi tersebut cocok untuk tujuan tertentu

3. Kemampuan menggunakan kata-kata untuk mengidentifikasi dan menganalisis pola-pola fitur representasi tertentu
4. Kemampuan membandingkan dan mengkontraskan perbedaan representasi dan konten informasinya
5. Kemampuan menghubungkan berbagai representasi dengan memetakan fitur-fitur suatu jenis representasi ke dalam jenis representasi yang lain, dan menjelaskan hubungannya.
6. Kemampuan mengambil posisi epistemologis representasi yang sesuai atau memiliki perbedaan dari fenomena yang diobservasi
7. Kemampuan menggunakan representasi dan fitur-fiturnya untuk mendukung klaim, menarik kesimpulan, dan membuat prediksi.

Untuk mengetahui level kemampuan representasi yang telah dicapai oleh siswa maka jawaban siswa dapat dikelompokkan menggunakan kategori yang terdiri dari lima level berdasarkan struktur representasinya, yaitu:

Tabel 3. Level Kemampuan Representasi

| Level   | Keterangan  |
|---------|---|
| Level 1 | <i>Representation as depiction</i><br>Hanya merepresentasikan suatu fenomena berdasarkan fiturnya, yaitu representasi berupa gambaran isomorfik dan ikonik dari fenomena  |
| Level 2 | <i>Early symbolic skills</i><br>Merepresentasikan fenomena berdasarkan fitur dan juga mencakup beberapa elemen simbolik yang mengakomodasi keterbatasan media   |
| Level 3 | <i>Syntactic use of formal representation</i><br>Merepresentasikan fenomena berdasarkan fitur yang diamati dan entitas atau proses yang mendasari yang tidak teramati meskipun tidak akurat secara ilmiah   |
| Level 4 | <i>Semantic use of formal representation</i><br>Merepresentasikan fenomena dengan benar menggunakan simbol formal untuk mewakili entitas dan proses yang mendasari dan tidak dapat teramati. Mampu menggunakan sistem representasi formal berdasarkan aturan sintaksis dan makna relatif terhadap fenomena fisik yang diwakilinya, mampu membuat konteks di dua representasi yang berbeda atau mengubah representasi, mampu memberikan makna dasar yang sama untuk beberapa representasi yang berbeda secara dangkal, dan mengubah representasi yang diberikan setara dalam bentuk lain.<br>Mampu secara spontan menggunakan representasi untuk menjelaskan fenomena, memecahkan masalah, atau membuat prediksi |

Tabel 3.1 Lanjutan

|         |   |
|---------|---|
| Level 5 | <p><i>Reflective, rethorical use of representation</i></p> <p>Merepresentasikan fenomena dengan menggunakan satu atau lebih representasi untuk menjelaskan hubungan antara sifat fisik dan entitas serta proses yang mendasarinya. Mampu menggunakan fitur spesifik dari representasi untuk menjamin klaim. Mampu memilih atau menyusun representasi yang paling tepat untuk situasi tertentu dan menjelaskan alasan representasi lebih tepat digunakan dari yang lain.</p> <p>Mampu mengambil posisi epistemologis dari beberapa fenomena yang tidak dapat dialami secara langsung dan dapat dimengerti melalui representasi yang dibuatnya.</p> |
|---------|---|

Dikutip dari: Kozma & Russel (2005)

## 2.5 Ruang Lingkup Materi

Materi interaksi antara makhluk hidup dan lingkungannya dipelajari pada tingkat SMP/MTs kelas VII memiliki cakupan materi sebagai berikut:

Tabel 4. Capaian Pembelajaran, Keluasan dan Kedalaman Materi

| Capaian Pembelajaran  |   |
|---|---|
| Peserta didik mengidentifikasi interaksi antar makhluk hidup dan lingkungannya, |   |
| Keluasan  | Kedalaman   |
| Ekosistem   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pengertian lingkungan</li> <li>2. Pengertian ekosistem</li> <li>3. Macam-macam ekosistem</li> </ol>   |
| Komponen Ekosistem  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Komponen Biotik dan Abiotik</li> <li>2. Tingkatan organisme (Individu, Populasi, Komunitas, Ekosistem, Bioma, Biosfer)</li> </ol>           |
| Pola Interaksi  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hubungan interaksi antar makhluk hidup</li> <li>2. Rantai makanan</li> <li>3. Jaring-jaring makanan</li> <li>4. Piramida makanan</li> </ol> |

## 2.6 Kerangka Pemikiran

Kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan pada bidang pendidikan di abad ke-21 menyebabkan perkembangan yang sangat pesat sehingga banyak orang cenderung menggunakan perangkat seluler dalam mencari informasi. Salah satu perangkat seluler yang sering digunakan adalah smartphone berbasis android. Penggunaan android dalam pembelajaran ini sangat memudahkan proses pembelajaran. *M-*

*learning Android* dapat diakses dimanapun dan kapanpun serta memudahkan guru untuk melakukan variasi dalam pelaksanaan pembelajaran.

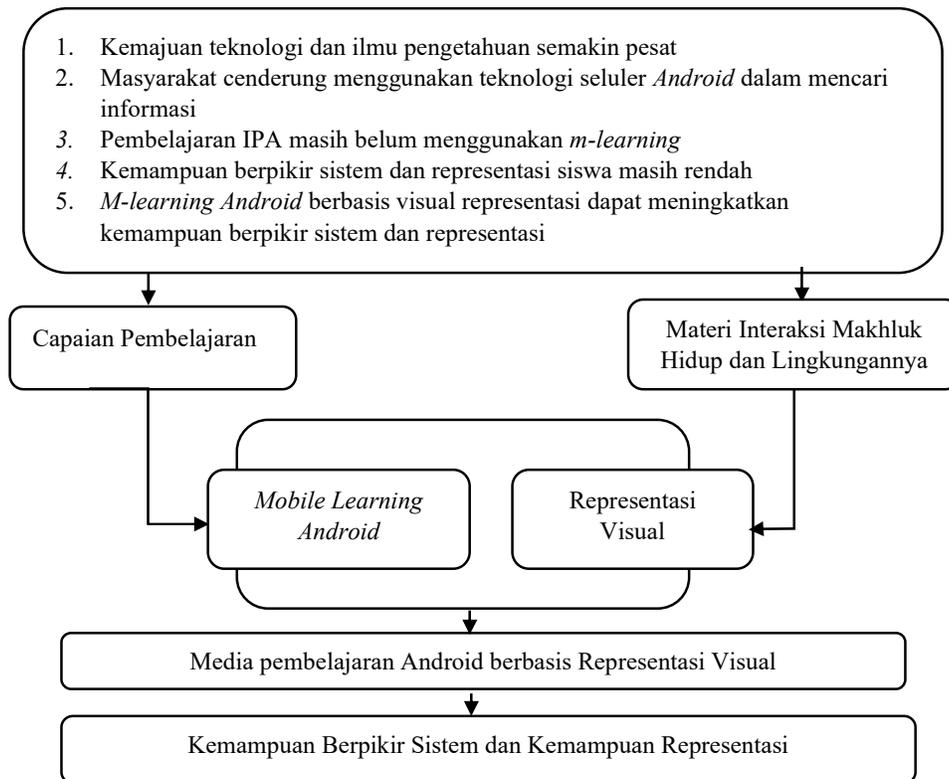
Namun, pembelajaran IPA yang berlangsung pada tingkat SMP umumnya belum menggunakan pembelajaran berbasis *m-learning Android*. Selain itu, penggunaan *m-learning* juga dapat menggabungkan konsep animasi dan visualisasi sehingga materi-materi yang kompleks dan sulit diamati dapat dengan mudah disajikan dalam proses pembelajaran. Visualisasi dalam proses penemuan ilmiah, pengajaran dan pembelajaran sains telah menjadi sesuatu yang sangat penting pada beberapa decade terakhir. Setiap informasi yang diperoleh pada pembelajaran representasi visual melibatkan pemrosesan kognitif termasuk membangun koneksi antara representasi bergambar dan verbal yang dapat menampung lebih banyak informasi dan meningkatkan pemahaman dan kemampuan berpikir sistem peserta didik.

Kemampuan berpikir sistem dapat membantu peserta didik dalam memahami hubungan saling ketergantungan antar konsep dan proses, dampak akibat, dan tanggung jawab antar elemen dalam suatu sistem agar mudah dipahami. Namun, kemampuan berpikir sistem pada siswa SMP khususnya pada materi interaksi makhluk hidup dan lingkungannya masih rendah. Pendidik masih banyak menggunakan pembelajaran yang usang berpusat pada pendidik kurang meningkatkan kemampuan siswa dalam menganalisis dan menjawab pertanyaan sehingga penguasaan keterampilan berpikir di kalangan siswa masih rendah.

Salah satu cara untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem tersebut adalah dengan cara menggunakan media pembelajaran dengan representasi visual untuk memahami materi yang abstrak dan kompleks. Media pembelajaran yang digunakan dalam pembelajaran harus dirancang lebih efektif, efisien, dan optimal. Melalui *m-learning*, media pembelajaran yang dirancang dapat diintegrasikan dengan visual representasi, sehingga peserta didik akan mampu mengembangkan kompetensi yang dimiliki untuk memecahkan masalah, menemukan dan merancang hal baru, melakukan pemikiran yang logis dan memahami konsep-

konsep abstrak yang ada sehingga dapat memunculkan kemampuan berpikir sistem yang meliputi aspek sintesis, umpan balik, linearitas dan kausalitas.

Media pembelajaran yang digunakan dalam penelitian ini adalah *m-learning* android berbasis visual representasi pada materi interaksi makhluk hidup dan lingkungannya. Pengajaran materi interaksi makhluk hidup dan lingkungan menimbulkan kesulitan besar bagi pembelajaran yang berkaitan dengan sifat sistemik yang kompleks dari materi tersebut sehingga materi tersebut sangat tepat untuk diintegrasikan dalam *m-learning* android berbasis visual representasi untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem dan representasi. Adapun kerangka pikir pada penelitian ini terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Desain Penelitian

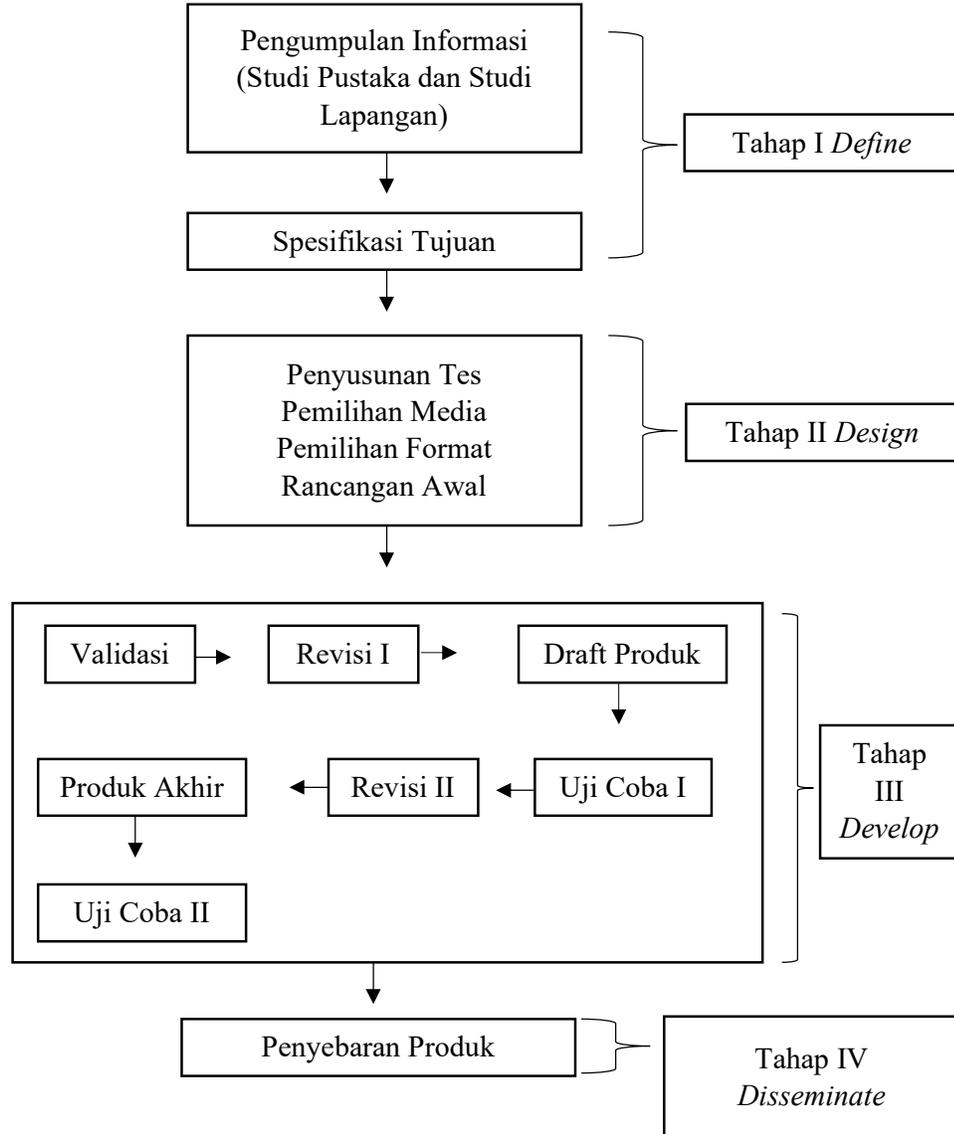
Penelitian ini menggunakan desain pengembangan (*Research and Development*) model 4D yang dikemukakan oleh Thiagarajan & Semmel (1974). Model 4-D (four D) terdiri atas 4 tahap yaitu: *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan), dan *Disseminate* (penyebaran). Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan media pembelajaran android berbasis representasi visual pada materi interaksi makhluk hidup dan lingkungannya untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem peserta didik.

#### 3.2 Lokasi dan Subjek Penelitian

Lokasi dan Subjek penelitian dilakukan dengan menggunakan teknik *purposive sampling*. Sekolah dipilih berdasarkan pertimbangan kualitas, lokasi dan pembelajaran yang telah dilakukan. Peneliti memilih kelas VII karena media pembelajaran yang akan dikembangkan berdasarkan materi kelas VII mengenai Interaksi Makhluk Hidup dan Lingkungannya.

#### 3.3 Prosedur Pengembangan

Langkah-langkah pengembangan media pembelajaran menggunakan model 4D yang dikemukakan Thiagarajan & Semmel (1974) terdiri dari empat langkah yaitu tahap pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*) dan diseminasi (*disseminate*). Model tahapan pengembangan ini dipilih karena langkah-langkahnya sesuai dengan rancangan penelitian untuk mengembangkan perangkat pembelajaran khususnya media pembelajaran. Alur penelitian dan pengembangan pada penelitian ini secara ringkas dijelaskan pada Gambar berikut ini:



Gambar 2. Alur penelitian

Adapun langkah-langkah penelitian *R & D* model 4D diuraikan sebagai berikut:

#### 1. Tahap pendefinisian (*define*)

Tahap pendefinisian dilakukan untuk menentukan dan mendefinisikan kebutuhan-kebutuhan dalam mengumpulkan informasi berkaitan dengan penelitian dan pengembangan yang akan dilakukan. Tahap ini dilakukan melalui studi pustaka, studi lapangan dan spesifikasi tujuan.

a. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan mengkaji analisis kebutuhan pendidik dan peserta didik, studi pustaka, studi literatur yang relevan dengan penelitian, analisis terhadap Capaian Pembelajaran terkait materi, analisis keluasaan dan kedalaman materi, analisis kurikulum dan analisis penelitian-penelitian terkini terkait media pembelajaran Android berbasis representasi visual. Adapun beberapa literatur dan penelitian yang relevan dengan pengembangan produk ini yaitu studi literatur tentang media pembelajaran android, representasi visual, berpikir sistem dan materi interaksi makhluk hidup dengan lingkungan.

b. Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan untuk memperoleh informasi tentang penggunaan media pembelajaran; pengetahuan mengenai media pembelajaran Android; pengetahuan visual representasi; pengetahuan materi interaksi makhluk hidup dengan lingkungan; dan kesulitan-kesulitan pada proses pembelajaran.

c. Spesifikasi Tujuan

Analisis tujuan pembelajaran dilakukan untuk menentukan indikator pencapaian kompetensi berdasarkan analisis keluasaan kedalaman materi dan indikator yang digunakan.

2. Tahap perancangan (*design*)

Tahap selanjutnya adalah tahap perancangan. Tahap perancangan ini bertujuan merancang media pembelajaran Android berbasis representasi visual yang dapat digunakan pada pembelajaran IPA. Terdapat beberapa langkah yang harus dilalui pada tahap ini yakni *constructing criterion-referenced test* (penyusunan standar tes), *media selection* (pemilihan media), *format selection* (pemilihan format), dan *initial design* (rancangan awal). Adapun rinciannya sebagai berikut:

a. Penyusunan standar tes (*constructing criterion-referenced test*)

Penyusunan standar tes dilakukan berdasarkan penyusunan tujuan pembelajaran yang akan dicapai. Tujuan pembelajaran ini menjadi tolak ukur kemampuan

peserta didik. Pengukuran dapat dilakukan selama dan setelah kegiatan pembelajaran berlangsung baik berupa kognitif, sikap dan psikomotor.

b. Pemilihan media (*media selection*)

Pemilihan media dilakukan untuk mengidentifikasi media pembelajaran yang dikembangkan harus relevan dan sesuai dengan karakter dan kebutuhan dari pendidik serta peserta didik. Media yang dikembangkan harus sesuai dengan hasil analisis kebutuhan yang telah dilakukan dan tujuan pembelajaran yang akan dilakukan. Media pembelajaran yang digunakan adalah media pembelajaran android berbasis representasi visual.

c. Pemilihan format (*format selection*)

Pemilihan format dilakukan supaya format yang dipilih sesuai dengan materi pembelajaran yang digunakan. Format yang digunakan pada penelitian ini adalah representasi visual yang diintegrasikan pada Android.

d. Desain awal (*initial design*)

Desain awal rancangan media pembelajaran android yang dibuat oleh peneliti kemudian diberikan masukan oleh dosen pembimbing. Masukan ini digunakan untuk memperbaiki media pembelajaran android sebelum dilakukan uji coba.

3. Tahap pengembangan (*develop*)

Produk media pembelajaran android yang dikembangkan memuat materi interaksi makhluk hidup dan lingkungannya. Terdapat beberapa Langkah dalam tahap pengembangan ini yakni validasi ahli, uji coba lapangan awal, revisi produk, uji coba lapangan. Adapun rinciannya sebagai berikut:

a. Validasi ahli

Validasi oleh ahli dilakukan untuk memvalidasi secara konstruk, Bahasa dan isi, Hasil validasi ini nantinya akan digunakan untuk revisi produk awal. Media pembelajaran yang dikembangkan akan divalidasi oleh dosen ahli materi, ahli media , serta praktisi pendidikan dengan pengalaman mengajar lebih dari 10

tahun, sehingga kelayakan dari media pembelajaran yang dikembangkan diketahui.

b. Uji coba lapangan awal

Uji coba produk awal dilaksanakan untuk mengetahui respon dari peserta didik dan pendidik. Uji coba produk awal ini bersifat terbatas dan dilakukan dalam skala kecil. Uji coba lapangan awal merupakan uji coba pertama yang dilakukan setelah dinyatakan valid oleh validator ahli. Uji coba ini bertujuan untuk melihat kualitas media pembelajaran android yang dikembangkan. Uji ini akan dilakukan pada 20 orang peserta didik kelas VII dan 2 orang guru yang dipilih secara acak untuk mengetahui kemenarikan, kebermanfaatan dan keterbacaan media pembelajaran.

c. Revisi produk

Berdasarkan hasil uji coba terbatas, kemudian dilakukan perbaikan atau penyempurnaan terhadap media pembelajaran android yang dikembangkan, sehingga media pembelajaran android yang dikembangkan berikutnya adalah sebuah media pembelajaran android yang siap digunakan untuk uji operasional lapangan.

d. Uji coba lapangan

Uji coba dilakukan untuk menguji keefektifan dari media pembelajaran berbasis android dan terintegrasi representasi visual untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem dan representasi peserta didik. Uji coba dilakukan dengan desain *pre-test-posttest non-equivalent control group design* (Creswell, 2012). Kelompok uji coba terdiri dari kelas eksperimen dan kelas kontrol yang mendapatkan perlakuan pembelajaran berbeda. Kelas eksperimen menerima perlakuan pembelajaran menggunakan media berbasis Android yang baru dikembangkan, sementara kelas kontrol diberikan perlakuan pembelajaran konvensional atau metode pengajaran standar yang biasa digunakan. Perbedaan perlakuan ini memungkinkan peneliti untuk membandingkan dampak kedua pendekatan pembelajaran terhadap variabel terikat yang diteliti, yaitu kemampuan berpikir

sistem dan kemampuan representasi peserta didik, dengan membandingkan skor *pre-test* dan *posttest* dari kedua kelompok. Desain *pre-test-posttest non-equivalent control group* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5. *Pre-test-Posttest Non-Equivalent Control Group*

| <b>Kelompok</b> | <b><i>Pre-test</i></b> | <b>Perlakuan</b> | <b><i>Post-test</i></b> |
|-----------------|------------------------|------------------|-------------------------|
| Eksperimen      | O <sub>1</sub>         | X <sub>1</sub>   | O <sub>2</sub>          |
| Kontrol         | O <sub>3</sub>         | X <sub>2</sub>   | O <sub>4</sub>          |

Keterangan:

O<sub>1</sub> dan O<sub>3</sub> : *Pre-test*

O<sub>2</sub> dan O<sub>4</sub> : *Post-test*

X<sub>1</sub> : Pembelajaran dengan menggunakan media pembelajaran berbasis android dan terintegrasi representasi visual

X<sub>2</sub> : Pembelajaran dengan menggunakan media *power point*

#### 4. Diseminasi (*disseminate*)

Setelah uji coba terbatas dan instrumen telah direvisi, tahap selanjutnya adalah tahap diseminasi. Tujuan dari tahap ini adalah menyebarluaskan media pembelajaran android berbasis visual representasi yang sudah dikembangkan. Pada penelitian ini hanya dilakukan diseminasi terbatas, yaitu dengan menyebarluaskan dan mempromosikan produk akhir terbatas kepada guru IPA di Lampung.

### 3.4 Teknik pengumpulan data

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui instrumen penelitian yaitu alat yang digunakan untuk mengumpulkan data. Data pada penelitian ini terdiri dari 2 jenis data yaitu data kualitatif dan data kuantitatif. Instrumen pada penelitian ini meliputi:

### 1. Instrumen studi pendahuluan

Pada studi pendahuluan digunakan instrumen berupa angket kebutuhan pendidik dan peserta didik yang digunakan untuk mencari informasi tentang pendekatan pembelajaran dan penggunaan bahan ajar yang telah digunakan dalam pembelajaran. Instrumen studi pendahuluan ini terdiri atas instrument analisis kebutuhan pendidik dan peserta didik. Adapun kisi-kisi instrument studi pendahuluan tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Kisi-Kisi Instrumen Analisis Kebutuhan Pendidik

| Aspek   | Sub Aspek   | Item Pertanyaan |
|---|---|-----------------|
| <i>Mobile Learning</i>  | Pemahaman pendidik tentang <i>mobile learning</i>                             | 1               |
|   | Penggunaan <i>mobile learning</i> pada pembelajaran IPA                       | 2               |
| Media Pembelajaran berbasis Representasi Visual                   | Penggunaan media pembelajaran IPA   | 4, 5, 6         |
|   | Kebutuhan media pembelajaran IPA  | 3, 13           |
| Pembelajaran IPA materi Interaksi Makhluk Hidup dan Lingkungannya | Kesulitan dalam pembelajaran materi Interaksi Makhluk Hidup dan Lingkungannya | 11,12           |
| Kemampuan Berpikir Sistem   | Kemampuan berpikir sistem yang dilatih  | 7               |
| Kemampuan Representasi  | Kemampuan representasi yang dilatih   | 8, 9, 10        |

Tabel 7. Kisi-Kisi Instrumen Analisis Kebutuhan Peserta Didik

| Aspek   | Sub Aspek   | Item Pertanyaan |
|---|---|-----------------|
| <i>Mobile Learning</i>                          | Penggunaan <i>mobile learning</i> pada pembelajaran IPA | 1               |
| Media Pembelajaran berbasis Representasi Visual | Penggunaan media pembelajaran IPA                       | 2, 3            |

Tabel 7. Lanjutan

|   |   |         |
|---|---|---------|
| Media Pembelajaran berbasis Representasi Visual                   | Kebutuhan media pembelajaran IPA  | 11      |
| Pembelajaran IPA materi Interaksi Makhluk Hidup dan Lingkungannya | Kesulitan dalam pembelajaran materi Interaksi Makhluk Hidup dan Lingkungannya | 9, 10   |
| Kemampuan Berpikir Sistem   | Kemampuan berpikir sistem yang dilatih  | 4, 5, 6 |
| Kemampuan Representasi  | Kemampuan representasi yang dilatih   | 7, 8    |

## 2. Instrumen validitas produk

Validasi produk dilakukan dengan oleh 3 validator ahli dalam bidang isi, konstruksi dan praktisi pendidikan. Pada setiap instrumen terdapat kolom saran agar validator dapat menuliskan saran untuk perbaikan produk. Adapun kisi-kisi dari aspek isi, konstruksi dan bahasa dalam lembar validasi sebagai berikut:

### a. Kisi-Kisi Instrumen Validasi Materi/Isi

Kisi-kisi instrumen validasi materi/isi berisikan 16 butir pernyataan yang memuat tentang isi dari media pembelajaran android berbasis representasi visual yang dinilai oleh validator (Tabel 8).

Tabel 8. Kisi-Kisi Instrumen Validasi Ahli Materi

| No | Aspek yang dinilai   | Item Pertanyaan |
|----|--|-----------------|
| 1  | Kesesuaian isi media pembelajaran dengan Indikator   | 1, 2            |
| 2  | Kesesuaian konsep dan definisi yang disajikan dalam media pembelajaran                                 | 3               |
| 3  | Kesesuaian Fakta dan data, contoh kasus yang disajikan dalam media pembelajaran dengan kehidupan nyata | 4, 5            |
| 4  | Kesesuaian Gambar dan tabel yang disajikan dalam media pembelajaran sesuai dengan materi               | 6, 7            |
| 5  | Kesesuaian Video yang disajikan dalam media pembelajaran dengan materi                                 | 8               |
| 6  | Ketepatan keluasaan dan kedalaman materi yang digunakan  | 11              |
| 7  | Kesesuaian Latihan soal dengan indikator   | 9, 10, 12       |

Tabel 8. Lanjutan

|   |  |           |
|---|--|-----------|
| 8 | Kesesuaian umpan balik dengan materi   | 13        |
| 9 | Kesesuaian materi dan kegiatan belajar sudah mencerminkan keruntutan dan keterkaitan isi | 14, 15,16 |

## b. Kisi-kisi instrument uji konstruksi

Kisi-kisi instrumen validasi konstruk berisikan 30 butir pernyataan yang memuat tentang kesesuaian konstruksi dari media pembelajaran android berbasis representasi visual dengan format media pembelajaran android yang sesuai (Table 9).

Tabel 9. Kisi-Kisi Instrumen Validasi Ahli Media

| No   | Aspek yang dinilai  | Item Pertanyaan |
|--|---|-----------------|
| <b>Kesesuaian produk yang dikembangkan dengan media pembelajaran yang ideal</b>                      |   |                 |
| 1  | Kelengkapan identitas media pembelajaran android berupa cover, nama pengarang, kelas, mata pelajaran dan materi pokok | 1               |
| 2  | Kelengkapan bagian media pembelajaran berupa peta konsep, daftar pustaka, dan profil penulis                          | 2               |
| 3  | Ketersediaan analisis program pembelajaran seperti KD, indikator dan tujuan pembelajaran                              | 4, 5            |
| 4  | Ketersediaan petunjuk penggunaan, latihan dan uji kompetensi dan umpan balik pada media pembelajaran android          | 3, 6, 7, 8      |
| <b>Tampilan media pembelajar android virtual representatif</b>                                       |   |                 |
| 5  | Kesesuaian gambar cover dengan isi Media pembelajaran android   | 9               |
| 6  | Kesesuaian penggunaan jenis font dan variasi huruf  | 10              |
| 7  | Kesesuaian tata letak (judul, subjudul, kata pengantar, daftar isi, video, gambar)                                    | 11, 12          |
| 8  | Kemudahan menemukan tombol navigasi   | 13              |
| 9  | Konsistensi letak tombol navigasi   | 14              |
| 10   | Konsistensi penggunaan jenis tombol navigasi  | 15              |
| 11   | Kemudahan dalam penggunaan tombol navigasi  | 16              |
| 12   | Ketepatan pemilihan warna   | 17              |
| 13   | Ketepatan proporsi/ukuran media   | 18              |
| <b>Kesesuaian Konstruksi Media pembelajaran android yang dikembangkan dengan representasi visual</b> |   |                 |
| 14   | Kesesuai tombol atau symbol yang digunakan dengan materi  | 19              |
| 15   | Kesesuaian gambar yang digunakan untuk materi   | 20              |
| 16   | Kemenarikan gambar yang digunakan untuk materi  | 21              |
| 17   | Kesesuaian animasi yang digunakan untuk materi  | 22              |

Tabel 9. Lanjutan

|  |  |        |
|--|--|--------|
| 18   | Kemenarikan animasi yang digunakan untuk materi              | 23     |
| 19   | Kesesuaian video yang digunakan untuk materi                 | 24     |
| 20   | Kemenarikan video yang digunakan untuk materi                | 25     |
| 21   | Kualitas suara yang digunakan pada media pembelajaran        | 26     |
| 22   | Kualitas video yang digunakan pada media pembelajaran        | 27     |
| 23   | Kualitas gambar yang digunakan pada media pembelajaran       | 28     |
| <b>Kesesuaian Konstruksi Media pembelajaran android yang dikembangkan dengan Kemampuan Berpikir Sistem</b> |  |        |
| 24   | Kesesuaian tampilan terhadap stimulasi untuk berpikir sistem | 29, 30 |

### c. Kisi-Kisi Instrumen Validasi Praktisi

Kisi-kisi instrumen validasi bahasa berisikan 19 butir pernyataan yang memuat tentang kepraktisan dari media pembelajaran android berbasis representasi visual (Tabel 10 ).

Tabel 10. Kisi-Kisi Validasi Praktisi

| No | Aspek yang dinilai                              | Item Pertanyaan |
|----|---|-----------------|
| 1  | Kesesuaian tujuan pembelajaran dengan KI dan KD | 1               |
| 2  | Kelengkapan materi                              | 2               |
| 3  | Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran    | 3               |
| 4  | Kejelasan penyampaian materi                    | 4               |
| 5  | Kemudahan dalam memahami materi                 | 5, 6            |
| 6  | Sistematika penyampaian materi                  | 7               |
| 7  | Kesesuaian evaluasi dengan tujuan pembelajaran  | 8               |
| 8  | Pemberian umpan balik terhadap evaluasi         | 9               |
| 9  | Penggunaan media efektif dan efisien            | 10              |
| 10 | Dapat dikelola/dipelihara dengan mudah          | 11              |
| 11 | Kemudahan dalam pengoperasian media             | 12              |
| 12 | Kejelasan petunjuk penggunaan                   | 13              |
| 13 | Komunikatif                                     | 14              |
| 14 | Kerapian desain                                 | 15, 16          |
| 15 | Kemenarikan desain                              | 17, 18, 19      |

### 3. Instrumen kemenarikan produk

Instrumen angket respon peserta didik dan pendidik berupa pernyataan untuk menilai kemenarikan media pembelajaran android yang telah dibuat. Responden diminta untuk menanggapi pernyataan melalui kuisioner dengan ketentuan: SS = sangat setuju; S = setuju; TS = tidak setuju; STS = sangat tidak setuju. Adapun kisi-kisi angket respon pendidik dan peserta didik sebagai berikut.

Tabel 11. Kisi-Kisi Angket Respon Pendidik

| Indikator penilaian | Item soal                       |
|---------------------|---------------------------------|
| Kemenarikan         | 6, 7, 8, 9, 10                  |
| Kebermanfaatan      | 3, 4, 5, 11, 12, 13, 14, 15, 16 |
| Kemudahan           | 1, 2, 17, 18, 19, 20            |

Tabel 12. Kisi-Kisi Angket Respon Peserta Didik

| Indikator penilaian | Item soal                      |
|---------------------|--------------------------------|
| Kemenarikan         | 7, 8, 9, 10, 19                |
| Kebermanfaatan      | 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 20 |
| Kemudahan           | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 18           |

#### 4. Instrumen keefektifan

Instrumen yang digunakan berupa tes. Tes yang digunakan meliputi *pre-test* dan *posttest* terdiri dari soal essay. Data yang diperoleh dari tes ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas media pembelajaran yang dikembangkan dalam meningkatkan kemampuan berpikir sistem dan representasi. Instrumen *pre-test* dan *post-test* diuji validitas dan reliabilitasnya menggunakan program SPSS 21. Uji reliabilitas dihitung menggunakan koefisien *product moment*. Kriteria pengujian apabila  $r$  hitung  $>$   $r$  tabel maka alat ukur tersebut dinyatakan valid, dan sebaliknya apabila  $r$  hitung maka alat ukur tersebut adalah tidak valid. Kriteria validitas instrumen tes menurut Arikunto (2016) disajikan pada table 13.

Tabel 13. Kriteria Validitas Instrumen tes

| Nilai $r$   | Interpretasi  |
|-------------|---------------|
| 0,81 – 1,00 | Sangat Tinggi |
| 0,61 – 0,80 | Tinggi        |
| 0,41 – 0,60 | Cukup         |
| 0,21 – 0,40 | Rendah        |
| 0,00 – 0,20 | Sangat Rendah |

Uji reliabilitas instrumen *pre-test post-test* menggunakan program SPSS 21 dengan model Alpha Cronbach's yang diukur berdasarkan skala Alpha Cronbach's 0 sampai 1. Derajat reliabilitas alat evaluasi menurut Arikunto (2016) yang dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Klasifikasi Reliabilitas

| Koefisien Reliabilitas    | Interpretasi                       |
|---------------------------|------------------------------------|
| $0,80 < r_{11} \leq 1,00$ | Derajat reliabilitas sangat tinggi |
| $0,60 < r_{11} \leq 0,80$ | Derajat reliabilitas tinggi        |
| $0,40 < r_{11} \leq 0,60$ | Derajat reliabilitas sedang        |
| $0,20 < r_{11} \leq 0,40$ | Derajat reliabilitas rendah        |
| $r_{11} \leq 0,40$        | Derajat reliabilitas sangat rendah |

### 5. Instrumen *pre-posttest*

Kemampuan berpikir sistem dan representasi yang terjadi pada peserta didik dapat diketahui dengan melakukan tes uraian. Kisi-kisi instrumen tes dapat dilihat pada Tabel 15 dan 16.

Tabel 15. Kisi-Kisi Instrumen Tes Kemampuan Berpikir Sistem

| Indikator  | No. Butir |
|--|-----------|
| Mengidentifikasi komponen yang terdapat di dalam ekosistem   | 1         |
| Mengidentifikasi hubungan makan dan dimakan antara elemen ekosistem  | 2         |
| Menganalisis hubungan dinamis antara tiap elemen pada ekosistem  | 3         |
| Mengorganisasi komponen dan hubungannya dalam sistem   | 4         |
| Menempatkan komponen, proses, dan hubungan di dalam ekosistem sebagai kerangka kerja yang menyajikan ekosistem secara keseluruhan. | 5         |
| Menguji hipotesis dan pengembangan kebijakan yang dapat berdampak pada ekosistem   | 6         |
| Memprediksi perilaku yang akan muncul dari sistem akibat interaksi antar komponen pada ekosistem                                   | 7         |
| Memprediksi dampak yang timbul akibat keberadaan gangguan terhadap ekosistem   | 8         |

Tabel 16. Kisi-Kisi Instrumen Tes Kemampuan Representasi

| Indikator  | No. Butir |
|--|-----------|
| Menentukan pola interaksi yang terbentuk dalam ekosistem                             | 9         |
| Menentukan rantai makanan yang dapat dibentuk dalam suatu jaring-jaring makanan      | 10        |
| Menjelaskan pola interaksi yang dapat terjadi dalam suatu ekosistem                  | 11        |
| Memprediksi perilaku yang akan muncul akibat interaksi antar komponen pada ekosistem | 12        |
| Memprediksi dampak yang timbul akibat keberadaan gangguan terhadap ekosistem         | 13        |

## 6. Instrumen Wawancara

Wawancara dilakukan kepada peserta didik yang belajar dengan menggunakan media pembelajaran berbasis android dan terintegrasi representasi visual setelah menyelesaikan *posttest*. Wawancara yang dilakukan merupakan semi terstruktur dengan pedoman wawancara dimodifikasi dari Treagust & Duit (2008). Pedoman wawancara dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Pedoman Wawancara

| No | Tujuan Khusus Penelitian   | Pertanyaan Wawancara  |
|----|--|---|
| 1  | Perasaan saat peserta didik belajar menggunakan aplikasi media pembelajaran  | Bagaimana perasaan Anda saat belajar interaksi makhluk hidup dan lingkungannya menggunakan aplikasi media pembelajaran yang tersedia di <i>handphone</i> ?          |
| 2  | Pemahaman mengenai interaksi makhluk hidup dan lingkungannya sebelum dan setelah belajar menggunakan aplikasi media pembelajaran | Bagaimana pemahaman Anda mengenai interaksi makhluk hidup dan lingkungannya? Coba jelaskan apa yang Anda ketahui tentang interaksi makhluk hidup dan lingkungannya? |
| 3  | Kegunaan mempelajari interaksi makhluk hidup dan lingkungannya   | Menurut Anda, apakah mempelajari interaksi makhluk hidup dan lingkungannya ini berguna bagi kehidupan Anda?   |
| 4  | Kebermanfaatan aplikasi media pembelajaran dalam melatih kemampuan representasi  | Menurut Anda, apakah aplikasi media pembelajaran ini dapat melatih Anda untuk membuat gambar, grafik, tabel, dan bentuk visual lainnya?                             |
| 5  | Saran untuk perkembangan aplikasi media pembelajaran   | Apakah ada saran dari Anda untuk aplikasi media pembelajaran ini?   |

## 3.5 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian pengembangan ini sebagai berikut:

### 1. Teknik analisis data hasil studi lapangan

Pada tahap studi lapangan, dilakukan analisis terhadap angket analisis kebutuhan pendidik dan peserta didik melalui kuisioner yang dideskripsikan dalam bentuk presentase dan diinterpretasikan secara kualitatif. Adapun kegiatan yang dilakukan dalam teknik analisis data diantaranya sebagai berikut:

- a. Mengklasifikasi data, dilakukan dengan mengelompokkan jawaban berdasarkan pertanyaan pada angket.
- b. Melakukan tabulasi data berdasarkan klasifikasi yang dibuat, bertujuan untuk memberikan gambaran frekuensi dari setiap jawaban berdasarkan pertanyaan pada angket dan banyaknya sampel pada penelitian.
- c. Menghitung frekuensi jawaban yang bertujuan untuk memberikan informasi tentang jawaban yang banyak dipilih dalam setiap angket pertanyaan.
- d. Menghitung presentase jawaban untuk melihat besarnya presentase setiap jawaban pada pertanyaan, sehingga data yang diperoleh dapat dianalisis sebagai suatu temuan dalam penelitian.

## 2. Teknik Analisis Validitas Produk

Tahap validasi dilakukan teknik analisis perolehan data produk media pembelajaran yang dikembangkan dengan menggunakan lembar validasi isi, konstruk dan bahasa. Adapun kegiatan dalam teknik analisis data validasi isi, konstruk dan bahasa dilakukandengan cara:

- a. Menghitung jumlah jawaban “SS” dengan skor 4, jawaban “S” dengan skor 3, jawaban “N” dengan skor 2, dan jawaban “TS” dengan skor 1.
- b. Menghitung rata-rata persentase lembar validasi untuk mengetahui tingkat kesesuaian isi, konstruksi, dan bahasa dengan mengadaptasi rumus sebagai berikut (Sudjana, 2005):

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

Keterangan:

%X<sub>in</sub> = Persentase jawaban responden

∑S = Jumlah skor jawaban

Smaks = Skor maksimum

- c. Menafsirkan persentase jawaban lembar validasi secara keseluruhan dengan menggunakan tafsiran pada Tabel 18.

Tabel 18. Tafsiran Skor (Presentase) Lembar Validasi

| Persentase (%) | Kriteria validitas |
|----------------|--------------------|
| 81,1 - 100     | Sangat tinggi      |
| 60,1 - 80      | Tinggi             |
| 40,1 - 60      | Cukup              |
| 20,1 - 40      | Rendah             |
| 1,0 - 20       | Sangat rendah      |

### 3. Teknik Analisis Data Kepraktisan Produk

Kepraktisan produk diukur dari tiga hal yaitu keterlaksanaan pembelajaran menggunakan respon peserta didik terhadap produk dan respon pendidik yang diuraikan sebagai berikut:

#### a. Analisis data keterlaksanaan produk

Analisis keterlaksanaan produk dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

- 1) Menghitung jumlah skor yang diberikan oleh observer untuk setiap aspek pengamatan, kemudian dihitung presentasi ketercapaian dengan rumus berikut:

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

Keterangan:

%  $J_i$  = Persentase ketercapaian dari skor ideal untuk setiap aspek pengamatan pada pertemuan ke- $i$ .

$\sum J_i$  = Jumlah skor setiap aspek pengamatan yang diberikan oleh pengamat pada pertemuan ke- $i$ .

$N$  = Skor maksimal (skor ideal).

- 2) Menghitung rata-rata persentase ketercapaian untuk setiap aspek pengamatan.
- 3) Hasil dari nilai yang telah diperoleh kemudian diinterpretasikan sesuai dengan kriteria penilaian yang dapat dilihat pada Tabel 19.

Tabel 19. Kriteria Tingkat Keterlaksanaan

| Persentase (%) | Persentase (%) |
|----------------|----------------|
| 0,0- 20,0      | Sangat rendah  |
| 20,1 - 40,0    | Rendah         |
| 40,1 - 60,0    | Sedang         |
| 60,1 - 80,0    | Tinggi         |
| 80,1 - 100,0   | Sangat Tinggi  |

b. Analisis data respon peserta didik dan pendidik

Analisis data kemenarikan produk yang dikembangkan yang ditinjau dari respon peserta didik dan pendidik terhadap pelaksanaan pembelajaran menggunakan produk dilakukan dengan menghitung jumlah peserta didik yang memberikan respon positif dan negatif terhadap pelaksanaan pembelajaran. Kemudian menghitung persentase dan menafsirkan data dengan menggunakan tafsiran harga presentase (Tabel 20).

Tabel 20. Kriteria Tingkat Kemenarikan

| Presentase (%) | Kemenarikan          |
|----------------|----------------------|
| 0,0 - 20,0     | Sangat Tidak Menarik |
| 20,1 - 40,0    | Tidak menarik        |
| 40,1 - 60,0    | Cukup menarik        |
| 60,1 - 80,0    | Menarik              |
| 80,1 - 100,0   | Sangat Menarik       |

4. Analisis Data Uji Efektivitas Produk

a. Kemampuan berpikir sistem

Analisis kemampuan berpikir sistem dilakukan dengan menghitung rata-rata *pre-test*, *post-test*, dan *N-gain*. Skor setiap soal tes kemampuan berpikir sistem adalah minimum 1 dan maksimum 5. Rata-rata *pre-test* dan *post-test* kemampuan berpikir sistem dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor atau jawaban benar}}{\text{Smaks}} \times 100 \%$$

Hasil perhitungan kemudian diinterpretasikan dengan menggunakan klasifikasi penilaian (Tabel 21).

Tabel 21. Kriteria Penilaian Kemampuan Berpikir Sistem dan Representasi

| Presentase (%) | Klasifikasi   |
|----------------|---------------|
| 81 – 100       | Sangat Tinggi |
| 61 – 80        | Tinggi        |
| 41 – 60        | Cukup         |
| 21 – 40        | Rendah        |
| 0 – 20         | Rendah Sekali |

Uji nilai *N-gain* dilakukan untuk melihat peningkatan kemampuan kemampuan berpikir sistem peserta didik. Uji *N-gain* dapat dilakukan dengan menggunakan rumus gain menurut Meltzer sebagai berikut (Meltzer, 2002):

$$n\text{-gain} = \frac{\text{Skor Posttest} - \text{Skor Pre-test}}{\text{Skor Maksimum} - \text{Skor Pretest}}$$

#### b. Kemampuan Representasi

Data kemampuan representasi diperoleh dari hasil jawaban peserta didik terhadap pertanyaan uraian yang disesuaikan dengan indikator kemampuan representasi. Analisis data kemampuan representasi dilakukan dengan cara berikut ini.

- 1) Perhitungan nilai *pre-test* dan *post-test* kemampuan representasi menggunakan rumus berikut.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor atau jawaban benar}}{\text{Smaks}} \times 100$$

- 2) Perhitungan nilai *n-gain* untuk melihat peningkatan kemampuan representasi peserta didik sebelum dan sesudah diberikan perlakuan menggunakan media pembelajaran android berbasis representasi visual. Perhitungan *n-gain* diperoleh dengan menggunakan skor *pre-test* dan *post-test* baik pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol. Perhitungan *n-gain* dapat menggunakan rumus berikut.

$$n\text{-gain} = \frac{\text{Skor Posttest} - \text{Skor Pre-test}}{\text{Skor Maksimum} - \text{Skor Pretest}}$$

- 3) Setelah *n-gain* diketahui maka *n-gain* tersebut diinterpretasikan sesuai dengan kriteria berikut ini.

Tabel 22. Interpretasi *n-gain*

| <b><i>Gain</i></b> | <b>Interpretasi</b> |
|--------------------|---------------------|
| $g \geq 0,7$       | Tinggi              |
| $0,3 \leq g < 0,7$ | Sedang              |
| $g < 0,3$          | Rendah              |

Sumber: Hake (2002)

Setelah nilai *pre-test* dan *posttest* diketahui maka dilakukan analisis data hasil tes yang dilakukan dengan uji prasyarat sebagai berikut:

a. Uji Normalitas Data

Uji normalitas merupakan salah satu cara untuk memeriksa keabsahan atau normalitas sampel. Pada penelitian ini, pengujian normalitas data menggunakan uji Lilliefors pada program SPSS 21 for windows dengan menggunakan pada taraf signifikansi 5% atau  $\alpha = 0,05$ .

Kriteria Pengujian:

$H_0$  diterima jika signifikansi lebih dari  $\alpha$  atau Sig.  $> 0,05$

$H_0$  ditolak atau jika signifikansi kurang dari  $\alpha$  atau Sig.  $< 0,05$

L hitung  $<$  L Tabel, maka  $H_0$  diterima

Lhitung  $>$  L Tabel, maka  $H_0$  ditolak

(Santoso, 2010: 46).

b. Uji Homogenitas

Uji ini dilakukan dengan maksud untuk mengetahui kesamaan dua variansi yaitu nilai *pre-test* dan *post-testt* pada kelas kontrol dan kelas eksperimen. Uji ini dilakukan bila sampel diambil dari populasi yang berdistribusi normal. Data diuji homogenitasnya untuk mengetahui variasi populasi data yang diuji sama (homogen) atau tidak. Uji homogenitas menggunakan uji Levene Test pada taraf signifikansi 5% atau  $\alpha = 0,05$ .

Kriteria Pengujian:

$H_0$  diterima jika sig.  $> 0,05$  atau F hitung  $<$  F Tabel.

$H_0$  ditolak jika sig.  $< 0,05$  atau F hitung  $>$  F Tabel

(Trihendradi, 2009:122).

c. Pengujian Hipotesis

Setelah uji prasyarat dilakukan uji *N-gain* maka dilakukan pengujian hipotesis.

Pengujian hipotesis dilakukan menggunakan uji *Independent Sample T-Test* dan

*Mann-Whitney U* untuk mengetahui perbedaan antara kemampuan berpikir sistem dan kemampuan representasi peserta didik yang belajar menggunakan media pembelajaran android berbasis representasi visual dan tidak belajar dengan menggunakan media pembelajaran tersebut. Uji *Independent Sample T-Test* dapat dilakukan jika memenuhi persyaratan normalitas dan homogenitas sehingga untuk data yang tidak berdistribusi normal maka pengujian hipotesis dilakukan dengan menggunakan *Mann-Whitney U*.

1). Hipotesis kemampuan berpikir sistem

$H_0$  = Tidak ada perbedaan rata-rata kemampuan berpikir sistem peserta didik antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

$H_1$  = Ada perbedaan rata-rata kemampuan berpikir sistem peserta didik antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

2). Hipotesis kemampuan representasi

$H_0$  = Tidak ada perbedaan rata-rata kemampuan representasi peserta didik antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

$H_1$  = Ada perbedaan rata-rata kemampuan representasi peserta didik antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Kriteria pengambilan keputusan pada uji *Independent Sample T-Test* sebagai berikut.

Jika nilai sig. < 0,05, maka  $H_0$  ditolak

Jika nilai sig. > 0,05, maka  $H_0$  diterima

Kriteria pengambilan keputusan pada uji *Mann-Whitney U* sebagai berikut.

Jika nilai sig. < 0,05, maka  $H_0$  ditolak

Jika nilai sig. > 0,05, maka  $H_0$  diterima

d. *Uji Effect Size*

Setelah dilakukan uji independent sample t-test, untuk menguji efektivitas media pembelajaran android berbasis representasi visual terhadap kemampuan

kemampuan berpikir sistem dan kemampuan representasi peserta didik dilakukan dengan menggunakan rumus effect size oleh (Hake,2002).

Tabel 23. Kategori Effect Size

| Effect Size     | Kategori |
|-----------------|----------|
| $d < 0,2$       | Kecil    |
| $0,2 < d < 0,8$ | Sedang   |
| $d > 0,8$       | Tinggi   |

Sumber : Hake, 2002.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 1.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan media pembelajaran berbasis android dan terintegrasi representasi visual dapat disimpulkan sebagai berikut, yaitu:

1. Aplikasi media pembelajaran yang dikembangkan memiliki karakteristik berupa:
  - a. Tipe *m-learning* yang diterapkan dalam aplikasi media pembelajaran ini adalah tipe 4, yaitu *low transactional distance and individualized mobile learning*. Aplikasi ini mendukung pembelajaran mandiri peserta didik kapan pun dan di mana pun, namun tetap mempertahankan ruang komunikasi langsung dengan pendidik yang berperan sebagai fasilitator dan pengontrol.
  - b. Pengoperasian media pembelajaran yang mudah disertai petunjuk pengoperasian serta bersifat fleksibel sehingga mendukung kesempatan belajar di mana pun dan kapan pun.
  - c. Konten yang disajikan dalam aplikasi ini diperkaya dengan berbagai representasi visual yang menarik, bertujuan untuk merangsang kemampuan berpikir sistem dan representasi peserta didik.
  - d. Fitur latihan soal yang dilengkapi dengan umpan balik juga dirancang untuk mendukung proses belajar mandiri.
2. Aplikasi media pembelajaran ini terbukti valid dan dapat digunakan dalam proses pembelajaran. Hal ini dibuktikan oleh tingginya validitas yang diberikan oleh ahli materi, ahli media dan praktisi pendidikan.
3. Aplikasi media pembelajaran ini terbukti sangat praktis untuk digunakan dalam proses pembelajaran. Hal ini dibuktikan oleh tingginya tingkat

keterlaksanaan pembelajaran serta penilaian yang sangat tinggi terhadap aspek kemudahan, kemenarikan, dan kebermanfaatannya.

4. Aplikasi ini menunjukkan efektivitas yang signifikan dalam meningkatkan kemampuan berpikir sistem peserta didik, ditunjukkan oleh nilai *n-gain* yang tinggi dan pengaruh yang besar terhadap kemampuan representasi. Selain itu, aplikasi ini juga efektif dalam meningkatkan kemampuan representasi peserta didik, dengan kategori *n-gain* sedang, namun tetap memberikan pengaruh besar terhadap peningkatan kemampuan representasi mereka.

## 1.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan media pembelajaran berbasis Android dan terintegrasi representasi visual, maka terdapat saran sebagai berikut, yaitu:

1. Bagi peneliti selanjutnya yang tertarik pada penelitian ini dapat mengembangkan aplikasi media pembelajaran terintegrasi representasi visual yang dapat digunakan baik pada program Android maupun *ios* untuk materi-materi IPA lainnya yang memiliki karakteristik materi abstrak dan kompleks.
2. Bagi peneliti di masa depan perlu mempertimbangkan secara cermat karakteristik peserta didik dan sifat materi saat mengembangkan produk. Hal ini penting untuk memastikan pemilihan elemen representasi visual yang paling sesuai dan efektif. Selain itu, perhitungan alokasi waktu belajar yang dibutuhkan peserta didik serta perancangan langkah-langkah pembelajaran yang optimal sangat diperlukan agar penggunaan aplikasi media pembelajaran di kelas dapat mencapai hasil maksimal.
3. Bagi peneliti selanjutnya disarankan untuk untuk mengembangkan aplikasi media pembelajaran yang secara khusus membahas topik interaksi makhluk hidup dan lingkungannya dan mengukur kemampuan awal peserta didik.
4. Bagi pendidik yang berencana mengimplementasikan aplikasi media pembelajaran berbasis Android dan terintegrasi representasi visual ini, sangat penting untuk terlebih dahulu mengidentifikasi pemahaman awal peserta didik. Langkah ini krusial agar pendidik dapat memberikan bimbingan yang tepat kepada peserta didik selama proses belajar menggunakan aplikasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afify, M. K. (2018). *Journal Of Technology and Science Education E-Learning Content Design Standards Based On Interactive Digital Concepts Maps In The Light Of Meaningful And*. 8(1), 5–16.
- Alač, M., & Hutchins, E. (2004). I See What You Are Saying: Action as Cognition in fmri Brain. *J Cogn Cult*.
- Alimiah, U. S., Mariana, A., & Linuwih, S. (2021). The Use of Android Based M-Learning toward Understanding Concept on Motion System Subject. *Journal of Innovative Science Education*, 2021(37).  
[Http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jise](http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jise)
- Ambarita, D., Nainggolan, E., Tamba, R., & Perangin-Angin, L. (2020). *The Development of Learning Media Based Android on Students Development Subject*. <https://doi.org/10.4108/eai.17-12-2019.2296041>
- Assaraf, O. B. Z., & Orion, N. (2005). Development of system thinking skills in the context of earth system education. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(5), 518–560. <https://doi.org/10.1002/tea.20061>
- \_\_\_\_\_. (2010). System thinking skills at the elementary school level. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(5), 540–563. <https://doi.org/10.1002/tea.20351>
- Attewell, J., & Savill-Smith, C. (2004). Mobile learning anytime everywhere: A book of papers from mlearn 2004. *MLEARN 2004: Learning Anytime, Everywhere.*, 39.
- Baydas, O., & Yilmaz, R. M. (2018). Pre-service teachers' intention to adopt mobile learning: A motivational model. *British Journal of Educational Technology*, 49(1), 137–152. <https://doi.org/10.1111/bjet.12521>
- Bernacki, M. L., Greene, J. A., & Crompton, H. (2020). Mobile technology, learning, and achievement: Advances in understanding and measuring the role of mobile technology in education. *Contemporary Educational Psychology*, 60(November 2019).  
<https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2019.101827>

- Boardman, J., & Sauser, B. (2008). *Systems thinking: Coping with 21 st century problems*.
- Boehnert, J. (2018). The visual representation of complexity: Sixteen key characteristics of complex systems. *Relating Systems Thinking and Design* 7, 347–363. [Http://openresearch.ocadu.ca/id/eprint/2737/](http://openresearch.ocadu.ca/id/eprint/2737/)
- Chen, C. H., & Tsai, C. C. (2021). In-service teachers' conceptions of mobile technology-integrated instruction: Tendency towards student-centered learning. *Computers and Education*, 170(August 2020), 104224. [Https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104224](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104224)
- Clark, S., Petersen, J. E., Frantz, C. M., Roose, D., Ginn, J., & Daneri, D. R. (2017). Teaching systems thinking to 4th and 5th graders using Environmental Dashboard display technology. *Plos ONE*, 12(4), 1–11. [Https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176322](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176322)
- Cochrane, T. (2015). A Summary and Critique of M-Learning Research and Practice. *Handbook of Mobile Learning*. [Https://doi.org/10.4324/9780203118764.ch3](https://doi.org/10.4324/9780203118764.ch3)
- Creswell, J. W. (2012). *Educational Research* (4th ed.). Pearson.
- Dineva, S., Nedeva, V., & Ducheveva, Z. (2019). Digital Generation and Visualization in E -Learning. *Proceedings of the 14Th International Conference on Virtual Learning, Icvl 2019*, 2(October), 183–189.
- Eilam, B. (2012). System thinking and feeding relations: Learning with a live ecosystem model. *Instructional Science*, 40(2), 213–239. [Https://doi.org/10.1007/s11251-011-9175-4](https://doi.org/10.1007/s11251-011-9175-4)
- Engelbrecht, L., Botha, A., & Alberts, R. (2015). Designing the Visualization of Information. *International Journal of Image and Graphics*, 15(2). [Https://doi.org/10.1142/S0219467815400057](https://doi.org/10.1142/S0219467815400057)
- Enterperise, J. (2010). *Step by Step Ponsel Android*.
- Evagorou, M., Erduran, S., & Mäntylä, T. (2015). The role of visual representations in scientific practices: from conceptual understanding and knowledge generation to 'seeing' how science works. *International Journal of STEM Education*, 2(1), 1–13. [Https://doi.org/10.1186/s40594-015-0024-x](https://doi.org/10.1186/s40594-015-0024-x)
- Goodman, M. (2016). *System Thinking: What, Why, When, Where, and How?*
- Green, C., Molloy, O., & Duggan, J. (2022). An empirical study of the impact of systems thinking and simulation on sustainability education. *Sustainability (Switzerland)*, 14(1), 1–34. [Https://doi.org/10.3390/su14010394](https://doi.org/10.3390/su14010394)

- Hakim, D. L., Herman, T., & Kartasasmita, B. G. (2020). The use of mobile learning at SMP Negeri 3 Karawang Barat in improving students' mathematical representation ability. *Journal of Physics: Conference Series*, 1663(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1663/1/012038>
- Hidayatno, A. (2013). Berpikir System: Pola Berpikir Untuk Pemahaman Yang Lebih Baik. *Reseachgate*, May, 127.
- Hill, M., & Sharma, M. D. (2015). Students' representational fluency at university: A cross-sectional measure of how multiple representations are used by physics students Using the representational fluency survey. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(6), 1633–1655. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1427a>
- Hokayem, H., & Gotwals, A. W. (2016). Early elementary students' understanding of complex ecosystems: A learning progression approach. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(10), 1524–1545. <https://doi.org/10.1002/tea.21336>
- Johanessen, J. A., Olaisen, J., & Olsen, B. (1999). Systemic thinking as the philosophical foundation for knowledge management and organizational learning. *Kybernetes*, 28(1), 24–46. <https://doi.org/10.1108/03684929910253216>
- Lestari, I. D., Yuliati, L., & Suwono, H. 2018. Kemampuan Representasi Siswa SMP dalam The 5E Learning Cycle dengan Reflective Self Assessment pada Materi Kalor. *Jurnal Pendidikan Teori Penelitian Dan Pengembangan*, 165–173.
- Liu, Z. J., Levina, V., & Frolova, Y. (2020). Information visualization in the educational process: Current trends. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(13), 49–62. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i13.14671>
- Lohse, G. L., Biolsi, K., Walker, N., & Rueter, H. H. (1994). A Classification of Visual Representations. *Communications of the ACM*, 37(12), 36–49. <https://doi.org/10.1145/198366.198376>
- Ma'ruf, M., Setiawan, A., & Suhandi, A. (2019). Identification of Android-based interactive multimedia needs for basic physics content. *AIP Conference Proceedings*, 2194(December). <https://doi.org/10.1063/1.5139792>
- Mat, H., & Mustakim, S. S. (2021). The Effectiveness of Virtual Learning to Enhance Higher Order Thinking Skills in Year 5 Students. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 10(2), 577–584. <https://doi.org/10.6007/ijarped/v10-i2/10140>
- Meliana, D. (2019). *Developing An Android-Based Biology Learning Module*

*Utilizing Local Ecosystem Materials To Improve Thinking Skills Of Senior High School Students.* 34–41.

[Http://seminar.uny.ac.id/sseis/sites/seminar.uny.ac.id.sseis/files/2019/B-6\\_T\\_Aminatun.pdf](http://seminar.uny.ac.id/sseis/sites/seminar.uny.ac.id.sseis/files/2019/B-6_T_Aminatun.pdf)

- Merchant, G. (2012). Mobile practices in everyday life: Popular digital technologies and schooling revisited. *British Journal of Educational Technology*, 43(5), 770–782. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2012.01352.x>
- Mu, L. '. (2017). Learning Media Of Applications Design Based Android Mobile Smartphone. *International Journal of Applied Engineering Research*, 12(17), 6576–6585. [Http://www.ripublication.com](http://www.ripublication.com)
- Mulyanta, S., & Leong, M. (2009). *Tutorial Membangun Multimedia Interaktif: Media Pembelajaran*. Universitas Atma Jaya.
- Nersessian, N. J. (2003). Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science behaviour. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Behaviour*, 276–281.
- Ningsih, S., & Adesti, A. (2020). *Android-Based Mobile Learning: Its Effect on Students' Learning Achievement*. 422(Icope 2019), 100–103. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200323.099>
- Park, Y. (2011). A pedagogical framework for mobile learning: Categorizing educational applications of mobile technologies into four types. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 12(2), 78–102. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v12i2.791>
- Pereira, O. R. E., & Rodrigues, J. J. P. C. (2013). Survey and analysis of current mobile learning applications and technologies. *ACM Computing Surveys*, 46(2), 1–35. <https://doi.org/10.1145/2543581.2543594>
- Petersen, J. E., Frantz, C. M., Tincknell, E., & Canning, C. (2018). An Animated Visual Representation of Real-Time Resource Flows Through a Community Enhances Systems Thinking. *Systems Research and Behavioral Science*, 35(6), 718–737. <https://doi.org/10.1002/sres.2514>
- Prabha, S. (2020). Students' Views on Difficulties in Conceptual Understanding of Science at Secondary Stage. *The Eurasia Proceedings of Educational & Social Sciences (EPESS)*, 16, 1–10. [Www.isres.org](http://www.isres.org)
- Putranta, H., Supahar, Setiyatna, H., Choiriyah, S., Dwandaru, W. S. B., Widodo, & Warsono. (2021). The Effect of Smartphone Usage Intensity on High School Students' Higher Order Thinking Skills in Physics Learning. *Journal of Turkish Science Education*, 18(3), 421–438. <https://doi.org/10.36681/tused.2021.82>

- Rustandi, A. Dan N. H. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Android Pada Mata Pelajaran Simulasi Dan Komunikasi Digital Kelas X Sekolah Menengah. *Jurnal Binawakya*, 15(2), 4085–4092.
- Safaat, N. (2012). *Android: Pemrograman Aplikasi Mobile Smartphone dan Tablet PC Berbasis Android*.
- Sanaky, H. A. (2013). *Media Pembelajaran Interaktif-Inovatif*. Safiria Insania Pers.
- Saputra, M. R. D., & Kuswanto, H. (2019). The effectiveness of Physics Mobile Learning (PML) with hombobatu theme to improve the ability of diagram representation and critical thinking of senior high school students. *International Journal of Instruction*, 12(2), 471–490.  
<https://doi.org/10.29333/iji.2019.12230a>
- Schreiber, N. (2022). *Young Students ' Reasoning About Ecosystems : the Role of Systems Thinking , Knowledge , Conceptions , and Representation Content courtesy of Springer Nature , terms of use apply . Rights reserved . Content courtesy of Springer Nature , terms of use apply . 79–98.*
- Schuler, S., Fanta, D., Rosenkraenzer, F., & Riess, W. (2018). Systems thinking within the scope of education for sustainable development (ESD)—a heuristic competence model as a basis for (science) teacher education. *Journal of Geography in Higher Education*, 42(2), 192–204.  
<https://doi.org/10.1080/03098265.2017.1339264>
- Shih, Y. E., & Mills, D. (2007). Computing in Online Learning. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 8(2), 1–16.  
<http://www.tonybates.ca/2010/08/21/cheating-in-online-learning/>
- Sinaga, P., Kaniawati, I., & Setiawan, A. (2017). Improving secondary school students' scientific literacy ability through the design of better science textbooks. *Journal of Turkish Science Education*, 14(4), 92–107.  
<https://doi.org/10.12973/tused.10215a>
- Sophia, A., & Yensasnidar. (2019). Android-Based Interactive Learning Multimedia Validity in Genetic Substance and Synthesis Protein for Students of Medical Laboratory Technology ( TLM ). *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, 123–126.
- Tamhane, K., Khan, W. T., Tribhuwan, S. R., Burke, A. P., & Take, S. B. (2015). Mobile Learning Application. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 5(1), 22503153.
- Tijmsma, G., Hilverda, F., Scheffelaar, A., Alders, S., Schoonmade, L., Blignaut, N., & Zweckhorst, M. (2020). Becoming productive 21st century citizens: A

- systematic review uncovering design principles for integrating community service learning into higher education courses. *Educational Research*, 62(4), 390–413. <https://doi.org/10.1080/00131881.2020.1836987>
- Toetenel, L., & Rienties, B. (2016). Learning Design – creative design to visualise learning activities. *Open Learning*, 31(3), 233–244. <https://doi.org/10.1080/02680513.2016.1213626>
- Treagust, D. F., & Duit, R. (2008). Conceptual change: a discussion of theoretical, methodological and practical challenges for science education. *Cultural Studies of Science Education*, 3(2), 297–328. <https://doi.org/10.1007/s11422-008-9090-4>
- Tytler, R. (2021). The role of visualisation in science: a response to “Science teachers’ use of visual representations”. *Studies in Science Education*, 57(1), 129–139. <https://doi.org/10.1080/03057267.2020.1766826>
- Utami, R. K., & Subiantoro, A. W. (2021). Visual Representations Analysis of Senior High School Biology Textbooks About Plants’ Structure and Function. *Proceedings of the 7th International Conference on Research, Implementation, and Education of Mathematics and Sciences (ICRIEMS 2020)*, 528(Icriems 2020), 123–128. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.210305.019>
- Wirjawan, J. V.D., Pratama, D., Pratidhina, E., Wijaya, A., Untung, B., & Herwinarso. (2020). Development of smartphone app as media to learn impulse-momentum topics for high school students. *International Journal of Instruction*, 13(3), 17–30. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.1332a>
- Wu, W., Bakirova, G., & Trifonov, I. (2021). A shift towards visualization in elearning. *International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies*, 16(6), 1–12. <https://doi.org/10.4018/IJWLTT.20211101.0a11>
- Yoon, H. G., Kim, M., & Lee, E. A. (2021). Visual representation construction for collective reasoning in elementary science classrooms. *Education Sciences*, 11(5). <https://doi.org/10.3390/educsci11050246>
- Yunus, S. R., Tawil, M., Muhiddin, N. H., Muhiddin, S. M. A., & Alim, M. H. (2021). Describing Representation Ability of Prospective Science Teacher Based on Learning Style. *Journal of Physics: Conference Series*, 1899(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1899/1/012141>
- Zur, D., Des Doktorgrades, E., & Fraune, K. (2013). *Modeling system thinking-assessment, structure validation and development*. August.