

**PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS STEM MODEL MULTI REPRESENTASI  
PADA MATERI SISTEM PERKEMBANGBIAKAN TUMBUHAN DAN HEWAN  
UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN METAKOGNISI  
PESERTA DIDIK SMP**

**(TESIS)**

**Oleh  
ATIKA PUTRI**



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER PENDIDIKAN IPA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

## ABSTRAK

### **PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS STEM MODEL MULTI REPRESENTASI PADA MATERI SISTEM PERKEMBANGBIAKAN TUMBUHAN DAN HEWAN UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN METAKOGNISI PESERTA DIDIK SMP**

Oleh

**ATIKA PUTRI**

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan e-LKPD berbasis STEM dengan model multi representasi yang valid, praktis dan efektif dalam meningkatkan kemampuan metakognisi peserta didik. Desain penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) dilakukan dengan empat tahap yaitu pendefinisian, perancangan, pengembangan, dan diseminasi. Subjek penelitian adalah peserta didik SMP Global Surya kelas IX, SMP Al Kautsar Kelas IX D dan IX E yang berjumlah 75 peserta didik. Desain uji coba yang peneliti gunakan yakni *Non-equivalent Pre-Post Control Group Design*. Hasil penelitian pengembangan menunjukkan bahwa 1) e-LKPD dinyatakan sangat valid ditinjau dari aspek isi, konstruksi dan bahasa (91%); 2) e-LKPD praktis digunakan untuk meningkatkan kemampuan metakognisi peserta didik ditinjau dari keterlaksanaan pembelajaran bahwa hampir seluruh aktivitas terlaksana (86%), respon sebagian besar peserta didik (87%) dan pendidik (89%) menyatakan e-LKPD sangat menarik; 3) e-LKPD efektif meningkatkan kemampuan metakognisi peserta didik dengan kategori *effect size* besar (0,81). Kesimpulannya adalah telah dihasilkan e-LKPD berbasis STEM dengan model multi representasi materi Sistem Perkembangbiakan Tumbuhan dan Hewan yang dapat meningkatkan kemampuan metakognisi peserta didik.

**Kata kunci** : e-LKPD, Kemampuan Metakognisi, Multi Representasi

## **ABSTRACT**

### **THE DEVELOPMENT OF STEM-BASED ELECTRONIC WORKSHEET WITH MULTI REPRESENTATION MODEL ON PLANTS AND ANIMALS REPRODUCTION SYSTEM MATERIALS TO IMPROVE METACOGNITIVE ABILITY OF JUNIOR HIGH SCHOOL STUDENTS**

**By**

**ATIKA PUTRI**

This study aims to produce STEM-based electronic worksheet with a multi-representational model that is valid, practical and effective in improving students' metacognitive abilities. Design research and development (Research and Development) is carried out in four stages, namely definition, design, development, and dissemination. The research subjects were grade IX students at Global Surya Junior High School, IX D and IX E Al Kautsar Junior High School, total of 75 students. The research design was the Non-equivalent Pre-Post Control Group. The results of the development research show that 1) the electronic worksheet stated to be very valid in terms of content, construction and language aspects (91%); 2) the electronic worksheet is used to improve students' metacognition abilities in terms of the implementation of learning that almost all activities are well done (86%), the responses of most students (87%) and teachers (89%) stated that the electronic worksheet was very interesting; 3) electronic worksheet effective in improving students' metacognition ability with large effect size category (0.81). The conclusion is that STEM-based electronic worksheet with a multi-representational model of plant and animal reproduction system material that has been produced improve students' metacognition abilities.

**Key words:** Electronic Student Worksheets, Metacognitive Ability, Multi Representation

**PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS STEM MODEL MULTI REPRESENTASI  
PADA MATERI SISTEM PERKEMBANGBIAKAN TUMBUHAN DAN HEWAN  
UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN METAKOGNISI  
PESERTA DIDIK SMP**

Oleh

**ATIKA PUTRI**

Tesis

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

Pada

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



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER PENDIDIKAN IPA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

Judul Tesis : Pengembangan e-LKPD Berbasis STEM Model  
Multi Representasi pada Materi Sistem  
Perkembangbiakan Tumbuhan dan Hewan untuk  
Meningkatkan Kemampuan Metakognisi Peserta  
Didik SMP

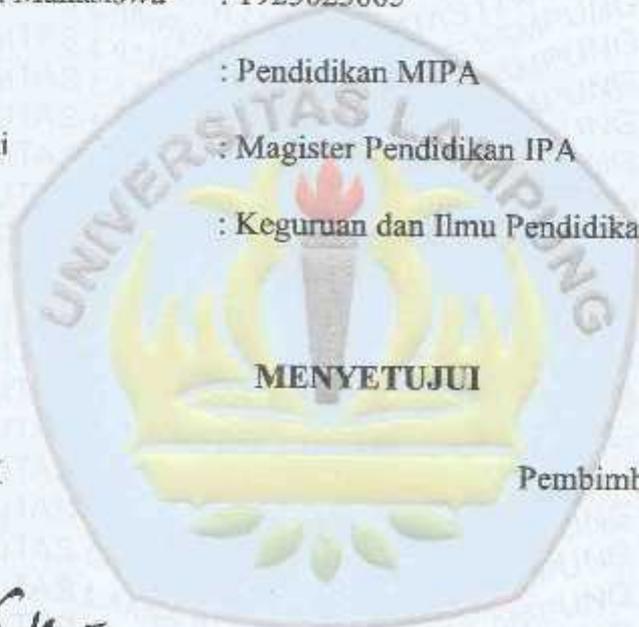
Nama Mahasiswa : Atika Putri

Nomor Pokok Mahasiswa : 1923025005

Jurusan : Pendidikan MIPA

Program Studi : Magister Pendidikan IPA

Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Pembimbing I

Pembimbing II

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

**Dr. Tri Jalm6, M.Si.**  
NIP 19610910 198603 1 005

Ketua Jurusan  
Pendidikan MIPA

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

Ketua Program Studi  
Magister Pendidikan IPA

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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

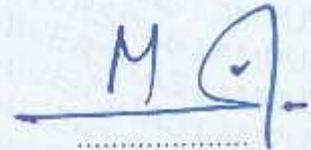
Ketua : **Dr. Dewi Lengkana, M.Sc.**



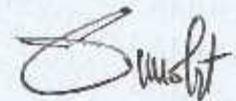
Sekretaris : **Dr. Tri Jalmo, M.Si.**



Penguji Anggota : **Dr. M. Setyorini, M.Si.**



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



Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

**Prof. Dr. Sunyono, M.Si.**  
NIP. 19651230 199111 1 001

3. Direktur Program Pascasarjana

**Prof. Dr. Ahmad Saudi Samosir, M.T.**  
NIP. 19710415 199803 1 005

Tanggal Lulus Ujian Tesis : **26 Januari 2023**

## PERNYATAAN TESIS MAHASISWA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Tesis dengan judul “Pengembangan e-LKPD Berbasis STEM Model Multi Representasi pada Materi Sistem Perkembangbiakan Tumbuhan dan Hewan untuk Meningkatkan Kemampuan Metakognisi Peserta Didik SMP” adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai dengan etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

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

Bandar Lampung, Januari 2023

Yang menvatakan



Atika Putri

NPM 1923025005

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 14 Agustus 1996, sebagai anak ketiga dari tiga bersaudara pasangan Bapak Junaidi dengan Ibu Nuriah (alm). Penulis bertempat tinggal di Jl Nusa Jaya, Kelurahan Waydadi, Kecamatan Sukarame, Kota Bandar Lampung. Penulis mengawali pendidikan formal pada tahun 2002 di SD Negeri 2 Harapan Jaya Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2008. Penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Bandar Lampung dan lulus tahun 2011. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 9 Bandar Lampung dan lulus tahun 2014. Pada tahun 2014, penulis diterima dan terdaftar sebagai mahasiswa program studi Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan di Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi (SNMPTN) dan lulus tahun 2018.

Pada tahun 2019, penulis melanjutkan pendidikan di Program Studi Magister Pendidikan IPA Universitas Lampung. Sejak kuliah penulis mengajar IPA di SMP Global Surya Bandar Lampung hingga tahun 2022 dan saat ini aktif mengajar di salah satu SD Negeri Bandar Lampung.

## **MOTTO**

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain).

Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap”

(QS. Al-Insyirah, 6-8)

“Aku percaya bahwa apapun yang aku terima saat ini adalah yang terbaik dari Tuhan dan aku percaya Dia akan selalu memberikan yang terbaik untukku pada waktu yang telah Ia tetapkan”

“Allah tidak membebani seseorang, melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(QS. Al-Baqarah, 286)

## **PERSEMBAHAN**

*Alhamdulillahirobbil 'alamin, teriring doa dan rasa syukur kehadiran Allah SWT, kupersembahkan karya kecilku ini sebagai tanda bakti dan cinta kasihku yang tulus kepada:*

**Ayahku (Junaidi Shobier, S.E) dan Ibuku (alm. Nuriah, S.Pd)**

*Ayah dan ibuku yang tak pernah berhenti mencurahkan cinta, kasih sayang, dan kesabarannya dalam merawat, mendidik, dan memperjuangkan serta mendo'akan putrinya dengan tulus dan ikhlas.*

**Para Pendidikku (Guru dan Dosenku)**

*Para pendidikku yang selalu memberi bimbingan dan pengajarannya untuk menaklukan dunia dengan belajar.*

**Kakak-kakakku (Yanita Utama, S.E., Akt dan Achmad Farouq, S.Pi)**

*Kakak-kakakku tersayang yang selalu mendukung, mendoakan, dan memberi semangat serta mengingatkanku untuk membahagiakan kedua orang tua kita. Semoga kelak kalian akan mendapatkan keberhasilan yang lebih dari ini di kemudian hari.*

**Sahabat-sahabatku**

*Sahabat-sahabatku yang senantiasa menemani dikala suka dan duka.*

**Almamater Tercinta Universitas Lampung**

## SANWACANA

Puji syukur kepada Allah SWT, karena atas berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis yang berjudul “Pengembangan E-LKPD Berbasis STEM dengan Model Multi Representasi pada Materi Sistem Perkembangbiakan Tumbuhan dan Hewan untuk Meningkatkan Kemampuan Metakognisi Peserta Didik SMP” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan 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. Sunyono, M.Si., selaku Dekan FKIP Universitas Lampung.
3. Prof. Dr. Ahmad Saudi Samosir, M.T., selaku Direktur Pascasarjana Universitas Lampung.
4. Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Lampung.
5. Dr. Dewi Lengkana, M.Sc., selaku Ketua Program Studi Magister Pendidikan IPA Universitas Lampung, Pembimbing I serta Pembimbing Akademik yang telah bersedia untuk memberikan bimbingan, saran, dan kritik, serta memotivasi dan mengarahkan penulis dalam proses penyelesaian tesis ini.
6. Dr. Tri Jalmo, M.Si., selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan motivasi dalam proses penyelesaian tesis ini.
7. Dr. M. Setyorini, M.Si., selaku Pembahas yang telah banyak memberikan saran dan kritik yang bersifat positif dan membangun untuk penyusunan tesis ini.
8. Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si., selaku Penguji II serta validator yang telah memberikan saran-saran perbaikan dan semangat untuk senantiasa belajar.

9. Dr. Pramudiyanti, S.Si., M.Si., selaku validator yang telah memberikan saran dan masukan dalam pengembangan produk.
10. Para Dosen dan staff program studi Magister Pendidikan IPA Universitas Lampung yang telah membimbing penulis dalam pembelajaran.
11. Rudianto, M.Pd., selaku Kepala Sekolah SMP Al Kautsar, dan Bapak Eko Sugiarto, S.Pd.I., selaku Kepala Sekolah SMP Global Surya yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian.
12. Sahabat-sahabatku tersayang Almira, Devi, dan Fiska terimakasih atas dukungan dan semangat untuk segera menyelesaikan tugas akhir.
13. Teman-teman program studi Magister Pendidikan IPA angkatan 2019 terima kasih atas dukungannya.
14. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tesis ini.

Semoga Allah SWT melimpahkan berkat, rahmat serta karunia-Nya dan semoga tesis ini bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, Januari 2023

Penulis,

Atika Putri

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR .....</b>	<b>xviii</b>
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	8
1.3 Tujuan Penelitian .....	8
1.4 Manfaat Penelitian .....	8
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	9
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>11</b>
2.1 E-LKPD sebagai Bahan Ajar .....	11
2.2 Pembelajaran Multi Representasi .....	17
2.3 Pendekatan <i>Science, Technology, Engineering, Math</i> (STEM).....	19
2.4 Pembelajaran Berbasis Multi Representasi-STEM.....	20
2.5 Kemampuan Metakognisi .....	25
2.6 Tinjauan Materi Sistem Perkembangbiakan Tumbuhan dan Hewan....	27
2.7 Kerangka Pemikiran.....	28
2.8 Hipotesis Penelitian .....	30
2.9 Desain Produk yang Dikembangkan.....	30
<b>III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>32</b>
3.1 Desain Penelitian .....	32
3.2 Lokasi dan Subjek Penelitian.....	32
3.3 Prosedur Pengembangan .....	32
3.4 Teknik Pengumpulan Data.....	38
3.5 Teknik Analisis Data.....	42

<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>48</b>
4.1 Hasil Penelitian Pengembangan.....	48
4.2 Pembahasan.....	69
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>94</b>
5.1 Simpulan .....	94
5.2 Saran .....	95
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>96</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>107</b>
1. Angket Analisis Kebutuhan .....	105
2. Hasil Angket Analisis Kebutuhan.....	110
3. Silabus Sistem Perkembangbiakan Tumbuhan dan Hewan .....	114
4. RPP Sistem Perkembangbiakan Tumbuhan dan Hewan.....	119
5. Rubrik dan Kisi-kisi Soal Keterampilan Metakognisi .....	135
6. Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Soal .....	155
7. Instrumen Validasi Isi .....	159
8. Instrumen Validasi Konstruk .....	163
9. Instrumen Validasi Bahasa .....	166
10. Hasil Lembar Validasi Ahli .....	169
11. Angket Respon Kemenarikan .....	172
12. Hasil respon Peserta Didik dan Guru .....	174
13. Lembar Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran.....	179
14. Hasil Keterlaksanaan Pembelajaran .....	181
15. Lembar Aktivitas Peserta didik.....	185
16. Hasil Aktivitas Peserta Didik .....	187
17. Hasil <i>Pretest-Posttest</i> Kelas Eksperimen.....	188
18. Hasil <i>Pretest-Posttest</i> Kelas Kontrol .....	196
19. Hasil <i>Pretest-Posttest</i> , N-Gain Kelas Kontrol & Eksperimen .....	204
20. Hasil Uji Normalitas .....	210
21. Hasil Uji Homogenitas, <i>Independent Sample T-Test</i> , <i>Effect Size</i> .....	211
22. <i>Storyboard</i> e-LKPD .....	213
23. Contoh Produk Hasil Penyelidikan .....	228
24. Produk Pengembangan e-LKPD .....	230

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Substansi Pengetahuan Bahan Ajar.....	11
2. Kriteria Penggunaan LKPD .....	13
3. Kegiatan Pembelajaran Berbasis Multi Representasi-STEM .....	23
4. Indikator Proses Metakognisi.....	25
5. Kompetensi Pengetahuan .....	27
6. Kerangka Desain E-LKPD .....	30
7. Fitur dan Tampilan E-LKPD.....	35
8. Desain Penelitian Kelompok Non-ekuivalen .....	37
9. Kisi-Kisi Instrumen Aspek Validasi Isi .....	39
10. Kisi-Kisi Instrumen Aspek Validasi Konstruk .....	39
11. Kisi-Kisi Instrumen Aspek Validasi Bahasa.....	40
12. Kisi-Kisi Angket Respon Peserta Didik.....	40
13. Kisi-Kisi Angket Respon Pendidik .....	40
14. Kisi-kisi Soal Kemampuan Metakognisi .....	41
15. Kriteria Validitas Instrumen tes .....	42
16. Klasifikasi Reliabilitas .....	42
17. Tafsiran Skor (Presentase) Lembar Validasi.....	43
18. Kriteria Tingkat Keterlaksanaan .....	44
19. Kriteria Tingkat Kemenarikan .....	45
20. Interpretasi <i>N-gain</i> .....	45
21. Interpretasi <i>Effect Size</i> .....	47
22. <i>Storyboard</i> E-LKPD .....	50
23. Hasil Validitas Produk .....	53
24. Hasil Revisi Produk e-LKPD .....	53
25. Analisis Validitas Butir Soal.....	59
26. Keterlaksanaan Pembelajaran .....	60

27. Respon Peserta Didik terhadap E-LKPD .....	61
28. Respon Pendidik terhadap E-LKPD.....	61
29. Data Kepraktisan E-LKPD.....	62
30. Hasil Uji <i>N-Gain</i> Kemampuan Metakognisi.....	63
31. Peningkatan Indikator Kemampuan Metakognisi Peserta didik .....	63
32. Uji Prasayarat .....	65
33. Uji Independent Sample T-Test .....	65
34. Rata-rata Aktivitas Peserta Didik.....	68
35. Keterlaksanaan Pembelajaran .....	69

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pikir Penelitian .....	29
2. Modifikasi Diagram Alir R&D .....	33
3. Pesebaran Data <i>N-gain</i> Kelas Eksperimen.....	64
4. Pesebaran Data <i>N-gain</i> Kelas Kontrol .....	64
5. Pernyataan Validasi Isi.....	74
6. Pernyataan Validator Media.....	75
7. Pernyataan Validator terhadap Tampilan.....	76
8. Pernyataan Validator Terkait Hasil Validasi Bahasa .....	77
9. Tanggapan Peserta Didik pada Aspek Kemenarikan.....	78
10. Tanggapan Peserta Didik pada Aspek Kemudahan .....	79
11. Tanggapan Peserta Didik pada Aspek Keterbacaan.....	80
12. Proses Pembelajaran Model Multi Representasi.....	82
13. Contoh Jawaban Indikator Menentukan Tujuan .....	83
14. Contoh Jawaban Fase Identifikasi Konsep Kunci.....	83
15. Contoh Jawaban Indikator Eksplorasi.....	84
16. Contoh Jawaban Indikator Pemantauan Proses.....	85
17. Contoh Jawaban Fase Konstruksi .....	86
18. Contoh Jawaban Indikator Kejelasan Pemantauan & Akurasi Pemantauan	87
19. Contoh Jawaban Postes Indikator Menentukan Tujuan .....	88
20. Contoh Jawaban Postes Indikator Pemantauan Proses .....	89
21. Contoh Jawaban Postes Indikator Kejelasan Pemantauan .....	90
22. Contoh Jawaban Postes Indikator Akurasi Pemantauan .....	91

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kemampuan metakognisi termasuk dalam kemampuan berpikir tingkat tinggi yang perlu dikembangkan dan sangat penting diberdayakan dalam sistem pembelajaran karena membantu peserta didik dalam mengaktifkan pengembangan diri, menentukan tujuan pembelajaran serta meningkatkan keberhasilan akademis (Veenman *et al.*, 2006). Kemampuan metakognisi membantu peserta didik menjadi pembelajar mandiri yang bertanggung jawab atas kemajuan pembelajaran mereka (Ozturk, 2017). Kemampuan metakognisi dibutuhkan dalam memecahkan masalah, mengembangkan kreatifitas, dan berinovasi. Peserta didik harus dapat membangun pengetahuan konten yang kuat dengan mensintesis informasi dari berbagai sumber relevan (Herlanti *et al.*, 2017).

Faktanya pembelajaran sains di Indonesia belum secara maksimal mengembangkan kemampuan metakognisi peserta didik (Buku *et al.*, 2016; Siswati & Corebima, 2017). Paradigma pembelajaran berfokus pada aspek kognitif saja dan secara simultan menggunakan pola berpusat pada pendidik dan bersifat non konstruktivisme (Rahmat & Chanunan, 2018). Penelitian Runisah (2017) menemukan bahwa peserta didik kesulitan dalam melakukan pengendalian diri saat proses berpikir, artinya kemampuan metakognisi yang berkaitan dengan regulasi belajar mandiri tergolong rendah. Hal ini disebabkan oleh jumlah pendidik yang mengetahui pentingnya metakognisi dan menerapkannya dalam pembelajaran masih sedikit. Selain itu hasil penelitian lain mengenai kemampuan metakognisi menyimpulkan bahwa, peserta didik yang tidak mampu merefleksikan pengetahuan saat ini lalu mengidentifikasi kekurangannya serta tidak mampu memodifikasi dan memperbaiki strategi belajar. Sehingga dikatakan peserta didik memiliki kemampuan metakognisi rendah (Black *et al.*, 2016). Padahal metakognisi merupakan salah satu

strategi belajar yang sudah disebutkan dalam lampiran permendikbud No 20 tahun 2016 tentang standar isi serta dijabarkan dalam permendikbud No 20 tahun 2016 tentang Standar Kompetensi Lulusan (SKL) pendidikan dasar dan menengah. Oleh karena itu, idealnya pendidik mampu mengembangkan kemampuan metakognisi para peserta didik.

Hasil analisis data angket kebutuhan pendidik IPA di Kota Bandar Lampung, menunjukkan bahwa dari 20 responden menyatakan dalam mengajar materi sistem perkembangbiakan tumbuhan dan hewan telah menggunakan pendekatan saintifik dan beberapa model pembelajaran di antaranya: a) *discovery learning*, b) *inquiry*, c) *problem-based learning*, dan d) *project-based learning*. Selanjutnya, sebagian besar pendidik (85%) menggunakan e-LKPD dalam pembelajaran tatap muka terbatas. E-LKPD dipilih karena lebih mudah dalam pengoreksian, akses, praktis, dan efisiensi waktu. Sebagian besar pendidik (90%) memperoleh e-LKPD dari internet dan diolah secara pribadi sesuai model dan strategi pembelajaran yang digunakan dengan tujuan untuk melatih kemampuan kognitif peserta didik.

Sebagian pendidik (60%) menyatakan bahwa peserta didik termotivasi dengan penggunaan e-LKPD karena ketertarikan terhadap teknologi, tampilan digital berwarna serta animasi pendukung relevan dengan konsep sehingga peserta didik semangat untuk mengikuti pembelajaran. E-LKPD telah menyajikan konsep dalam berbagai bentuk representasi. Sebagai contoh terdapat wacana pengantar disertai gambar tumbuhan pisang, singkong, bawang merah, jambu air, bunga mawar, lidah buaya kemudian peserta didik diminta untuk mengelompokkan tumbuhan tersebut sesuai dengan cara perkembangbiakannya dan diminta untuk menyebutkan 5 contoh tumbuhan lain dari sekitar tempat tinggalnya. Berdasarkan hal ini, pendidik telah menyajikan representasi verbal dan visual berupa gambar, ilustrasi maupun foto. Sementara sebagian kecil pendidik (40%) menyatakan bahwa peserta didik tidak termotivasi dengan e-LKPD karena keterbatasan gawai dan koneksi internet, materi sistem perkembangbiakan tumbuhan dan hewan sulit untuk dipahami, tampilan kurang menarik. E-LKPD belum menyajikan konsep dalam berbagai bentuk representasi sehingga sebagian besar konsep disajikan menggunakan representasi verbal saja.

Pada aspek penggunaan model dalam e-LKPD, sebagian pendidik (60%) belum memuat sintaks sehingga kegiatan penyelidikan maupun pengamatan belum ditunjukkan secara rinci dan hanya berupa kumpulan latihan soal essay. Sebagian besar pendidik (70%) menyatakan bahwa e-LKPD yang digunakan belum mampu melatih peserta didik dalam merepresentasikan konsep materi sistem perkebangbiakan tumbuhan dan hewan dalam berbagai bentuk. Alasannya karena sulit dalam memahami materi, seperti mengubah penjelasan konsep proses hidup lumut menjadi diagram siklus maupun sebaliknya. Sebagian peserta didik belum terbiasa mengorganisir data dalam bentuk tabel maupun grafik. Kemudian sebagian besar pendidik (75%) menyatakan bahwa e-LKPD belum menyajikan kegiatan penyelidikan dengan integrasi beberapa disiplin ilmu. Hal ini karena keterbatasan waktu pembelajaran dan konsep hanya berfokus pada IPA terpadu saja, serta belum pernah mengintegrasikan dengan ilmu rekayasa, teknologi maupun matematika.

Hasil survey menunjukkan bahwa indikator metakognisi belum maksimal dikembangkan. Pada indikator menentukan tujuan (*specifying goals*) hanya sebagian pendidik (55%) menyatakan bahwa e-LKPD melatih kemampuan peserta didik dalam membangun dan mengintegrasikan konsep, dikarenakan peserta didik merasa sulit dalam memahami materi sistem perkebangbiakan tumbuhan dan hewan. Pada indikator pemantauan proses (*process monitoring*), sebagian besar pendidik (75%) menyatakan bahwa e-LKPD belum melatih peserta didik dalam merinci secara detail langkah-langkah menyelesaikan masalah. Alasannya karena dalam e-LKPD belum tersedia pertanyaan yang mengarah pada kemampuan merinci sebuah proses. Peserta didik menyebutkan langkah secara umum, kurang lengkap, dan acak. Pada indikator kejelasan pemantauan (*monitoring clarity*) dan akurasi pemantauan (*monitoring accuracy*) diperoleh temuan bahwa sebagian besar pendidik (90%) menyatakan e-LKPD belum melatih kemampuan peserta didik mengatasi kesulitan dalam pemecahan masalah konsep sistem perkebangbiakan tumbuhan dan hewan. Alasannya karena e-LKPD yang digunakan hanya melatih peserta didik untuk menemukan konsep, belum tersedia pertanyaan yang mengarah kepada bagaimana peserta didik mengatasi kesulitan saat memahami sebuah konsep. Peserta didik cenderung belum tahu dan belum mampu mengungkapkan kekurangan maupun kelemahan pada konsep-konsep tertentu. e-LKPD yang

digunakan belum melatih kemampuan peserta didik dalam mengevaluasi kesalahan strategi belajar dalam memahami konsep sistem perkembangbiakan tumbuhan dan hewan dengan baik. Alasannya karena e-LKPD berfokus pada proses pembelajaran dan tidak ada tahapan evaluasi. Sehingga untuk mendukung proses pembelajaran sebagian besar pendidik (95%) menyatakan bahwa setuju dengan pengembangan e-LKPD materi sistem perkembangbiakan tumbuhan dan hewan yang disesuaikan dengan kebutuhan peserta didik.

Hasil survey terhadap penggunaan bahan ajar berupa e-LKPD di kota Bandar Lampung menunjukkan keluasan dan kedalaman konten belum mampu mencapai tujuan pembelajaran sesuai tuntutan kompetensi. Pendidik menggunakan e-LKPD yang kurang disesuaikan dengan situasi dan kondisi sekolah ataupun lingkungan sosial budaya peserta didik, seperti e-LKPD hanya berupa latihan soal dengan representasi verbal untuk menjelaskan konsepnya saja, padahal beberapa konsep membutuhkan representasi bagan, gambar maupun skema. Hasil analisis terhadap lima e-LKPD materi sistem perkembangbiakan tumbuhan dan hewan yang diperoleh dari pendidik menggunakan sintaks model *discovery learning*. Isi bahan ajar menampilkan konsep dalam bentuk tekstual, visualisasi gambar maupun animasi yang tersedia belum dilengkapi dengan penjelasan verbal. Kesesuaian antara tuntutan kompetensi dasar dengan indikator perlu dikaji lebih dalam agar tujuan pembelajaran tercapai. Tuntutan KD adalah peserta didik diminta untuk menganalisis, namun yang disajikan pencapaiannya adalah membaca, menyebutkan, dan menjelaskan saja. Berdasarkan hasil analisis KD dan indikator pencapaiannya, terdapat ketidaksesuaian antara kondisi atau pengalaman pembelajaran yang dilaksanakan oleh pendidik dengan hasil yang diharapkan. Menurut Anderson & Krathwohl (2001) kompetensi kemampuan menganalisis dapat dicapai dengan memberikan pengalaman kepada peserta didik melalui proses kognitif membedakan, memberi atribut, dan mengorganisasikan. Selanjutnya tampilan dalam e-LKPD banyak memuat konsep secara tekstual tanpa menyajikan media pendukung seperti gambar, sketsa, foto, animasi yang bisa dijadikan objek bagi peserta didik untuk menganalisis.

Salah satu cara melatih kemampuan metakognisi adalah dengan menggunakan bahan ajar dengan strategi yang sesuai kebutuhan konteks materi (Wati & Susantini, 2015). Strategi yang digunakan untuk melatih kemampuan metakognisi dengan menerapkan pendekatan STEM. Hal ini mampu meningkatkan kemampuan kognitif peserta didik, dibuktikan dari penelitian yang menunjukkan bahwa ada pengaruh integrasi STEM dalam proses pembelajaran berbasis masalah dilihat dari *effect size* sebesar 0,74 berkategori sedang (Changtong *et al.*, 2020). Pendekatan STEM dengan model pembelajaran berbasis masalah dan pembelajaran berbasis proyek dapat diadaptasi sebagai metode meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan penyelidikan melalui pengalaman langsung (Kuen-Yi *et al.*, 2019; Liu, 2019). Indikator metakognisi dapat dilatihkan ketika peserta didik melakukan kegiatan pembelajaran dengan pendekatan STEM. Aspek *science* dapat menjadi stimulus awal peserta didik membuat rencana dan menentukan tujuan menyelesaikan masalah (*planning*). Aspek *technology* dan *mathematics* dapat muncul pada kegiatan peserta didik saat memilih dan menentukan strategi yang tepat serta memproses informasi relevan (*predictive skills*). Aspek *engineering* muncul ketika peserta didik melakukan penilaian dan evaluasi terhadap strategi penyelesaian masalah dan melakukan perbaikan untuk mencapai tujuan pembelajaran (Kustiana *et al.*, 2020).

Model pembelajaran yang dapat menumbuhkan kemampuan metakognisi adalah model multi representasi. Hal ini didukung oleh beberapa penelitian di antaranya oleh Ita *et al.* (2021), yang menerapkan pembelajaran berbasis multi representasi, hasilnya ada pengaruh terhadap kemampuan metakognisi peserta didik. Ada hubungan signifikan antara kemampuan metakognisi peserta didik dengan menggunakan model pembelajaran SiMaYang berbasis mutipel representasi (Bela *et al.*, 2018). Pemanfaatan *hypermedia* yang menampilkan berbagai bentuk representasi seperti teks, diagram, rumus, model struktural, animasi, dan video dapat membantu peserta didik memahami topik sains yang kompleks dan menantang (Azevedo, 2005). Selain itu, penjelasan secara verbal melalui teks yang telah dibuat akan menjadi lebih mudah dipahami jika penjelasan melalui teks dilengkapi dengan gambar, skema, tabel maupun grafik yang bersesuaian dengan materi tersebut (Jang, 2016).

Model pembelajaran multi representasi tepat digunakan dalam pembelajaran materi pokok sistem perkebangbiakan tumbuhan dan hewan. Konsep pertumbuhan dan perkembangan tidak dapat dipahami tanpa mengaitkan studi beberapa disiplin ilmu tentang berbagai proses biokimia dan fisiologis yang mendasari perubahan morfologi, sehingga berbagai tingkat representasi seperti submikroskopik dan simbolik dibutuhkan untuk memahami fenomena biologis yang terjadi (David & Tsui, 2013). Sistem perkembangan adalah materi esensial karena berfokus pada karakteristik dasar kehidupan. Pertumbuhan dan perkembangan adalah kunci untuk memahami banyak hal penting proses kehidupan. Dibahas pula rangkaian perubahan yang dialami organisme selama siklus hidupnya mulai dari tingkatan jaringan bahkan sel (Lin, 2004). Penelitian terdahulu oleh Lin (2003) menunjukkan bahwa peserta didik tingkat SMP mengalami kesulitan dan miskonsepsi saat mengerjakan tugas (memanipulasi grafik, simulasi grafis) proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Konsep sistem perkembangan tumbuhan dan hewan sangat luas, kompleks, dan seringkali disajikan tidak terstruktur. Muatan materinya berisi keterkaitan pengetahuan di berbagai tingkatan, sifat tak kasat mata sehingga menjadi subjek yang sulit untuk diajarkan dan dipelajari. Melalui model pembelajaran multi representasi diharapkan peserta didik dapat menemukan strategi belajar yang tepat dengan mengevaluasi dan memperbaiki kekurangan dalam proses belajar sehingga meningkatkan kemampuan metakognisinya.

Salah satu standar nasional adalah pendidik menggunakan media pembelajaran yang berkualitas. Penggunaan LKPD berbasis STEM efektif dalam melatih kemampuan berpikir kreatif peserta didik (Aldilla *et al.*, 2017). Peserta didik dapat berperan aktif, berpikir kritis, dan sistematis dalam mengungkapkan ide dan pendapatnya saat menyelesaikan suatu masalah (Novitayani, 2019). Penggunaan e-LKPD dalam pembelajaran membantu dalam memfasilitasi komunikasi antara pendidik dan peserta didik (Sumarni *et al.*, 2021). e-LKPD dinilai lebih efektif karena lebih modern dan dikemas dalam bentuk elektronik yang cocok untuk pembelajaran *online* sehingga peserta didik dapat mengaksesnya di rumah masing-masing (Syafitri & Tressyalina, 2020).

Penggunaan LKPD dengan memanfaatkan elektronik akan meningkatkan literasi digital peserta didik. Adopsi keterampilan literasi digital untuk meningkatkan kualitas merupakan hal penting bagi lingkungan belajar (Techataweewan & Prasertsin, 2018). Melalui e-LKPD, peserta didik dilatih untuk mencari, menentukan, mengambil, mensintesis, dan mengevaluasi informasi dalam dunia maya. Kemampuan mengoperasikan perangkat keras dan perangkat lunak sangat penting untuk memahami teknologi. Kemampuan literasi media akan dikembangkan berupa kemampuan berinteraksi dengan teks, suara, gambar, serta video (Chetty *et al.*, 2018). Implikasi dari peningkatan keterlibatan dengan media digital membantu peserta didik mengembangkan pengetahuan, keterampilan, dan kontribusi di era digital abad ke-21 (Redmond, 2015).

Sudah banyak penelitian yang mengembangkan e-LKPD berbasis STEM (Amalya *et al.*, 2021; Aristo & Tampubolon, 2019; Ernawati & Sujatmika, 2021; Hekmah *et al.*, 2019; Khofifah & Mitarlis, 2021; Ramli *et al.*, 2020; Sari *et al.*, 2022; Sasmita *et al.*, 2021; Sulistiyowati *et al.*, 2018; Wahyuni *et al.*, 2022), selain itu penggunaan multi representasi dalam bahan ajar telah menjadi tren penelitian di dunia pendidikan (Indrianingrum *et al.*, 2018; Mutia *et al.*, 2018; Abdurrahman *et al.*, 2019; Syahmel & Jumadi, 2019; Muliandi *et al.*, 2021), tetapi e-LKPD yang khusus didesain untuk meningkatkan metakognisi belum banyak dilakukan peneliti lain terutama pada kajian sistem perkembangbiakan tumbuhan dan hewan. Berdasarkan alasan tersebut, maka diyakini bahwa pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran berupa LKPD elektronik berbasis STEM dengan model multi representasi dapat memandu kegiatan belajar peserta didik sehingga berpengaruh terhadap kemampuan metakognisi peserta didik. Maka peneliti melakukan penelitian dengan judul “Pengembangan E-LKPD Berbasis STEM Model Multi Representasi pada Materi Sistem Perkembangbiakan Tumbuhan dan Hewan untuk Meningkatkan Kemampuan Metakognisi Peserta Didik SMP”.

## 1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana karakteristik e-LKPD berbasis STEM model multi representasi yang valid untuk meningkatkan kemampuan metakognisi peserta didik?
2. Bagaimana kemampuan metakognisi peserta didik yang diajar menggunakan e-LKPD berbasis STEM model multi representasi?
3. Bagaimana respon pendidik dan peserta didik terhadap penggunaan e-LKPD berbasis STEM model multi representasi?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah dikemukakan, maka tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk:

1. Menghasilkan e-LKPD berbasis STEM model multi representasi untuk meningkatkan kemampuan metakognisi peserta didik yang valid, praktis dan bermanfaat.
2. Menganalisis kemampuan metakognisi peserta didik setelah menggunakan e-LKPD berbasis STEM model multi representasi.
3. Mendeskripsikan respon peserta didik terhadap penggunaan e-LKPD berbasis STEM model multi representasi.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini, antara lain:

1. Bagi pendidik, bahan ajar yang telah dikembangkan diharapkan dapat memberikan alternatif bagi peserta didik untuk memudahkan menyampaikan pembelajaran kepada peserta didik, dan pembelajaran yang terjadi didalam kelas tidak berfokus hanya pada pendidik.
2. Bagi peserta didik, e-LKPD diharapkan menjadi salah satu media untuk melatih dan mengembangkan serta mengukur kemampuan metakognisi.

3. Bagi peneliti, dapat lebih mengasah kemampuannya dalam melakukan penelitian, membuat pengembangan e-LKPD yang baik dan sesuai dengan kebutuhan peserta didik saat ini dan lebih memahami karakteristik dari bahan ajar yang digunakan.

### 1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Produk yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah e-LKPD berbasis STEM model multi representasi untuk meningkatkan keterampilan metakognisi peserta didik pada materi sistem perkembangbiakan tumbuhan dan hewan.
2. Pengembangan e-LKPD meliputi materi video, wacana, gambar, diskusi soal dan proyek menggunakan aplikasi Canva dan Nitro Pro.
3. Tingkat efektivitas ditinjau dari nilai *N-gain* kemampuan metakognisi apabila 75% peserta didik memiliki skor kategori sedang hingga tinggi.
4. Tingkat validitas e-LKPD dalam penelitian ini meliputi aspek konstruksi, isi dan bahasa. Kriteria tercapainya kelayakan produk meliputi standar valid adalah 75% bahwa e-LKPD layak digunakan.
5. Tingkat kepraktisan e-LKPD dalam penelitian ini meliputi indikator aspek kemenarikan yaitu pada desain dan tampilan, motivasi belajar, dan kegiatan dalam e-LKPD. Kriteria ketercapaian kepraktisan produk dengan standar praktis adalah 75% pendidik dan peserta didik menyatakan bahwa e-LKPD menarik.
6. Indikator keterampilan metakognisi diukur menggunakan soal essay merujuk pada indikator metakognisi menurut Robert (2008) yaitu: (1) Menentukan tujuan (*specifying Goals*), (2) Pemantauan proses (*process monitoring*), (3) Kejelasan pemantauan (*monitoring clarity*), dan (4) Akurasi pemantauan (*monitoring accuracy*).
7. Materi yang disajikan dalam e-LKPD ini adalah materi di SMP kelas IX/ Semester I pada KD 3.2 Menganalisis sistem perkembangbiakan pada tumbuhan dan hewan serta penerapan teknologi pada sistem reproduksi

tumbuhan dan hewan serta KD 4.2 Menyajikan karya hasil perkembangbiakan pada tumbuhan.

8. Jenis pendekatan STEM yang dipakai dalam e-LKPD adalah pendekatan STEM dengan 5 langkah yaitu *observe, new idea, innovation, creativity* dan *society*.
9. Model pembelajaran yang dipakai dalam e-LKPD adalah model pembelajaran multi representasi dengan 6 fase menurut Lengkana (2018) yaitu: fase pengetahuan awal dan representasi visual, fase penyajian fenomena, fase identifikasi konsep kunci, fase eksplorasi, fase konstruksi, dan fase persentasi dan interpretasi.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 E-LKPD Sebagai Bahan Ajar

Setiap bahan ajar memiliki beberapa unsur agar menjadi bahan ajar yang baik untuk digunakan dalam pembelajaran. Bahan ajar harus memiliki isi dengan substansi sebagai berikut (Abdurrahman, 2015):

#### 1. Pengetahuan

Bagian ini mencakup fakta, konsep, prinsip, dan prosedur. Penjelasan secara rinci disajikan dalam Tabel 1. Pendidik biasanya mengalami kesulitan dalam membedakan empat hal ini, akan tetapi dengan terus menambah pengetahuan dan mengasah keterampilan pendidik akan mampu membedakan hal-hal tersebut.

Tabel 1. Substansi Pengetahuan Bahan Ajar

Aspek	Pengertian	Contoh
Fakta	Segala hal yang menunjukkan kenyataan dan kebenaran, mencakup nama-nama obyek, peristiwa sejarah, lambang, nama dan tempat, nama orang, nama bagian atau komponen suatu benda dan sebagainya.	Ibu kota Indonesia adalah Jakarta, tanaman hijau memiliki klorofil, dalam satu jam terdapat 60 menit.
Konsep	Segala hal yang menunjukkan pengertian-pengertian baru yang bisa muncul sebagai hasil pemikiran meliputi; definisi, pengertian, ciri khusus, hakikat, inti, dan sebagainya.	Mata merupakan alat penglihatan yang penting bagi manusia, karena itu kesehatannya harus dijaga dengan baik.
Prinsip	Hal-hal utama, pokok dan memiliki posisi terpenting, meliputi dalil, rumus, adagium, postulat, paradigma, teorema, serta hubungan antar konsep yang menggambarkan implikasi sebab akibat.	Setiap benda yang mendapatkan gaya dari benda lain, akan memberikan gaya yang besarnya sama namun arahnya berbeda kepada benda kedua.

Tabel 1. (lanjutan)

Aspek	Pengertian	Contoh
Prosedur	Langkah-langkah sistematis atau berurutan dalam mengerjakan suatu aktivitas dan kronologi suatu sistem.	Langkah-langkah membuat bahan ajar antara lain meliputi hal-hal berikut. Langkah pertama, menyusun analisis kebutuhan bahan ajar yang di dalamnya terdiri atas analisis, kurikulum, sumber belajar, serta memilih dan menentukan bahan ajar. Langkah kedua, membuat peta bahan ajar. Langkah terakhir, membuat bahan ajar sesuai dengan strukturnya.

## 2. Keterampilan

Keterampilan merupakan bahan ajar yang diberikan untuk mengembangkan kompetensi, di antaranya kemampuan mengembangkan dan mengemukakan ide, memilih dan menggunakan bahan, menggunakan peralatan, teknik kerja, dan lain-lain. Ditinjau dari level terampilnya peserta didik, keterampilan dapat dibedakan menjadi 1) awal; 2) semi rutin; dan 3) rutin (terampil). Keterampilan perlu disesuaikan dengan kebutuhan peserta didik, dengan memperhatikan bakat, minat dan harapan peserta didik. Hal ini dilakukan agar mereka mampu mencapai penguasaan keterampilan kerja (*prevocational skill*) yang secara integral ditunjang oleh keterampilan hidup (*life skill*).

## 3. Sikap

Bahan ajar juga harus berisi kompetensi sikap yang berkaitan sikap ilmiah, antara lain: 1) kebersamaan, ditunjukkan dengan peserta didik mampu bekerja berkelompok dengan orang lain yang berbeda suku, agama, strata sosial, dan lain-lain; 2) kejujuran, ditunjukkan dengan peserta didik mampu jujur dalam melaksanakan pengamatan atau percobaan, serta mencatat data sesuai dengan pengamatan atau percobaan yang dilakukan; 3) kasih sayang, terlihat jika peserta didik mampu untuk tidak membedakan dan memberikan perlakuan yang sama pada orang lain yang mempunyai karakter dan kemampuan sosial ekonomi yang berbeda; 4) tolong-menolong, yakni mau membantu orang lain yang tanpa mengharapkan imbalan apapun; 5) semangat dan minat belajar, yakni memiliki semangat, minat dan rasa ingin tahu.

Lembar kerja peserta didik (LKPD) sebagai salah satu bahan ajar berisi lembar kegiatan peserta didik dan soal-soal latihan, LKPD juga memuat ringkasan materi (Depdiknas, 2008). LKPD dapat dikembangkan sedemikian rupa dengan memanfaatkan teknologi dengan persyaratan di antaranya syarat didaktik, syarat konstruksi, dan syarat teknis. Cara penyajian materi pelajaran dalam LKPD meliputi penyampaian materi secara ringkas kegiatan yang melibatkan peserta didik secara aktif misalnya latihan soal, diskusi dan percobaan sederhana (Widjajanti, 2008). Selain itu penyusunan LKPD yang tepat dapat digunakan untuk mengembangkan keterampilan proses sehingga diharapkan menjadi instrumen yang dapat digunakan untuk membantu peserta didik dalam memahami materi pembelajaran (Aryani, 2011; Shalikhah, 2016). LKPD mengarahkan pola pikir peserta didik terhadap konsep baru melalui langkah-langkah atau petunjuk yang tercantum di dalamnya (Taiyeb, 2014). Penyusunan LKPD menurut Abdurrahman (2015) harus mengacu pada beberapa kriteria, yakni tujuan penyusunannya, bahan ajar penyusunannya, kebutuhan peserta didik, dan prinsip penggunaannya. Kriteria penyusunan LKPD terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Penggunaan LKPD

<b>Kriteria</b>	<b>Penjelasan</b>
Tujuan Pembuatan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Memberikan penguatan dan penunjang tujuan dan indikator yang akan dicapai dalam pembelajaran berdasarkan kompetensi dalam kurikulum yang berlaku.</li> <li>2. Membantu peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran.</li> <li>3. Memberikan pengalaman belajar yang kaya di dalam kelas.</li> <li>4. Memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengembangkan keterampilan dan kemampuan memecahkan masalah serta menanamkan sikap ilmiah.</li> </ol>
Bahan Penyusun	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Harus tersusun secara logis dan sistematis.</li> <li>2. Memperhatikan kemampuan dan tahap perkembangan peserta didik.</li> <li>3. Mampu memberikan motivasi peserta didik untuk mengembangkan rasa ingin tahu.</li> <li>4. Bersifat kontekstual.</li> </ol>

Tabel 2. (lanjutan)

Kriteria	Penjelasan
Kebutuhan Peserta didik	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menarik peserta didik untuk berpartisipasi.</li> <li>2. Bersifat atraktif.</li> <li>3. Meningkatkan rasa percaya diri peserta didik.</li> <li>4. Mendorong peserta didik untuk mengetahui lebih banyak.</li> <li>5. Diksi yang digunakan memperhatikan tahap perkembangan dan usia peserta didik.</li> </ol>
Prinsip Penggunaan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bukan sebagai pengganti pendidik dalam pembelajaran, tetapi sebagai sarana untuk membantu pendidik agar mencapai tujuan pembelajaran.</li> <li>2. Digunakan untuk menumbuhkan minat untuk berpartisipasi peserta didik dalam pembelajaran, baik itu melalui diskusi maupun percobaan.</li> <li>3. Pendidik tetap mempersiapkan diri dalam mengelola kelas.</li> </ol>

Karakteristik materi IPA memerlukan penggunaan multi representasi yang intensif. Perkembangan teknologi membantu pendidik menggunakan media digital untuk menampilkan berbagai bentuk representasi (animasi, simulasi, gambar 4D serta representasi grafis seperti model, grafik, diagram, skema) yang mudah diakses. Seiring dengan kemajuan teknologi, sangat diperlukan keterampilan pendidik dalam menggunakan media pembelajaran yang berbasis komputer dengan mengarahkan peserta didik untuk tetap menjaga interaksi sosial yang terjadi. Penggunaan LKPD dapat diterapkan dalam pembelajaran berbasis *web* atau yang lebih dikenal *e-Learning (electronic learning)*. *e-Learning* menggunakan sistem komunikasi terkomputerisasi sebagai lingkungan untuk komunikasi, pertukaran informasi dan interaksi antara peserta didik dan instruktur (Bermejo, 2005; Shute & Towle, 2003). Penggunaan *e-Learning* telah menjadi tren penting dalam reformasi pendidikan saat ini. Teknologi informasi membantu peserta didik mengakses sumber pembelajaran dari waktu ke waktu dan ruang secara lebih efisien (Liao *et al.*, 2014).

Keunggulan *e-Learning* salah satunya dapat menjadi pendukung proses kegiatan pembelajaran jarak jauh, tatap muka di kelas, serta sarana belajar mandiri bagi

peserta didik (Yuliasuti *et al.*, 2014). Tampilan multimedia dalam *e-Learning* lebih menarik, efektif dan mudah dipahami sehingga meningkatkan pengalaman belajar peserta didik. Penggunaan *e-Learning* tidak mengenal waktu dan tempat, karena dapat diakses kapan saja dan dimana saja sehingga mempermudah peserta didik mengakses dan menyebarkan pengetahuan konten pembelajaran. Metode *e-Learning* mendukung kebutuhan komunikasi dan pertukaran pengalaman antar peserta didik (Gulz & Haake, 2006).

Seiring dengan kemajuan teknologi, sangat diperlukan keterampilan pendidik dalam menggunakan pendekatan, model dan suatu media pembelajaran yang berbasis komputer dengan mengarahkan peserta didik untuk tetap menjaga interaksi sosial yang terjadi. Peran interaksi telah dipelajari secara luas dalam pembelajaran dalam jaringan (*online*) dan dianggap penting bagi kesuksesan pengalaman belajar (Garrison & Martha, 2005). Selain itu, perilaku, faktor pribadi, dan lingkungan belajar yang ideal dapat mengarahkan pada pembelajaran dengan komunikasi melalui media komputer yang sesuai dengan teori pembelajaran sosial, dimana jika kehadiran sosial rendah maka interaksi sosial tidak terjadi (Tu, 2000). Peserta didik dapat memperoleh umpan balik dengan mudah ketika menghadapi kesulitan dalam memecahkan suatu permasalahan (Bishop & Vergeler, 2013; Wibawa & Seipah, 2018).

Peran pendidik sebagai fasilitator salah satunya menyiapkan perangkat pembelajaran berupa LKPD elektronik (e-LKPD) sebagai penunjang proses belajar mengajar. e-LKPD merupakan sebuah bentuk penyajian bahan ajar yang disusun secara sistematis kedalam unit pembelajaran tertentu yang disajikan dalam format elektronik yang didalamnya terdapat animasi, gambar, video, navigasi yang membuat pengguna lebih interaktif dengan program. Oleh karenanya, dengan memanfaatkan kemampuan aplikasi yang digunakan mampu menampilkan fitur-fitur video, suara, maupun gambar, yang akan membantu peserta didik dalam memvisualisasikan materi yang bersifat abstrak.

Media belajar harus bersifat atraktif dan mudah dimengerti oleh peserta didik, seperti halnya e-LKPD, karena di dalamnya memuat kegiatan penyelidikan yang

mengarah pada penerapan konsep abstrak secara nyata (Fitriani *et al.*, 2017). Peserta didik dilatih untuk menemukan konsep secara mandiri baik dalam diskusi kelompok maupun penugasan individu (Annafi, 2016). Peserta didik akan menyelesaikan serangkaian tugas dengan tujuan memecahkan sebuah masalah serta membuat kesimpulan mandiri (Iryani *et al.*, 2016).

e-LKPD dibutuhkan untuk optimalisasi pengajaran dan aktivitas belajar (Yasa *et al.*, 2018). e-LKPD sebagai bahan belajar peserta didik disusun secara digital dan dikembangkan sistematis secara kontinyu pada waktu tertentu sesuai kebutuhan (Rai *et al.*, 2021). Pertanyaan dan kegiatan dalam e-LKPD juga berpengaruh terhadap antusiasme peserta didik. e-LKPD berbasis HOTS (*High Order Thinking Skills*) akan menunjang kemampuan peserta didik dalam menganalisa dan menginterpretasi konsep yang sudah dimiliki. Tidak hanya mengingat namun peserta didik dapat mengaplikasikan konsep dalam pemecahan masalah di kehidupan sehari-hari (Hartik *et al.*, 2021). Pendidik harus memiliki kemampuan manajemen kelas yang baik saat pembelajaran *online*, penggunaan e-LKPD sangat efektif dan dapat menjadi salah satu solusi meningkatkan pemahaman konsep pada pembelajaran tatap muka terbatas (Choo *et al.*, 2011). e-LKPD mudah untuk diakses kapan saja menggunakan komputer, laptop maupun telepon seluler, harga lebih terjangkau serta ramah lingkungan (Kharisma *et al.*, 2021). Fitur e-LKPD dengan dukungan video, audio, dan animasi menjadikan pembelajaran adaptif, inovatif dan tidak membosankan (Rohma & Puspitawati, 2021). e-LKPD lebih menarik dipakai selama pembelajaran *online* dan dapat melatih proses berpikir kritis peserta didik (Haryanto *et al.*, 2020).

Pembelajaran menggunakan e-LKPD dapat meningkatkan sensitifitas peserta didik terhadap masalah lingkungan saat ini sehingga mereka mampu mewujudkan suatu tindakan mengatasi masalah lingkungan dan semakin terbuka terhadap pandangan teknologi, dengan kata lain literasi sains akan meningkat (Rochim *et al.*, 2022). Pemanfaatan multimedia melalui e-LKPD memberikan kemudahan kendali atas kecepatan pembelajaran peserta didik sesuai dengan kemampuan masing-masing. Selain itu pembelajaran multimedia membuat peserta didik lebih mandiri dalam memahami materi pelajaran (Brusilovsky, 2003). Mayer (2003)

menyatakan bahwa agar pembelajaran dengan multimedia menjadi bermakna apabila peserta didik mampu melakukan masing-masing proses kognitif, yaitu memilih kata dan gambar yang relevan, mengaturnya menjadi representasi verbal dan visual yang koheren, dan mengintegrasikan verbal dan visual yang sesuai dengan representasi. Teori kognitif pembelajaran multimedia Mayer memungkinkan peserta didik untuk menggunakan visual dan pendengaran mereka dalam proses pembelajaran.

Berdasarkan hasil kajian di atas disimpulkan bahwa e-LKPD dapat membantu proses pembelajaran. Pendidik dapat meningkatkan pencapaian peserta didik dalam proses pembelajaran melalui pemberian bahan ajar yang berkualitas. Pengembangan bahan ajar oleh pendidik harus mengikuti perkembangan teknologi yang ada, oleh karena itu pengembangan e-LKPD model multi representasi terintegrasi STEM dapat menjadi salah satu alternatif yang digunakan oleh pendidik.

## **2.2 Pembelajaran Multi Representasi**

Representasi merupakan sesuatu yang mewakili, menggambarkan, atau menyimbolkan objek dan atau proses. Suatu konsep yang divisualisasikan ke dalam beberapa bentuk representasi disebut multi representasi. Multirepresentasi juga berarti merepresentasi ulang konsep yang sama dengan format yang berbeda, termasuk verbal, gambar, grafik, dan matematik (Waldrip *et al.*, 2010).

Representasi terdiri atas dua jenis yaitu: (1) internal (pikiran/otak) dan (2) representasi eksternal. Representasi internal merupakan pemahaman oleh masing-masing individu terhadap materi atau peristiwa yang diamati atau dipelajarinya mengacu pada model mental. Sedangkan representasi eksternal digambarkan sebagai situasi fisik yang terstruktur yang dapat dilihat sebagai perwujudan ide-ide fisik seperti tulisan, gambar, diagram, grafik, tabel atau persamaan matematik.

Multi representasi memiliki tiga fungsi utama, yaitu sebagai pelengkap, pembatas interpretasi, dan pembangun pemahaman (Ainsworth, 2006). Fungsi pertama adalah multirepresentasi digunakan untuk memberikan representasi yang berisi informasi pelengkap atau membantu melengkapi proses kognitif. Kedua, satu

representasi digunakan untuk membatasi kemungkinan kesalahan menginterpretasi dalam menggunakan representasi yang lain. Ketiga, multirepresentasi dapat digunakan untuk mendorong peserta didik membangun pemahaman terhadap situasi secara mendalam. Selain tiga fungsi utama di atas, multirepresentasi juga berfungsi untuk menggali perbedaan-perbedaan dalam suatu informasi yang dinyatakan oleh masing-masing interpretasi.

Multirepresentasi cenderung digunakan untuk saling melengkapi dimana representasi tunggal tidak memadai untuk memuat semua informasi yang disampaikan. Representasi dalam pendidikan sains berkaitan dengan objek kehidupan nyata, gerak tubuh, foto, animasi, gambar, diagram, grafik, bagan, tabel, persamaan dan linguistik untuk mewakili suatu ide, konsep, gagasan, ataupun suatu fenomena sains. Sains adalah pelajaran yang unik karena memerlukan empat tingkatan representasi untuk pemahaman utuh terhadap suatu fenomena biologis yang meliputi (1) tingkat makroskopis; (2) tingkat seluler; (3) tingkat molekuler (submakroskopis) dan (4) tingkat simbolik. Konsep konkret dalam pembelajaran menjadi dasar untuk mengklarifikasi fakta abstrak (Hill & Korhonen, 2014).

Pada umumnya representasi visual disajikan dalam materi IPA berupa verbal, gambar, sketsa, ilustrasi. Representasi visual mengandung makna adanya proses berpikir, belajar dan mengkonstruksi sesuatu. Berkaitan dengan penggunaan ilustrasi dalam teks, Levin (1981) menambahkan fungsi gambar atau ilustrasi di dalam teks yaitu: dekorasi, representasi, organisasi, interpretasi, dan transformasi. Pemilihan dan penggunaan representasi berpengaruh terhadap pemahaman konsep seseorang. Oleh karena itu, diperlukan visualisasi gambar penunjang yang mengandung informasi tambahan diluar paragraf utama. Penggunaan representasi yang tepat seperti gabungan verbal dan visual akan berpengaruh pada pemahaman peserta didik terhadap konsep IPA.

Pembelajaran berbasis multi representasi yang meliputi representasi visual terbukti secara empiris pada kondisi tertentu dapat meningkatkan konstruksi pengetahuan peserta didik, pemahaman dan kemampuan mentransfer informasi yang direpresentasikan (Mayer & Massa, 2003). Pembelajaran berbasis multi representasi merupakan kombinasi dari persepsi representasi eksternal, proses visualisasi internal,

dan penyimpanan representasi internal pada memori untuk diaplikasikan dan untuk pemikiran visual (Hegarty, 2004).

### **2.3 Pendekatan *Science, Technology, Engineering, Math* (STEM)**

Definisi pendekatan STEM yaitu sebagai pendekatan interdisiplin pada pembelajaran, yang di dalamnya peserta didik menggunakan sains, teknologi, rekayasa, dan matematika. Sains dapat membantu kita dalam memahami gejala alam. Teknik digunakan untuk menerapkan temuan ilmiah untuk mendesain alat yang sesuai. Sedangkan teknologi bertujuan untuk membuat alat yang sebenarnya sesuai dengan desain teknik. Matematika digunakan untuk memperoleh dasar ilmiah dan menggabungkannya dengan sains untuk keperluan analisis dan statistik (Seattha *et al.*, 2016).

Pusat dari berbagai aktivitas dalam pendekatan ini adalah melibatkan peserta didik dalam mendefinisikan dan merumuskan sebuah solusi terhadap masalah autentik dalam dunia nyata (Becker & Park, 2011). Secara umum, penerapan STEM dalam pembelajaran dapat mendorong peserta didik untuk mendesain mengembangkan dan memanfaatkan teknologi, mengasah kognitif, manipulatif dan afektif, serta mengaplikasikan pengetahuan (Kapila & Iskander, 2014). Penerapan pendidikan STEM ini diharapkan dapat menghasilkan peserta didik yang memiliki kemampuan untuk terampil berpikir dan mengembangkan kemampuan belajar yang bertujuan meningkatkan hasil belajar pribadi. Meningkatkan pendidikan STEM mungkin juga meningkatkan melek huruf semua orang di seluruh populasi di bidang teknologi dan ilmiah (Pleasants *et al.*, 2019).

Pendidikan STEM yang terintegrasi dari beberapa disiplin ilmu (sains, teknologi, teknik, matematika) memiliki potensi terhadap bidang pembelajaran lainnya dan fokus pada pemecahan masalah otentik (Sanders, 2009). Langkah-langkah dalam pendekatan *STEM* menurut Syukri (2013) ada 5 yaitu:

1. Langkah pengamatan (*Observe*)

Peserta didik diminta untuk melakukan pengamatan terhadap berbagai fenomena yang terdapat dalam lingkungan kehidupan sehari-hari yang mempunyai

kaitan dengan konsep sains yang sedang diajarkan. Sebagai contoh, misalkan pendidik ingin mengajarkan topik energi, maka peserta didik diminta untuk mencari informasi sebanyak mungkin tentang energi. Mulai dari apa itu energi, alat-alat kehidupan yang menggunakan sumber energi dan lain sebagainya.

## 2. Langkah ide baru (*New Idea*)

Peserta didik mengamati dan memperoleh mengenai berbagai fenomena atau produk yang berhubungan dengan topik sains yang dibahas, seterusnya peserta didik melaksanakan langkah ide baru. Peserta didik mencari informasi dan produk yang berhubungan dengan energi, selanjutnya dari ide atau produk yang sudah ada peserta didik diminta mencari dan memikirkan satu ide baru yang berbeda. Baik itu dari aspek fungsi, teknologi maupun cara kerjanya untuk dapat menemukan suatu ide yang baru peserta didik pada langkah ini memerlukan kemahiran dalam menganalisis dan berfikir keras.

## 3. Langkah Inovasi (*Innovation*)

Peserta didik diminta untuk menguraikan hal-hal apa saja yang harus dilakukan agar ide yang telah dihasilkan pada langkah ide baru sebelumnya dapat diaplikasikan.

## 4. Langkah Kreasi (*Creativity*)

Langkah ini merupakan pelaksanaan semua saran dan pandangan hasil diskusi mengenai ide suatu produk baru yang ingin diaplikasikan.

## 5. Langkah Nilai (*Society*)

Langkah terakhir yang harus dijalankan peserta didik disini adalah nilai yang dimiliki oleh ide produk yang dihasilkan peserta didik bagi kehidupan sosial sebenarnya.

### **2.4 Pembelajaran berbasis Multi representasi-STEM**

Pembelajaran multi representasi yang mengintegrasikan STEM menuntut peserta didik untuk menganalisis rekayasa dari sebuah teknologi dengan menggunakan berbagai representasi sehingga peserta didik memahami konsep dengan baik dan terbiasa menggunakan berbagai representasi yang berimplikasi pada peningkatan kemampuan kognitif dan multi representasi peserta didik. Prinsip teori belajar kognitif adalah bahwa peserta didik secara aktif memproses informasi dan

pembelajaran terjadi saat mereka mengorganisir, menyimpan dan kemudian menemukan hubungan antara informasi, menghubungkan informasi baru ke dalam pengetahuan lama, skema dan skrip (Baron & Byrne, 1987). Teori belajar kognitif memandang pembelajaran melibatkan penguasaan atau reorganisasi kognitif struktur dimana manusia memproses dan menyimpan informasi. Penjelasan ini mendukung pentingnya integrasi STEM dalam model pembelajaran multi representasi.

Aspek-aspek STEM terdiri dari *science* sebagai proses, *technology* sebagai penerapan sains, *engineering* sebagai rekayasa sains, dan *mathematics* sebagai alat (Mulyana *et al.*, 2018). Aspek *science* sebagai proses yaitu peserta didik dibimbing untuk mengamati, menanya, mencoba, mengasosiasikan dan mengkomunikasikan sebuah fenomena dalam kehidupan sehari-hari. Aspek *technology* sebagai penerapan sains yaitu peserta didik diberikan “aplikasi teknologi perkembangbiakan tumbuhan” yang bertujuan untuk memahami teknologi terkait konsep ini. Aspek *engineering* sebagai rekayasa sains, yaitu peserta didik dilatih dan dibimbing untuk menganalisis rekayasa yang digunakan pada contoh teknologi yang diberikan. Aspek *mathematics* yaitu peserta didik diajak untuk membuat desain sendiri rumus matematika yang ada pada materi yang dipelajari.

Integrasi aspek rekayasa dan teknologi dalam pembelajaran mampu membantu peserta didik memperoleh penguasaan konsep dan proses belajar menjadi bermakna. Faktor utama yang memengaruhi belajar bermakna antara lain struktur kognitif yang ada dan kejelasan pengetahuan dalam suatu bidang tertentu dan pada waktu tertentu. Pembelajaran bermakna (*meaningful learning*) terjadi apabila peserta didik belajar dengan mengasosiasikan fenomena baru ke dalam struktur pengetahuan mereka (Ausubel, 1968).

Selama proses belajar para peserta didik mengkonstruksi apa yang telah mereka pelajari kemudian mengasosiasikan dengan pengalaman, fenomena, fakta-fakta baru ke dalam struktur pengetahuan mereka. Hal ini yang mendukung bahwa teori belajar bermakna sangat erat kaitannya dengan teori belajar konstruktivisme (Bretz, 2001). Melalui pembelajaran bermakna, informasi yang telah dipelajari

akan lebih lama diingat, mengaitkan informasi baru yang diperoleh dengan informasi-informasi yang relevan dapat meningkatkan konsep yang telah dikuasai, informasi sebelumnya yang telah dipelajari masih dapat digunakan untuk materi yang mirip (Novak & Canas, 2008).

Pembelajaran model multi representasi terintegrasi STEM menggunakan sintaks yang dikembangkan oleh Lengkana (2018), terdiri atas enam fase yaitu:

1. Fase pengetahuan awal representasi visual. Fase ini merupakan pembelajaran pengenalan, pembekalan pengetahuan awal tentang fungsi moda-moda representasi.
2. Fase penyajian fenomena. Pada fase ini pendidik mengawali pembelajaran dengan menampilkan fenomena dengan beberapa cara (multi representasi).
3. Fase identifikasi konsep kunci. Pendidik mengarahkan peserta didik menganalisis dan mengidentifikasi konsep kunci (konsep-konsep pokok yang penting) pada setiap pokok atau sub pokok bahasan materi dan menghubungkan konsep lintas domain yang terkandung dalam fenomena tersebut.
4. Fase eksplorasi. Peserta didik berkerja dalam kelompok untuk melakukan eksplorasi dari sumber belajar yang tersedia (*e-book* kemendikbud maupun internet). Informasi yang dicari mengacu pada konsep kunci yang ditemukan pada fase identifikasi.
5. Fase konstruksi. Peserta didik diarahkan untuk memecahkan masalah dengan menggunakan/ mengonstruksi representasi. Kegiatan konstruksi merupakan representasi dari representasi internal hasil internalisasi konsep eksplorasi.
6. Fase presentasi dan interpretasi. Peserta didik mengkomunikasikan konsep menggunakan representasi melalui kegiatan persentasi masing-masing kelompok dan pendidik melakukan reвью serta penilaian untuk menguatkan konsep peserta didik.

Secara garis besar kegiatan pendidik dan peserta didik dalam model multi representasi terintegrasi STEM disajikan seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Kegiatan Pembelajaran Berbasis Multi Representasi-STEM

Nama Fase	Aktivitas Kognitif	Aktivitas Pembelajaran	Integrasi STEM
Fase 1: pengetahuan awal representasi visual	Pemahaman konsep moda representasi untuk membentuk dan mengasimilasi skema kognisi keterampilan visual yang terkandung dalam konsep	Pendidik: Menyajikan beberapa moda representasi sesuai materi	<i>Science:</i> Pendidik memulai pembelajaran dengan menayangkan moda representasi sesuai materi
		Peserta didik: Mengkaji penggunaan jenis representasi dan konsep kunci terkait materi	<i>Science:</i> Peserta didik menentukan moda representasi dan konsep kunci terkait materi
Fase 2: penyajian fenomena	Pemrosesan informasi untuk membentuk dan mengasimilasi skema kognisi	Pendidik: 1. Menyajikan fenomena analogi terkait konsep yang akan dipelajari 2. Menggali pengetahuan awal dengan memberikan pertanyaan	<i>Science:</i> Memulai dengan pertanyaan terkait fenomena
		Peserta didik: 1. Memperhatikan dan menjawab pertanyaan terkait fenomena yang disajikan	<i>Science:</i> Menggunakan konsep untuk menjelaskan fenomena
Fase 3: identifikasi konsep kunci	1. Pemrosesan informasi untuk membangun konsep sesuai dengan konsep kunci untuk menjawab permasalahan 2. Penggunaan pengetahuan awal untuk membangun representasi konsep	Pendidik: Membimbing peserta didik mengenali konsep analogi dan hubungannya dengan konsep kunci	<i>Science:</i> Membimbing peserta didik dalam menentukan beberapa domain konsep
		Peserta didik: 1. Mengingat kembali konsep analogi yang berhubungan dengan konsep kunci 2. Menjawab pertanyaan dan mengerjakan LKPD	<i>Science:</i> Mengidentifikasi konsep-konsep kunci dan hubungannya dengan domain pengetahuan lain.
Fase 4: eksplorasi	1. Menggunakan pengetahuan awal representasi untuk menginternalisasi informasi dan membangun konsep 2. Menggunakan pengetahuan awal representasi untuk merepresentasikan konsep	Pendidik: 1. Membimbing peserta didik melakukan percobaan/pengamatan fenomena/ gambar analogi 2. Memfasilitasi peserta didik untuk berdiskusi	<i>Science:</i> Membimbing peserta didik memahami konsep materi
		Peserta didik: 1. Mengkaji fenomena/ gambar analogi 2. Mencari referensi sumber belajar (internet, e-book) untuk mengerjakan permasalahan pada LKPD 3. Berdiskusi dalam kelompok, mengkaji masalah-masalah dalam LKPD yang belum jelas atau sulit dipahami	<i>Science:</i> Menentukan representasi yang tepat untuk menjawab permasalahan  <i>Teknologi:</i> Menggunakan gawai dalam pengumpulan dan pemrosesan data

Tabel 3. (lanjutan)

Nama Fase	Aktivitas Kognitif	Aktivitas Pembelajaran	Integrasi STEM
Fase 5: konstruksi	1. Pengetahuan awal untuk membuat representasi sesuai dengan preferensi konsep 2. Internalisasi pengetahuan konsep	Pendidik: 1. Memberi beberapa permasalahan untuk dipecahkan, dengan menerapkan konsep yang sudah dipahami 2. Memberikan contoh solusi untuk membimbing peserta didik dalam menyelesaikan tugasnya 3. Membimbing peserta didik menerapkan konsep untuk masalah yang rumit	<i>Science:</i> Menganalisis kebutuhan untuk memberikan solusi permasalahan  <i>Technology:</i> Mengidentifikasi kriteria, batasan, spesifikasi masalah dengan pendekatan teknologi  <i>Engineering:</i> Pemecahan masalah mengarah pada solusi desain teknik
		Peserta didik: 1. Mengenali masalah dengan cermat, mencari informasi untuk menyelesaikan masalah dan memilih strategi 2. Memecahkan masalah dengan mengikuti langkah-langkah pemecahan masalah dalam contoh solusi 3. Memecahkan masalah dengan membuat model representasi yang sesuai.	<i>Science:</i> Menggunakan prosedur ilmiah dalam menyelesaikan masalah  <i>Technology:</i> Melakukan penyelidikan menggunakan berbagai media <i>e-Learning</i>  <i>Engineering:</i> Mengembangkan desain model sesuai kebutuhan sebagai solusi pemecahan masalah  <i>Mathematics:</i> Merancang alat dengan perhitungan yang tepat
Fase 6: presentasi dan interpretasi	1. Mengaplikasikan pengetahuan awal dan hasil internalisasi konsep yang diperoleh dalam bentuk representasi 2. Memproses informasi untuk mengkoreksi model mental 3. Menggunakan konsep untuk memecahkan masalah	Pendidik: 1. Membimbing peserta didik untuk menjawab permasalahan dengan menggunakan berbagai bentuk representasi konsep dengan tepat 2. Membimbing peserta didik melakukan presentasi, menyampaikan hasil pengamatan atau temuan lainnya selama proses pembelajaran. 3. Membimbing peserta didik untuk mengenali kekurangan dan kelebihan dalam memahami dan penerapan konsep dalam pemecahan masalah.	<i>Science, Tech, Engineering &amp; Math:</i> Membimbing penyelidikan, membuat model matematis, pengamatan dan pengukuran akurat
		Peserta didik: 1. Menjawab permasalahan dengan menggunakan berbagai bentuk representasi konsep dengan tepat 2. Salah satu kelompok tampil di depan kelas, menyampaikan hasil pengamatan atau temuan lainnya selama proses pembelajaran 3. Mengidentifikasi kekurangan dan kelebihan dalam memahami dan menerapkan konsep dalam pemecahan masalah	<i>Science, Tech, Engineering &amp; Math:</i> Secara ilmiah menjelaskan solusi yang dirancang sesuai konsep dalam bentuk representasi dengan tepat

## 2.5 Kemampuan Metakognisi

Terminologi metakognitif pertama kali dikenalkan oleh Flavell (1979), yang mendeskripsikan metakognitif sebagai “*thinking about thinking*” yang artinya berpikir tentang cara berpikirnya sendiri. Flavell membagi metakognitif menjadi dua komponen, yaitu pengetahuan metakognitif (*metacognitive knowledge*) dan pengalaman atau regulasi metakognisi (*metacognitive experience/regulation*). Kemampuan metakognisi didefinisikan sebagai pengendalian individu pada proses berpikirnya sendiri. Kemampuan ini bertanggung jawab atas fungsi berbagai tipe berpikir. Level metakognisi pada New Taxonomy menurut Robert & John (2008) menduduki tingkat ke lima dari keseluruhan enam level yang ada. Terdapat empat kategori proses metakognisi yaitu: 1) menentukan tujuan (*specifying goals*), 2) pemantauan proses (*process monitoring*), 3) kejelasan pemantauan (*monitoring clarity*), dan 4) akurasi pemantauan (*monitoring accuracy*). Penjelasan poin kunci tujuan dan tugas metakognisi ditampilkan dalam Tabel 4. sebagai berikut:

Tabel 4. Indikator Proses Metakognisi

Indikator Kemampuan Metakognisi	Tugas	Tujuan	Fokus Pengetahuan	Tolak ukur Pernyataan
Menentukan tujuan ( <i>specifying goals</i> )	Tujuan apa yang harus anda miliki berkaitan dengan pemahamanmu terhadap teknologi perkembangan pada tumbuhan? Apa yang kamu harus lakukan untuk mencapai tujuan?	Peserta didik mampu menentukan tujuan belajar berkaitan dengan teknologi perkembangan pada tumbuhan dan mengidentifikasi bagaimana tujuan mampu tercapai.	Memahami prinsip teknologi perkembangan pada tumbuhan.	Memahami bagaimana cara merancang teknologi perkembangan pada tumbuhan (kultur jaringan).
Pemantauan proses ( <i>process monitoring</i> ),	Bahan serta prosedur kerja seperti apa yang dilakukan untuk menerapkan teknik kultur jaringan?  Perhatikan konsep-konsep yang bisa membantumu memahami, cara apa yang kamu gunakan untuk menghubungkan antar konsep dan	Peserta didik akan mampu memantau/ memonitor tujuan yang sudah ditentukan tentang pemahaman prinsip bahwa kultur jaringan membutuhkan media tanam, nutrisi, dan pencahayaan yang baik.	Prinsip tentang pertumbuhan dan perkembangan setiap tanaman berbeda.	Memahami berbagai media tanam serta larutan nutrisi dan manfaatnya bagi perkembangan tanaman.

Tabel 4. (Lanjutan)

Indikator Kemampuan Metakognisi	Tugas	Tujuan	Fokus Pengetahuan	Tolak ukur Pernyataan
	strategi belajar apa yang digunakan sehingga tidak mampu membantu memahami permasalahan.			
Kejelasan pemantauan ( <i>monitoring clarity</i> ),	Pahami kembali terkait teknik perkembangan jaringan. Apakah kamu sudah paham tentang cara menerapkan teknik tersebut? Hal apa yang belum kamu pahami?	Peserta didik akan mampu mengidentifikasi secara detail tentang kesulitan menerapkan teknik perkembangan dengan kultur jaringan.	Merinci alat, bahan, serta prosedur ilmiah pada teknik kultur jaringan.	Memahami perkembangan tanaman bergantung terhadap struktur tubuh dan cara perkembangan berbeda.
Akurasi pemantauan ( <i>monitoring accuracy</i> ).	Seberapa akurat kamu dalam menguraikan prosedur kerja terkait rancangan kultur jaringan yang telah dibuat?  Bagaimana kamu yakin jawaban sudah valid? Periksa kembali alasannya.	Peserta didik akan mampu untuk mengidentifikasi dan mempertahankan akurasi jawabannya dalam memilih menguraikan prosedur kerja terkait rancangan kultur jaringan yang telah dibuat.	Prinsip tentang prosedur teknik kultur jaringan.	Memberikan penilaian rancangan, memberikan gagasan manfaat, dan keberlanjutan rancangan kultur jaringan yang dibuat.

Sumber: diadopsi dari Robert (2008)

Kemampuan metakognisi dipengaruhi oleh kemampuan menemukan sendiri kompetensi, pengetahuan, atau teknologi dan hal lain yang diperlukan guna mengembangkan dirinya sendiri (Rangkuti, 2014). Berdasarkan teori belajar konstruktivisme adalah sebuah teori yang memberikan kebebasan kepada peserta didik yang ingin belajar untuk mencari informasi yang dibutuhkan secara aktif. Pembelajaran yang bersifat konstruktif adalah pembelajaran dimana pendidik tidak mentransfer pengetahuan kepada peserta didik, melainkan peserta didik memperoleh pengetahuan melalui penalaran, sehingga peserta didik paham dengan apa yang mereka pelajari.

## 2.6 Tinjauan Materi Sistem Perkembangbiakan Tumbuhan dan Hewan

Materi ini diajarkan pada peserta didik kelas IX tingkat SMP terdapat pada KD 3.2 menganalisis sistem perkembangbiakan pada tumbuhan dan hewan serta penerapan teknologi pada sistem reproduksi tumbuhan. Pada aspek pedagogis, materi sistem perkembangbiakan tumbuhan dan hewan mengandung konsep-konsep yang memuat istilah, definisi, pengetahuan faktual, pengetahuan abstrak, serta pengetahuan prosedural. Kompetensi pengetahuan tersebut disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kompetensi Pengetahuan

Dimensi	Deskripsi Pengetahuan
Pengetahuan Faktual	<p>Pengetahuan yang diperoleh melalui kegiatan praktik berupa fakta. Meliputi:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Konsep perkembangbiakan pada tumbuhan               <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Perkembangbiakan vegetatif pada tumbuhan adalah perbanyak tumbuhan tanpa melewati proses fertilisasi dan menggunakan bagian tubuh tumbuhan untuk menghasilkan tumbuhan baru.</li> <li>b) Perkembangbiakan generatif adalah perkembangbiakan yang melibatkan sel kelamin (sel sperma dan sel telur) serta melalui proses fertilisasi (peleburan inti sel sperma dan inti sel telur) untuk membentuk zigot.</li> <li>c) Perkembangbiakan generatif pada tumbuhan diawali dengan peristiwa penyerbukan. Setelah proses penyerbukan, dilanjutkan dengan penguasaan atau fertilisasi membentuk zigot, penyebaran biji, perkecambahan.</li> <li>d) Identifikasi alat reproduksi pada bunga.</li> <li>e) Siklus metagenesis pada tumbuhan Tumbuhan <i>Angiospermae</i>, <i>Gymnospermae</i>, <i>Pteridophyta</i> (paku), dan <i>Bryophyta</i> (lumut).</li> </ol> </li> <li>2. Konsep Perkembangbiakan pada hewan               <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Reproduksi aseksual artinya reproduksi yang terjadi tanpa didahului dengan peleburan dua sel kelamin yang berbeda jenisnya. Individu baru muncul dari bagian tubuh induk.</li> <li>b) Perkembangbiakan secara seksual pada hewan melibatkan alat reproduksi, sel kelamin/gamet jantan dan gamet betina, serta proses penguasaan atau fertilisasi.</li> </ol> </li> </ol>
Pengetahuan Konseptual	<p>Pengetahuan yang lebih kompleks dan diorganisir dari beberapa pengetahuan faktual. Meliputi:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Perkembangbiakan pada tumbuhan               <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Perkembangbiakan vegetatif alami meliputi perkembangbiakan dengan; membelah diri, spora, kuncup, umbi batang, umbi akar, umbi lapis, rhizoma, dan tunas adventif.</li> <li>b) Perkembangbiakan vegetatif buatan dapat dilakukan melalui cangkok, menempel (okulasi) merunduk, dan setek.</li> </ol> </li> <li>2. Perkembangbiakan pada hewan               <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Reproduksi aseksual pada hewan ada lima jenis, yaitu pembelahan biner, pembelahan ganda, pembentukan tunas, fragmentasi, dan partenogenesis.</li> <li>b) Penguasaan pada hewan ada dua jenis, yaitu penguasaan yang terjadi di dalam tubuh induk betina dan penguasaan yang terjadi di luar tubuh.</li> <li>c) Berdasarkan perkembangan embrio setelah proses fertilisasi, hewan dibagi menjadi hewan vivipar, ovipar, dan ovovivipar.</li> </ol> </li> </ol>

Tabel 5. (lanjutan)

Dimensi	Deskripsi Pengetahuan
Pengetahuan Prosedural	Pengetahuan yang diperoleh merupakan urutan tertentu yang disebut pengetahuan prosedural. Pengetahuan tentang cara melakukan sesuatu berupa kegiatan/ prosedur dilakukan melalui metode penyelidikan dengan keterampilan, teknik, metode tertentu Meliputi: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pengetahuan prosedur/ teknik teknologi perkembangbiakan pada tumbuhan (hibridasi, vertikultur, kultur jaringan, dan kultur jaringan).</li> <li>2. Pengetahuan prosedur perkembangbiakan pada hewan (kloning, inseminasi buatan).</li> </ol>

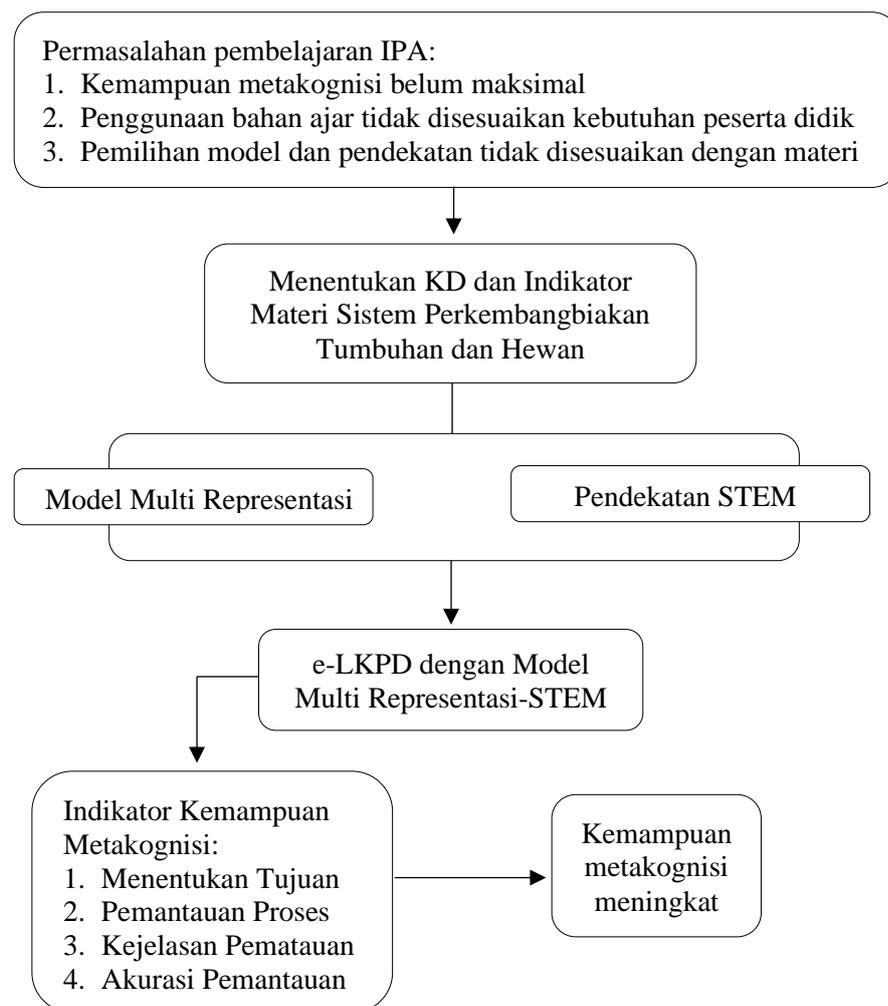
## 2.7 Kerangka Pemikiran

Proses pembelajaran IPA di tingkat SMP belum mengarah pada pembentukan kemampuan metakognisi, padahal kemampuan metakognisi penting dikuasai peserta didik untuk bersaing menghadapi tantangan kehidupan masa mendatang. Salah satu faktor penyebab rendahnya kemampuan metakognisi adalah penggunaan bahan ajar belum memuat kegiatan yang memunculkan tiap indikator metakognisi. Selain itu, media dalam pembelajaran kurang bervariasi seperti penyajian data dalam bentuk animasi, video, simulasi serta belum maksimal.

Pemilihan model, pendekatan dan bahan ajar yang tepat akan membantu peserta didik mengembangkan kemampuan metakognisinya. Model pembelajaran multi-representasi merupakan model pembelajaran yang diyakni membantu melatih kemampuan metakognisi peserta didik. Salah satu indikator metakognisi yaitu menentukan tujuan dapat dilatihkan melalui gabungan representasi dalam bentuk foto, video, animasi, maupun linguistik mendorong peserta didik membangun pemahaman konsep secara mendalam. Indikator pemantauan proses dapat dilatihkan melalui kegiatan melengkapi siklus diagram. Satu representasi digunakan untuk membatasi kemungkinan kesalahan interpretasi dalam menggunakan representasi lain. Kegiatan merepresentasi ulang konsep yang sama dengan format yang berbeda akan melatih indikator kejelasan pemantauan dan akurasi pemantauan.

Pendekatan yang digunakan untuk meningkatkan kemampuan metakognisi peserta didik adalah dengan pendekatan STEM. Peserta didik dilibatkan dalam mendefinisikan dan merumuskan sebuah solusi terhadap masalah autentik di kehidupan sehari-hari. Konsep sains membantu peserta didik memahami gejala alam,

pemanfaatan teknologi sebagai pendukung rancangan desain, rekayasa digunakan untuk menerapkan temuan ilmiah dengan alat yang sesuai serta formula matematika sebagai dasar perhitungan analisis. Bahan ajar e-LKPD berbasis STEM multi representasi pada materi sistem perkembangbiakan tumbuhan dan hewan dilengkapi dengan variasi bentuk representasi konsep yang di dalamnya terintegrasi antara sains, teknologi, teknik, dan matematika. Peserta didik dilatih agar terampil membuat sebuah karya hasil penerapan teknologi perkembangbiakan tanaman yaitu kultur jaringan. Melalui kegiatan ini peserta didik dilatih untuk memvariasikan berbagai formula teknik kultur jaringan berdasarkan pada konsep sains yang telah dipelajari sebelumnya. Sehingga dalam proses kegiatan pada e-LKPD yang dikembangkan diyakini telah melatih kemampuan metakognisi peserta didik. Secara skematis kerangka pikir penelitian terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian

## 2.8 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dalam penelitian ini adalah:

1. Ada pengaruh penggunaan e-LKPD dengan model multi representasi-STEM terhadap kemampuan metakognisi peserta didik.
2. Tidak ada pengaruh penggunaan e-LKPD dengan model multi representasi-STEM terhadap kemampuan metakognisi peserta didik.

## 2.9 Desain Produk yang Dikembangkan

Kerangka desain e-LKPD dimuat pada Tabel 6 berisi gambaran umum terkait susunan, sintaks model multi representasi, integrasi pendekatan STEM dan aktivitas yang dilakukan oleh pendidik serta peserta didik.

Tabel 6. Kerangka Desain e-LKPD Model Multi Representasi-STEM

Sintaks Multi Representasi	Integrasi STEM	Aktivitas
Cover Depan		
Prakata		
Daftar Isi		
Petunjuk Penggunaan		
Fase 1: pengetahuan awal representasi visual	<p><b>Science:</b> Konsep sistem perkembangbiakan tumbuhan</p>	<p><b>Pendidik</b> Menyajikan <i>barcode</i> berisi slide yang menampilkan berbagai bentuk representasi vertikal dan horizontal</p> <p><b>Peserta didik</b> Mengamati dan mempelajari berbagai bentuk representasi</p>
Fase 2: penyajian fenomena	<p><b>Science:</b> Memulai dengan wacana terkait perkembangbiakan tanaman</p> <p><b>Technology:</b> Teknik kultur jaringan dengan memanfaatkan berbagai media tanam selain tanah</p> <p>Disertai dengan pertanyaan terkait cara perkembangbiakan dengan kultur jaringan</p>	<p><b>Pendidik</b> Menyajikan wacana terkait teknologi pertanian</p>
Fase 3: identifikasi konsep kunci	<p><b>Science:</b> Menggunakan konsep untuk menentukan prinsip dasar antar disiplin ilmu (biologi, fisika, dan kimia) terkait wacana</p>	<p><b>Peserta didik</b> Mengembangkan konsep dan menentukan konsep kunci berdasarkan wacana yang disajikan</p>

Tabel 6. (lanjutan)

<b>Sintaks Multi Representasi</b>	<b>Integrasi STEM</b>	<b>Aktivitas</b>
Fase 4: eksplorasi	<p><b>Science:</b> Memahami cara perkembangbiakan teknik kultur jaringan melalui sajian video</p> <p>Memahami prosedur ilmiah yang dilakukan saat penyelidikan</p> <p><b>Technology:</b> Melakukan pencarian sumber informasi relevan menggunakan gawai (<i>Handphone</i>, laptop)</p> <p><b>Engineering</b> Mendata kebutuhan yang berkaitan dengan rencana desain (alat dan bahan)</p> <p>Membuat rancangan teknik kultur jaringan</p> <p><b>Mathematics</b> Formulasi pada penerapan materi dengan model matematika</p>	<p><b>Pendidik</b> Menyediakan pilihan dalam bentuk tabel terkait cara perkembangbiakan teknik kultur jaringan tumbuhan</p> <p><b>Peserta didik</b> Melakukan diskusi kelompok untuk merumuskan desain kultur jaringan sebagai penerapan teknologi perkembangbiakan tumbuhan</p>
Fase 5: konstruksi	<p><b>Science:</b> Merinci proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman dengan teknik kultur jaringan</p> <p><b>Technology:</b> Mendokumentasikan proses pembuatan kultur jaringan dengan menggunakan gawai dan disajikan dalam berbagai bentuk media</p>	<p><b>Pendidik</b> Memberikan arahan dalam penerapan teknologi perkembangbiakan tanaman</p> <p><b>Peserta didik</b> Menyusun rincian proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman dengan teknik kultur jaringan</p>
Fase 6: Presentasi dan Interpretasi	<p><b>Science &amp; Technology:</b> Mengkomunikasikan ide hasil diskusi kelompok dengan penjelasan ilmiah menggunakan bantuan media</p>	<p><b>Peserta didik</b> Menyampaikan ide hasil diskusi di depan kelas</p>
Referensi		
Profil Penulis		

### **III. METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Desain Penelitian**

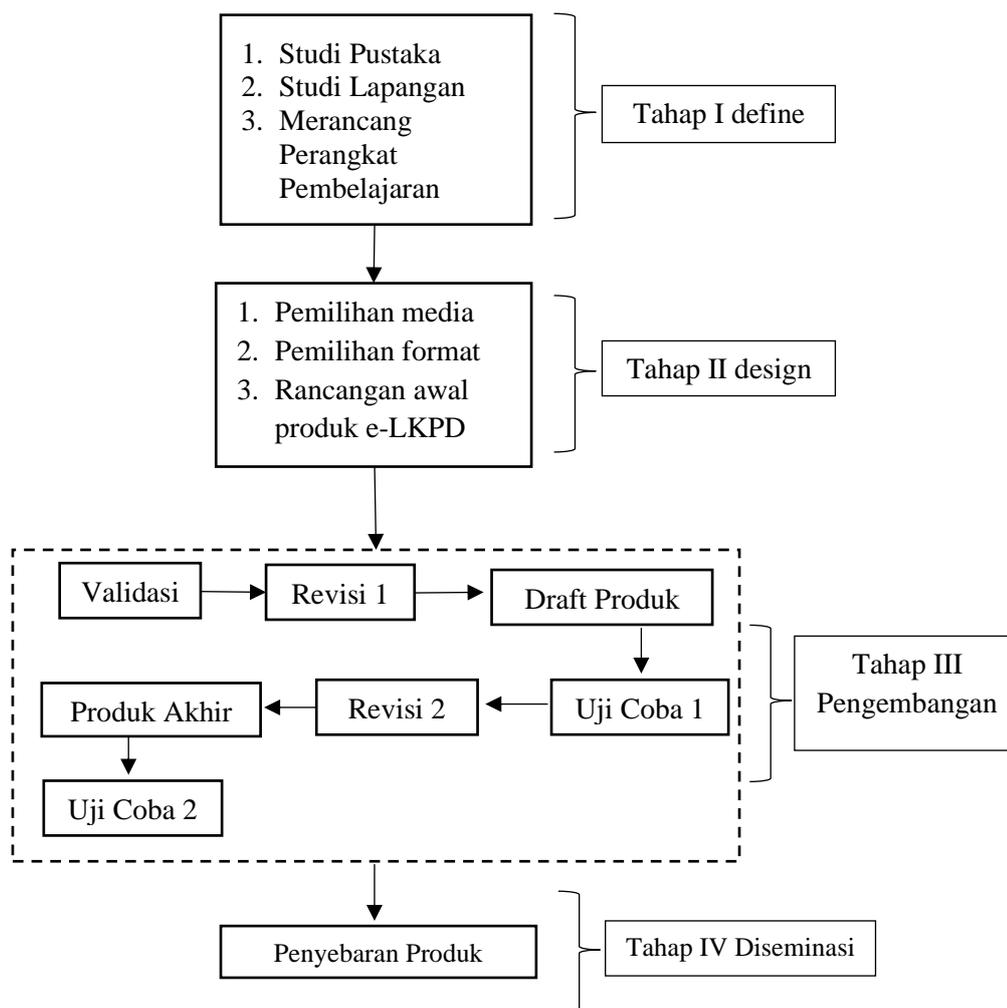
Metode penelitian yang digunakan ialah *Research and Development* (R&D) atau penelitian pengembangan. Penelitian dilakukan untuk mengembangkan e-LKPD berbasis STEM multi representasi pada materi sistem perkembangbiakan tumbuhan dan hewan dalam meningkatkan kemampuan metakognisi peserta didik kelas IX SMP.

#### **3.2 Subjek dan Lokasi Penelitian**

Pemilihan subjek penelitian dilakukan dengan menggunakan teknik *purposive sampling*, sekolah dipilih berdasarkan pertimbangan peneliti mengenai kualitas sekolah yaitu SMP Al Kautsar Bandar Lampung. Peneliti memilih kelas IX karena e-LKPD yang akan dikembangkan berdasarkan materi pada KD 3.2 sistem perkembangbiakan tumbuhan dan hewan. Lokasi sekolah uji lapangan terletak di Jl. Soekarno Hatta, Rajabasa, kota Bandar Lampung.

#### **3.3 Prosedur Pengembangan**

Model yang digunakan mengacu pada tahapan penelitian yang dikemukakan Thiagarajan & Semmel, Semmel (1974) yaitu model 4-D (*four D*) terdiri atas 4 tahap. Tahapan-tahapan penelitian dikelompokkan menjadi 4 tahap penelitian yaitu tahap pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*) dan diseminasi (*disseminate*). Prosedur penelitian dan pengembangan ini secara ringkas dijelaskan pada Gambar 2.



Gambar 2. Modifikasi Diagram Alir R&D (Thiagarajan & Semmel, Semmel 1974)

### 3.3.1 Tahap Pendefinisian (*define*)

Tahap pendefinisian berguna untuk menentukan dan mendefinisikan kebutuhan-kebutuhan di dalam proses pembelajaran serta mengumpulkan berbagai informasi yang berkaitan dengan produk yang akan dikembangkan. Tahapan ini meliputi:

#### 3.3.1.1 Studi kepustakaan

Analisis awal dilakukan dengan mengkaji hasil-hasil penelitian terkini tentang kemampuan metakognisi, model multi representasi, analisis terhadap Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) terkait materi sistem perkembangbiakan tumbuhan dan hewan, analisis kesulitan penguasaan konsep serta bahan ajar,

analisis tujuan pembelajaran untuk menentukan indikator pencapaian yang didasarkan atas analisis materi dan analisis kurikulum.

### **3.3.1.2 Studi lapangan**

Tujuan dilakukan studi lapangan untuk memperoleh informasi tentang: 1) penggunaan e-LKPD di sekolah, 2) kemampuan metakognisi, 3) penggunaan model multi representasi, 4) pengetahuan pendekatan STEM, 5) kesulitan-kesulitan memahami konsep IPA. Instrumen yang digunakan berupa angket analisis kebutuhan diberikan kepada 20 pendidik IPA SMP negeri/swasta di Kota Bandar Lampung melalui *google form*. Data yang diperoleh pada tahap ini merupakan fakta pendukung dalam pengembangan e-LKPD.

### **3.3.1.3 Spesifikasi tujuan**

Pada tahap ini peneliti melakukan perancangan perangkat pembelajaran. Adapun langkah-langkah kegiatan yang dilakukan dalam menyusun perangkat pembelajaran yaitu: 1) menganalisis KI dan KD yang dipilih dalam melakukan penelitian, 2) merancang karakteristik materi, keluasan dan kedalaman materi dan alokasi waktu, 3) membuat indikator pencapaian kompetensi sebagai dasar dalam menyusun instrumen kemampuan metakognisi, 4) menyusun silabus dan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP). Penyusunan rancangan awal lembar kerja peserta didik menghasilkan draf e-LKPD yang di dalamnya sekurang-kurangnya mencakup judul e-LKPD, standar kompetensi, tujuan yang akan dicapai oleh peserta didik, dan prosedur atau kegiatan yang harus diikuti oleh peserta didik untuk mempelajari materi menggunakan e-LKPD berbasis multi representasi STEM.

### **3.3.2 Tahap Perancangan (*design*)**

Tahap perancangan ini bertujuan untuk merancang produk e-LKPD yang dapat digunakan dalam pembelajaran IPA. Tahap perancangan ini meliputi: a) pemilihan media, b) pemilihan format, dan c) desain awal.

### 3.3.2.1 Pemilihan media (*media selection*)

Media dipilih untuk menyesuaikan analisis kebutuhan peserta didik, analisis konsep, serta karakteristik target pengguna. Media yang dikembangkan adalah e-LKPD menggunakan *software* Canva dan Nitro Pro. Hal ini dilakukan untuk mengidentifikasi media pembelajaran yang relevan dengan karakteristik materi dan sesuai dengan kebutuhan peserta didik.

### 3.3.2.2 Pemilihan format (*format selection*)

Pemilihan format dalam pengembangan ini menggunakan model multi representasi meliputi 5 fase: 1) pengetahuan awal representasi visual, 2) penyajian fenomena, 3) identifikasi konsep kunci, 4) eksplorasi, dan 5) konstruksi representasi. Fase keenam yaitu persentasi dan interpretasi tidak dituliskan dalam e-LKPD. Selanjutnya, model ini diintegrasikan dengan pendekatan STEM serta pertanyaan indikator metakognisi.

### 3.3.2.3 Desain awal (*initial design*)

Tahapan ini menghasilkan rancangan e-LKPD berupa *story board*. Setelah diberi masukan oleh dosen pembimbing, selanjutnya e-LKPD diperbaiki sebelum melakukan tahapan uji coba. Fitur dan tampilan dalam e-LKPD disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Fitur dan Tampilan e-LKPD

No	Komponen	Deskriptor
<b>A</b>		
<b>Sisi Depan</b>		
1	Cover	Cover terdiri dari judul, tulisan dan gambar-gambar yang berhubungan dengan pengetahuan peserta didik.
2	Prakata	Kata pengantar memuat ucapan syukur kepada Tuhan YME, ucapan kepada tim yang telah berpartisipasi dalam pembuatan perangkat, keinginan peneliti, dan doa.
3	Daftar Isi	Terdiri dari bagian yang disajikan secara sistematis dari sub bab.
4	Petunjuk Penggunaan	Berisi mengenai petunjuk penggunaan e-LKPD agar peserta didik terarah dalam penggunaannya.
<b>B</b>		
<b>Muatan</b>		
5	Tujuan	Tujuan pembelajaran dibuat berdasarkan sintaks model multi representasi dan disesuaikan dengan indikator metakognisi.
6	Kajian Teori	Pada bab sistem perkembangbiakan tumbuhan dan hewan, akan dipaparkan menjadi beberapa pokok bahasan yaitu: (1) perkembangbiakan tumbuhan, (2) perkembangbiakan hewan, (3) teknologi sistem perkembangbiakan tumbuhan dan hewan.

Tabel 7. (lanjutan)

No	Komponen	Deskriptor
7	Kegiatan peserta didik	Sajian fenomena yang dipaparkan secara singkat sebagai pengantar sebelum kegiatan eksperimen dilakukan.
		<p>Sintak model pembelajaran multi representasi yang disajikan agar peserta didik dapat memahami langkah-langkah yang harus dilakukan:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengenali konsep berdasarkan analogi berbagai bentuk representasi.</li> <li>2. Mengaplikasikan konsep dalam pemecahan masalah dengan mengikuti langkah pendekatan STEM.</li> </ol> <p>Peserta didik dibimbing untuk melatih kemampuan metakognisinya (<i>Specifying Goals, Process monitoring, Monitoring clarity, Monitoring accuracy</i>).</p>
C	<b>Sisi Belakang</b>	
8	Daftar Pustaka	Berisi beberapa sumber rujukan yang digunakan untuk mendukung bahan belajar.
9	Riwayat Penulis	Disajikan secara singkat yang diperlukan sebagai data dari e-LKPD yang telah dibuat.

### 3.3.3 Tahap Pengembangan (*develop*)

Tujuan tahap pengembangan adalah menghasilkan e-LKPD yang sudah direvisi berdasarkan masukan ahli dan melakukan uji coba kepada peserta didik. Terdapat beberapa langkah dalam tahapan ini yaitu sebagai berikut:

#### 3.3.3.1 Validasi ahli (*expert appraisal*)

Validasi dilakukan untuk memastikan kesesuaian isi, bahasa, dan tampilan dalam e-LKPD dengan model multi representasi-STEM. Validator memberikan skor menggunakan instrumen yang telah dibuat. Adapun indikator kevalidan produk jika skor pada masing-masing item  $\geq 3$ . Hasil dari validasi ini digunakan sebagai bahan perbaikan untuk e-LKPD yang dikembangkan.

#### 3.3.3.2 Uji Coba Lapangan Terbatas

Uji coba lapangan awal merupakan uji coba pertama yang dilakukan setelah e-LKPD model multi representasi-STEM dinyatakan valid oleh validator ahli. Uji coba ini bertujuan untuk melihat kepraktisan draft e-LKPD yang dikembangkan. Uji dilakukan pada 15 orang peserta didik kelas IX di SMP Global Surya. Selanjutnya dilakukan penyebaran angket melalui *google form* untuk melihat respon pendidik terkait kepraktisan e-LKPD yang telah digunakan.

### 3.3.3.3 Revisi Produk

Produk yang telah divalidasi dan diuji coba lapangan terbatas kemudian direvisi kembali sesuai dengan saran dan perbaikan dari validator serta hasil observasi dan penyebaran angket. Hal ini dilakukan untuk memperbaiki dan menyempurnakan produk yang dikembangkan sebelum produk diuji dalam skala luas.

### 3.3.3.4 Uji Coba Skala Luas

Uji coba skala luas bertujuan untuk menguji keefektifan e-LKPD terhadap peningkatan kemampuan metakognisi peserta didik. Uji coba ini dilakukan pada peserta didik SMP Al Kautsar Bandar Lampung dengan desain *pretest-posttest non-equivalent control group*. Perlakuan pembelajaran menggunakan e-LKPD model multi representasi-STEM diberikan pada satu kelompok, sedangkan kelompok yang lain diberi model konvensional yaitu model yang biasa digunakan oleh pendidik selama ini dalam mengajarkan materi pokok sistem perkebangbiakan tumbuhan dan hewan. Sebelum perlakuan, peserta didik kelompok eksperimen dan kontrol diberikan pretes terlebih dahulu dan setelahnya diberikan postes. Desain pretes-postes *non-equivalent control group* digambarkan pada Tabel 8 berikut:

Tabel 8. Desain Penelitian Kelompok Non-ekuivalen

Kelompok	<i>Pretest</i>	Perlakuan	<i>Posttest</i>
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>

Sumber: Sugiyono (2015)

Keterangan:

X<sub>1</sub>: Perlakuan di kelas eksperimen menggunakan e-LKPD model multirepresentasi-STEM

X<sub>2</sub>: Perlakuan di kelas kontrol menggunakan bahan ajar yang biasa digunakan

### 3.3.4 Tahap Diseminasi (*diseminate*)

Tahapan berikutnya dibagi dalam tiga kegiatan yaitu: *validation testing*, *packaging*, *diffusion*, dan *adoption*. Pada tahap uji validasi, produk yang sudah direvisi pada tahap pengembangan kemudian diimplementasikan pada sasaran yang sesungguhnya. Setelah produk diimplementasikan, peneliti melihat hasil

pencapaian tujuan. Tujuan yang belum dapat tercapai perlu dijelaskan solusinya sehingga tidak mengulang kesalahan yang sama setelah produk disebarluaskan. Kegiatan *packaging*, *diffusion*, dan *adoption* dilakukan agar produk dapat dimanfaatkan oleh pendidik lain. Pengemasan dapat dilakukan dengan menyimpan produk dalam bentuk *soft file* dan diunggah pada *google drive*. Selanjutnya, E-LKPD disebarluaskan supaya dapat diserap ataupun dipahami oleh pendidik dan digunakan dalam pembelajaran. Pada pengembangan ini, tahap diseminasi dilakukan dengan cara sosialisasi bahan ajar melalui pendistribusian dalam jumlah terbatas kepada pendidik dan peserta didik. Pendistribusian ini dimaksudkan untuk memperoleh umpan balik terhadap bahan ajar yang dikembangkan. Respon sasaran pengguna bahan ajar menjadi salah satu acuan untuk memperbaiki dan mempersiapkan bahan ajar dalam jumlah banyak serta memasarkan produk kepada pendidik secara luas. Pada penelitian ini hanya dilakukan diseminasi terbatas, yaitu dengan menyebarkan dan mempromosikan produk akhir secara terbatas kepada pendidik jenjang SMP melalui MGMP IPA kota Bandar Lampung.

### **3.4 Teknik Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data dilakukan menggunakan instrumen penelitian yaitu alat yang digunakan untuk mengumpulkan data. Instrumen pada penelitian ini meliputi:

#### **3.4.1 Instrumen Studi Pendahuluan**

Pada studi pendahuluan digunakan instrumen berupa angket kebutuhan pendidik untuk mencari informasi (1) penggunaan e-LKPD di sekolah, (2) kemampuan metakognisi, (3) model multi representasi, (4) pengetahuan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, dan Mathematic*), (5) kesulitan-kesulitan memahami konsep yang akan menjadi landasan merancang e-LKPD. Instrumen bagi pendidik berisi 15 pertanyaan disajikan dalam bentuk pertanyaan terbuka dan tertutup.

### 3.4.2 Instrumen Validasi Produk

Validasi produk dilakukan dengan oleh 4 validator ahli dalam bidang isi, konstruk dan bahasa. Pada tiap instrumen terdapat kolom saran agar validator dapat menu-liskan saran untuk perbaikan produk. Adapun kisi-kisi instrumen dari aspek isi, konstruk dan bahasa dalam lembar validasi sebagai berikut:

#### 3.4.2.1 Kisi-Kisi Instrumen Validasi Isi

Kisi-kisi instrumen validasi isi berisikan 29 butir pernyataan yang memuat tentang isi dari e-LKPD model multi representasi-STEM untuk dinilai oleh validator terli-hat pada Tabel 9.

Tabel 9. Kisi-Kisi Instrumen Aspek Validasi Isi

No	Aspek yang Dinilai	Butir Pernyataan
1	Kesesuaian isi materi dengan KI-KD dan Indikator	1, 2, 3, 4, 5, 6
2	Kesesuaian isi materi dengan pendekatan STEM	7, 8, 9
3	Kesesuaian isi e-LKPD dengan sintak model multi representasi	10, 11, 12, 13, 14, 15
4	Kesesuaian isi e-LKPD dengan sistem sosial	16, 17, 18
5	Kesesuaian isi e-LKPD dengan prinsip reksi (perilaku guru)	19, 20, 21, 22
6	Kesesuaian isi e-LKPD dengan sistem pendukung	23, 24
7	Kesesuaian isi e-LKPD dengan dampak interaksional dan pengiring	25, 26, 27
8	<b>Kesimpulan Umum Validasi</b>	<b>28</b>

Sumber: (dimodifikasi dari Febri, 2018)

#### 3.4.2.2 Kisi-Kisi Instrumen Validasi Konstruk

Kisi-kisi instrumen validasi konstruk berisikan 16 butir pernyataan yang meliputi aspek kesesuaian konstruksi e-LKPD dengan format desain dan tampilan terlihat dalam Tabel 10 skala yang digunakan adalah skala Likert.

Tabel 10. Kisi-Kisi Instrumen Aspek Validasi Konstruk

No	Aspek yang Dinilai	Butir Pernyataan
1	Organisasi isi e-LKPD	1, 2, 3, 4, 5, 6
2	Kegiatan dan pertanyaan pada e-LKPD	7, 8, 9, 10
3	Tampilan	11, 12, 13, 14, 15
4	<b>Kesimpulan Umum Validasi</b>	<b>16</b>

Sumber: (dimodifikasi dari Febri, 2018)

### 3.4.2.3 Kisi-Kisi Instrumen Validasi Bahasa

Kisi-kisi instrumen validasi konstruksi berisikan 8 butir pernyataan yang meliputi aspek kebahasaan dan kejelasan bahasa terdapat dalam Tabel 11. Validator diminta untuk menanggapi pernyataan dengan jawaban “SS” dengan skor 4, jawaban “S” dengan skor 3, jawaban “N” dengan skor 2, dan jawaban “TS” dengan skor 1 dilengkapi dengan kolom saran guna memberikan saran ataupun masukan sebagai bahan perbaikan e-LKPD.

Tabel 11. Kisi-Kisi Instrumen Aspek Validasi Bahasa

No	Aspek yang Dinilai	Butir Pernyataan
1	Penggunaan EYD	1
2	Ukuran teks	2
3	Kemudahan pemahaman kalimat	3
4	Huruf kapital dan huruf kecil	4
5	Kata baku	5
6	Tanda baca	6
7	Tata bahasa	7
8	<b>Kesimpulan Umum Validasi</b>	8

Sumber: (dimodifikasi dari Febri, 2018)

### 3.4.3 Instrumen Kemenarikan

Instrumen angket respon peserta didik dan pendidik berupa pernyataan untuk menilai kemenarikan e-LKPD. Responden diminta untuk menanggapi pernyataan melalui *google form* dengan ketentuan: SS = sangat setuju; S = setuju; TS = tidak setuju; STS = sangat tidak setuju. Kisi-kisi angket disajikan pada Tabel 12 dan Tabel 13.

Tabel 12. Kisi-Kisi Angket Respon Peserta Didik

No	Indikator	Butir Pernyataan
1	Desain dan tampilan	1, 2, 3, 4, 5, 6
2	Motivasi belajar	7, 8
3	Kegiatan dalam e-LKPD	9, 10

Sumber: (dimodifikasi dari Welly, 2019)

Tabel 13. Kisi-Kisi Angket Respon Pendidik

Indikator	Butir Pernyataan
Desain dan tampilan	1, 2, 3, 4, 5, 6
Kegiatan dalam e-LKPD	7, 8, 9

Sumber: (dimodifikasi dari Welly, 2019)

### 3.4.4 Instrumen Keefektifan

Instrumen tes essay digunakan untuk mengukur kemampuan metakognisi pada konsep sistem perkembangbiakan tumbuhan dan hewan. Indikator rubrik kemampuan mengacu pada taksonomi baru yang dimodifikasi oleh Robert & John (2008) seperti disajikan pada Tabel 14.

Tabel 14. Kisi-kisi Soal Kemampuan Metakognisi

Sub Materi	Indikator Kemampuan Metakognisi	Indikator Soal	Nomor Soal
Perkembangbiakan Vegetatif Tumbuhan	Menentukan Tujuan ( <i>Specifying Goals</i> )	Menentukan bagian tumbuhan yang berperan dalam proses perkembangbiakan vegetatif melalui sajian gambar	1
	Menentukan Tujuan ( <i>Specifying Goals</i> )	Membedakan macam perkembangbiakan vegetatif buatan pada tumbuhan melalui gambar tahapan proses	2
Perkembangbiakan Generatif Tumbuhan	Pemantauan Proses ( <i>Process Monitoring</i> )	Merinci proses perkembangbiakan generatif pada tumbuhan melalui rangkaian proses yang diacak	6
	Pemantauan ( <i>Process Monitoring</i> )		7
	Kejelasan Pemantauan ( <i>Monitoring Clarity</i> )		8
	Kejelasan Pemantauan ( <i>Monitoring Clarity</i> )		9
	Kejelasan Pemantauan ( <i>Monitoring Clarity</i> )	Menentukan bagian tumbuhan yang berperan dalam proses perkembangbiakan generatif melalui ilustrasi gambar	10
	Menentukan Tujuan ( <i>Specifying Goals</i> )		11
Teknologi Perkembangbiakan pada Tumbuhan	Akurasi Pemantauan ( <i>Monitoring Accuracy</i> )	Menjelaskan contoh teknologi perkembangbiakan pada tumbuhan	12
Perkembangbiakan seksual dan aseksual pada hewan	Akurasi Pemantauan ( <i>Monitoring Accuracy</i> )	Membedakan perkembangbiakan seksual dan aseksual pada hewan	13
	Akurasi Pemantauan ( <i>Monitoring Accuracy</i> )	Menentukan bagian tubuh hewan yang berkembangbiak secara aseksual	14
Teknologi Perkembangbiakan pada Hewan	Pemantauan Proses ( <i>Process Monitoring</i> )	Menjelaskan contoh teknologi perkembangbiakan pada hewan	15

Instrumen pretes dan postes diuji validitas dan reliabilitasnya menggunakan program SPSS 21. Uji reliabilitas dihitung menggunakan koefisien *product moment*. Kriteria validitas instrumen tes menurut Arikunto (2016) disajikan pada Tabel 15.

Tabel 15. 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 pretes postes menggunakan program SPSS 21 yang diukur berdasarkan skala *Alpha Cronbach's*. Kriteria uji reliabilitas ialah apabila  $r_{hitung} > r_{tabel}$ , maka alat ukur dikatakan reliabel dan juga sebaliknya, jika  $r_{hitung} < r_{tabel}$ , maka alat ukur dikatakan tidak reliabel. Derajat reliabilitas alat evaluasi menurut Arikunto (2016) dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. 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

### 3.5 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian pengembangan ini sebagai berikut:

#### 3.5.1 Teknik Analisis Data Studi Pendahuluan

Pada tahap studi lapangan, dilakukan analisis terhadap angket analisis kebutuhan pendidik dan peserta didik melalui *google form* yang dideskripsikan dalam bentuk presentase dan diinterpretasikan secara kualitatif. Adapun kegiatan yang dilakukan dalam teknik analisis data di antaranya 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.

### 3.5.2 Teknik Analisis Validitas Produk

Data pada tahap validasi dianalisis dengan menggunakan lembar validasi isi, media dan bahasa e-LKPD model multi representasi-STEM. Adapun kegiatan dalam teknik analisis data validasi isi, media dan bahasa dilakukan dengan 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 e-LKPD dengan mengadaptasi rumus sebagai berikut:

$$\%Xin = \frac{\sum S}{Smax} \times 100\% \quad (\text{Sudjana, 2005})$$

Keterangan:

%Xin : Persentase jawaban responden

$\sum S$  : Jumlah skor jawaban

Smaks : Skor maksimum

- c. Menafsirkan persentase jawaban lembar validasi secara keseluruhan dengan menggunakan tafsiran berdasarkan Arikunto (2016).

Tabel 17. 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

### 3.5.3 Analisis Data Kepraktisan Produk

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

#### 3.5.3.1 Analisis Data Keterlaksanaan E-LKPD

Analisis keterlaksanaan e-LKPD dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

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

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

% Ji = 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).

- b. Menghitung rata-rata persentase ketercapaian untuk setiap aspek pengamatan.
- c. Hasil dari nilai yang telah diperoleh kemudian diinterpretasikan sesuai dengan kriteria penilaian yang dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 18. Kriteria Tingkat Keterlaksanaan

Presentase	Kriteria
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

Sumber: Ratumanan (2003)

#### 3.5.3.2 Analisis Data Respon Peserta Didik dan Pendidik

Analisis data kemenarikan ditinjau dari respon peserta didik dan pendidik terhadap pelaksanaan pembelajaran menggunakan e-LKPD model multi representasi-STEM 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 19).

Tabel 19. Kriteria Tingkat Kemenarikan

Persentase (%)	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	Sangat menarik

Sumber: Ratumanan (2003)

### 3.5.3.3 Analisis Data Uji Efektivitas Produk

#### a. Nilai Pretes dan Postes Peserta Didik

Analisis dilakukan dengan menghitung rata-rata pretes, postes, dan *N-gain*.

Skor setiap soal tes kemampuan metakognisi adalah minimum 1 dan maksimum 4. Rata-rata pretes dan postes kemampuan metakognisi dapat dihitung dengan rumus:

$$Nilai = \frac{skor\ benar}{skor\ total} \times 100$$

Uji nilai *N-gain* dilakukan untuk melihat peningkatan kemampuan metakognisi peserta didik. Perhitungan *N-gain* diperoleh dari skor pretes dan postes masing-masing individu kelas eksperimen dan kontrol. Kriteria skor disajikan pada tabel 20 dan jika ditulis dalam persamaan sebagai berikut:

$$gain = \frac{skor\ postes - skor\ pretes}{skor\ max - skor\ pretes}$$

Tabel 20. Interpretasi *N-gain*

Gain	Interpretasi
$g \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq g < 0,7$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

Sumber: Hake (2005)

## b. Perhitungan Hipotesis

Data hasil pretes-postes yang diperoleh selanjutnya dianalisis dengan pengujian hipotesis melalui uji normalitas, uji homogenitas, dan uji *independent sample t-test*.

### (1) Uji Normalitas

Tujuannya adalah untuk mengetahui sebaran distribusi data yang diperoleh. Uji normalitas dilakukan dengan menggunakan program *SPSS for windows versi 20.0*. Uji ini menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* yang digunakan untuk menguji pendistribusian data pada sampel dengan taraf signifikansi 95% dan  $(\alpha) = 0,05$ . Kriteria pengambilan keputusan didasarkan pada nilai signifikansi yang telah diperoleh. Apabila nilai signifikansi *asymp.Sig (2-tailed)*  $> 0,05$  maka  $H_0$  diterima dan data berdistribusi normal.

### (2) Uji Homogenitas

Uji ini berguna untuk meyakinkan bahwa sampel memiliki varians yang homogen. Uji homogenitas menggunakan program *SPSS for windows versi 20.0* yang dilakukan menggunakan uji *Levene Test* dengan taraf signifikansi 95% dan  $(\alpha) = 0,05$ . Kriteria pengambilan keputusan didasarkan pada nilai signifikansi yang telah diperoleh. Apabila nilai signifikansi *asymp.Sig (2-tailed)*  $> 0,05$  maka  $H_0$  diterima dan data homogen.

### (3) Uji *Independent Sample T-Test*

Uji *Independent Sample T Test* dilakukan untuk mengetahui perbedaan antara keterampilan metakognisi peserta didik sebelum dan sesudah diterapkan pembelajaran menggunakan e-LKPD model multi representasi-STEM. Pengujian diawali dengan memberikan hipotesis sebagai berikut:

- $H_0$  : Kemampuan metakognisi peserta didik sebelum dan sesudah pembelajaran adalah sama.
- $H_1$  : Kemampuan metakognisi peserta didik sebelum dan sesudah pembelajaran adalah tidak sama.

Kriteria pengambilan keputusan didasarkan pada nilai probabilitas yang diperoleh. Apabila nilai signifikansi  $> 0,05$  maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak. Jika nilai signifikansi *sig*  $< 0,05$  maka  $H_1$  diterima dan  $H_0$  ditolak.

### c. Uji *Effect Size*

*Effect size* merupakan ukuran kuat lemahnya hubungan sebuah variabel bebas dengan variabel terikat, hubungan dalam penelitian ini menggambarkan besar dan kecilnya kontribusi penerapan e-LKPD model multi representasi-STEM terhadap peningkatan kemampuan metakognisi peserta didik. *Effect size* dihitung dengan menggunakan rumus oleh Jahjough (2014) sebagai berikut:

$$\mu^2 = \frac{t^2}{t^2 + df}$$

Keterangan:

$\mu^2$  = *effect size*

t = t hitung dari uji-t

df = derajat kebebasan

Hasil perhitungan *effect size* dikategorikan dengan menggunakan klasifikasi pada Tabel 21 berikut ini:

Tabel 21. Interpretasi *Effect Size*

Kategori Cohen	Nilai <i>Effect Size</i>
Besar	$0,8 \leq d \leq 2,0$
Sedang	$0,5 \leq d \leq 0,8$
Kecil	$0,2 \leq d \leq 0,5$

Sumber: Cohen (2007)

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Produk yang dihasilkan berupa e-LKPD berbasis STEM dengan model multi representasi disusun dengan sintaks: 1) pengetahuan awal representasi, 2) penyajian fenomena, 3) identifikasi konsep kunci, 4) eksplorasi, 5) konstruksi representasi.
2. Integrasi model multi representasi dengan pendekatan STEM memiliki pengaruh yang signifikan dalam meningkatkan kemampuan metakognisi peserta didik dengan memahami konsep antar disiplin ilmu (sains, teknologi, rekayasa, dan matematika) berupa penyajian berbagai moda representasi dalam bentuk video, gambar, siklus diagram, dan tabel sehingga mampu secara rinci melakukan tahapan-tahapan dalam merancang teknik perkembangbiakan tumbuhan dengan kultur jaringan.
3. E-LKPD berbasis STEM dengan model multi representasi pada materi sistem perkembangbiakan tumbuhan dan hewan yang berorientasi untuk meningkatkan kemampuan metakognisi peserta didik dinyatakan valid. Hal ini dapat dilihat dari hasil validasi ahli terhadap aspek kesesuaian isi, konstruksi dan bahasa.
4. Kepraktisan pembelajaran menggunakan e-LKPD berbasis STEM dengan model multi representasi pada materi sistem perkembangbiakan tumbuhan dan hewan memiliki capaian hampir seluruh aktivitas terlaksana, menarik, dan mudah digunakan bagi pendidik maupun peserta didik.
5. E-LKPD berbasis STEM dengan model multi representasi efektif dalam meningkatkan kemampuan metakognisi peserta didik. Hal tersebut terlihat dari perbedaan nilai rata-rata *N-gain* pada kelas eksperimen lebih tinggi daripada

kelas kontrol. Keduanya berada pada kategori sedang. Nilai *effect size* pada kelas eksperimen sebesar 0,81 dengan kategori besar yang berarti peningkatan kemampuan metakognisi peserta didik dipengaruhi oleh pembelajaran menggunakan e-LKPD berbasis STEM dengan model multi representasi.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, peneliti memberikan saran sebagai berikut:

1. Bagi semua pihak yang ingin mengembangkan e-LKPD dengan model multi representasi lebih lanjut, perlu dikembangkan pada materi-materi IPA lainnya.
2. Bagi semua pihak yang ingin mengembangkan e-LKPD dengan model multi representasi lebih lanjut, perlu memperhatikan ketersediaan fasilitas penunjang seperti laptop, *smart phone*, serta jaringan internet karena produk yang dikembangkan merupakan sumber belajar online.
3. Bagi pendidik yang akan menerapkan e-LKPD dengan model multi representasi, perlu dikembangkan penyajian konsep dalam beberapa moda representasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, 2015. *Guru Sains Sebagai Inovator, Merancang Pembelajaran Sains Inovatif Berbasis Riset*. Media Akademi. Yogyakarta.
- Abdurrahman, A., Setyaningsih, C. A., & Jalmo, T. 2019. Implementating Multiple Representation-Based Worksheet to Develop Critical Thinking Skills. *Journal of Turkish Science Education*, 16(1), 138-155.
- Agustina, R., Huda, I., & Nurmaliah, C. 2020. Implementasi Pembelajaran STEM pada Materi Sistem Reproduksi Tumbuhan dan Hewan terhadap Kemampuan Berpikir Ilmiah Peserta Didik SMP. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 8(2), 241-256.
- Ainsworth, S. 2006. DeFT: A Conceptual Framework for Considering Learning with Multiple Representations. *Learning and Instruction*, 15(3), 183-198.
- Albanani, T., Supardi, K., I., & Nuswowati, M. 2020. Pengaruh Penerapan Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Bermuatan Multi Representasi Terhadap Pemahaman Konsep Siswa SMA. *Chemistry in Education*, 9(2), 1-8.
- Aldilla, C., Abdurrahman, & Sesunan, F. 2017. Pengembangan LKPD Berbasis STEM untuk Menumbuhkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 5(4), 85-95.
- Amalya, C. P., Artika, W., Safrida, S., Nurmaliah, C., Muhibbuddin, M., & Syukri, M. 2021. Implementation of The Problem Base Learning Model Combined with E-STEM Based Student Worksheets on Learning Outcomes and Self Efficacy on Environmental Pollution Materials. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 7(Special Issue), 37-38.
- Anderson, L.W., & Krathwohl, D.R. 2001. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assesing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Addison Wesley Longman. Inc.
- Annafi, N. 2016. The Effect of the Implementation of Guided Inquiry-Based Student Worksheet in MAN 1 Bima City. *Journal of EST*, 2(2), 98-104.
- Arikunto, S. 2016. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan Edisi 2*. Bumi Aksara. Jakarta.

- Aristo, R.W. & Tampubolon, T. 2019. STEM Approach Students' Worksheet Development with 4d Model in Sound Waves Topic. *International Journal of Scientific Research and Engineering Development*, 2(4), 256-259.
- Aryani, A. 2011. Pengembangan LKS Untuk Metode Penemuan Terbimbing Pada Pembelajaran Matematika Kelas VIII Di SMP Negeri 18 Palembang. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2), 129-144.
- Ausubel, D., P. 1968. *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Holk, Rinehart, and Winston.
- Azevedo, R. 2005. *Using Hypermedia as a Metacognitive Tool for Enhancing Students Learning? The Role of Self-Regulated Learning 1st Edition*. Routledge. ISBN: 9781315866239.
- Azevedo, R., Johnson, A., Chauncey, A., & Burkett, C. 2010. Self-Regulated Learning with MetaTutor: Advancing The Sciences of Learning With Metacognitive Tools. *New science of Learning: Cognition, Computers and Collaboration in Education* (pp. 225-247). New York: Springer.
- Azhar, A. 2011. *Media Pembelajaran*. PT. Rajagrafindo Persada. Jakarta.
- Baron, R.A., & Byrne, D. 1987. *Social Psychology: Understanding Human Interaction*. Newton, MA: Allyn and Bacon, Inc.
- Becker, K., & Park, K. 2011. Effects Of Integrative Approaches Among Science, Technology, Engineering, And Mathematics (STEM) Subjects On Students' Learning: A Preliminary Meta-Analysis. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 12(2), 23-37.
- Bela, M., Sunyono, & Efkar, T. 2018. Hubungan Antara Metakognisi Dengan Keterampilan Proses Sains dalam Pembelajaran Asam Basa Menggunakan Model SiMaYang. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia*, 7(2), 1-12.
- Bermejo, S. 2005. Cooperative Electronic Learning In Virtual Laboratories Through Forums. *IEEE Transactions on Education*, 48(1), 140-149.
- Bishop, J.L. & Vergeler, M. 2013. The Flipped Classroom: A Survey of the research. *American Society for Engineering Education*, 30(9), 1-18.
- Black, H., Soto, L. & Spurlin, S. 2016. Thingking About Thingking About Leadership: Metacognitive Ability And Leader Developmental Readiness. *New Direction Student Leadership*, 149(6), 85-95.
- Bretz, S.L. 2001. Novak's Theory of Education Human Constructivism and Meaningful Learning. *Journal of Chemical Education*, 78(8), 1107.

- Brusilovsky, P. 2003. Adaptive Navigation Support in Educational Hypermedia: The Role of Student Knowledge Level And The Case For Meta Adaptation. *British Journal of Educational Technology*, 34(4), 487-497.
- Buku, M. N. I., Corebima A. D., & Fatchur, R. 2016. The Correlation Between Metacognitive Skills And The Critical Thingking Skills of The Senior High School Students In Biology Learning Through The Implementation Of Problem-Based Learning (PBL) In Malang, Indonesia. *International Journal of Academic Research and Development*, 1(15), 58-63.
- Changtong, N., Maneejak, N., & Yasri, P. 2020. Approaches For Implementing STEM (Science, Technology, Engineering & Mathematics) Activities Among Middle School Students In Thailand. *International Journal of Educational Methodology*, 6(1), 185-198.
- Chetty, K., Qigui, L., Gcora, N., Josie, J., Wenwei, L., & Fang, C. 2018. Bridging the Digital Divide: Measuring Digital Literacy. *Economic: The Open Access, Open Assesment E-Journal*, 12(1), 1-21.
- Choo, S. S. Y., Rotgans, J. I., Yew, E. H J., & Schmidt, H. G. 2021. Effect of Worksheet Scaffolds on Student Learning in Problem-based Learning. *Advances in Health Science Education*, 16(4), 517-528.
- Cohen. 2007. *Metode Penelitian dalam Pendidikan*. Routledge. New York.
- Coll, R., K., France, B. & Taylor, I. The Role Models and Analogies in Science Education: Implications from Research. *International Journal of Science Education*, 27(2), 183-198.
- Daryanto. 2013. *Menyusun Modul: Bahan Ajar untuk Persiapan Guru dalam Mengajar*. Gava Media. Yogyakarta.
- David, F. T & Tsui, C.-Y. 2013. Multiple Representations in Biological Education. *Models and Modeling in Science Education* 7.
- Depdiknas. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional. Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas.
- Diyantari, D., I. A. K., Wiyasa, N., I. K., & Manuaba, I. B. 2020. Model Snowball Throwing Berbantuan Media Pop Up Book Berpengaruh Terhadap Kompetensi Pengetahuan IPA. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Profesi Guru*, 3(1), 9-21.
- Ernawati, T., & Sujatmika, S. 2021. Development of Worksheet Based on Scientific Approach to Improve Critical Thingking Skills, *International Journal of STEM Education for Sustainability*, 1(1), 1-10.
- Febri, D. 2018. Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Materi Pewarisan Sifat Berbasis Multi Representasi Jamak untuk Menumbuhkan

Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP. *Tesis tidak dipublikasikan*. Universitas Lampung.

- Fitriani, N., Gunawan, G., & Sutrio, S. 2017. Creative Thingking in Physics with Learning Conceptual Understanding Procedures (CUPS) Assised by Student Worksheet. *Journal of Physics and Technology Education*, 3(1), 24-33.
- Flavell. 1979. Metacognition And Cognitive Monitoring: A New Area of Cognitive Developmental Inquiry. *American Psychologist*, 34(1), 906-911.
- Garrison, D., R. & Martha, C., I. 2005. Facilitatng Cognitive Presence in Online Learning: Interaction Is Not Enough. *The American Journal Of Distance Education*, 19(3), 133-148.
- Gulz, A. & Haake, M. 2006. Design Of Animated Pedagogical Agents-A Look At Their Look. *International Journal of Human-Computer Studies*, 64(4), 322-339.
- Hake, R. R. 2005. "Analyzing Change/Gain Scores". [www.physics.indiana.edu/~sdi/AnalyzingChange-Gain.pdf](http://www.physics.indiana.edu/~sdi/AnalyzingChange-Gain.pdf). Diakses tanggal 20 September 2021 pukul 20.30.
- Handayani, D., Winarni, E., W., Sudaryono, A., Fridaus, M., L. & Alperi, M. 2022. The Development of Organic Chemistry Teaching Materials on the Topic of Lipid using Android STEM based Approach. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 16(3), 104-122.
- Hartik, S., Utaminingsih, S., & Madjdi, A. H. 2021. A Need Assesment of Integrated Science Teaching Material Based Higher Order Thingking Skills (HOTS). *Journal of Physics: Conference Series*, 1823(1), 1-7.
- Haryanto, Asrial, & Ernawati, M. D. W. 2020. E-worksheet for Science Processing SKills Using Kvisoft FLipbook. *International Journal of Online and Biomedical Engineering*, 16(3), 46-58.
- Hegarty. 2004. Diagram in the Mind and in the World: Relation between Internal and External Visualization. *Diagrammatic Representation and inferences: Lecture notes in artificial intelligence*. Vol 2980, 88-102. Germany: Springer.
- Hekmah, N., Wilujeng, I., & Suryadarma, I. 2019. Web-Lembar Kerja Siswa IPA Terintegrasi Lingkungan untuk Meningkatkan Literasi Lingkungan Siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 5(2), 129-138.
- Herlanti, Y., Mardiaty, Y., Wahyuningtyas, R., Mahardini, E., Iqbal, M. & Sofyan, A. 2017. Discovering Learning Strategy To Increase Metacognitive Knowledge On Biology Learning In Secondary School. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 6(1), 179-186.

- Hill, F., & Korhonen, A. 2014. *Learning Abstract Concept Embeddings from Multimodal Data: Since You Probably Can't See What I Mean*. United Kingdom: University of Cambridge.
- Indrianingrum, R., Mahardika, I. K., Wahyuni, D., Sutarto, Indrawati, & Hariyadi, S. 2018. Effectiveness Of STEM-Based Science Student Worksheet in Improving Multiple Representation Ability of Junior High School Students. *International Journal of Advanced Research*, 6(4), 1366-1369.
- Iryani, Mawardi, & Andromeda. 2016. The Effect of Using Guided Inquiry-Based Worksheet On Students Learning Outcomes for Colloid Material for Class XI SMAN 1 Batu Sangkar. *Exact Journal*, 1(2), 82-89.
- Ita, M., Sri, H., & Kasmui. 2021. Pengaruh Pembelajaran Berbasis Multirepresentasi terhadap Keterampilan Metakognisi pada Materi Laju Reaksi. *Chemistry in Education*, 10(1), 22-29.
- Jang, H. 2016. Identifying 21st Century STEM Competencies Using Workplace Data. *Journal of Science Education and Technology*, 25(2), 284-301.
- Jahjough, Y. M. A. 2014. The effectiveness of blended e-learning forum in planning for science instruction. *Journal of Turkish Science Education*. 11(4), 3-16.
- Kapila, V., & Iskander, M. 2014. Lessons Learned from Conducting a K-12 Project to Revitalize Achievement by using Instrumentation in Science Education, *Journal STEM Education*, 15(2), 46-51.
- Kharisma, F. T. N., Zaini, M., & Kapsul. 2021. The Development of Electronic Student Worksheets on the Concept of Animalia to Improve High School Level Critical Thinking Skills. *Bio-Inoved Jurnal Biologi-Inovasi Pendidikan*, 3(3), 227-233.
- Khofifah, I. N., & Mitarlis, M. 2021. Student Worksheet Oriented on Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) with PjBL Model on Acid Base Matter by Using Natural Product, *Jurnal Pendidikan Kimia*, 13(1), 22-37.
- Kosasih, E. 2021. *Pengembangan Bahan Ajar*. Bumi Aksara. Jakarta. ISBN: 978-623-328-191-1 (PDF).
- Kuen-Yi, L., Hsien-Sheng, H., John, W., & Yu-Han, C. 2019. Effects Of 6E-Oriented STEM Practical Activities In Cultivating Middle School Students' Attitudes Toward Technology And Technological Inquiry Ability. *Research in Science and Technological Education*, 38(1), 1-18.
- Kusniah, L. & Trimulyo, G. 2019. Pengembangan LKPD berbasis Strategi Know, Want, Learned (KWL) Plus untuk Melatih Keterampilan Metakognitif

pada Materi Archaeobacteria Dan Eubacteria Kelas X MA. *Bio edu: Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 8(3), 120-128.

- Kustiana, Suratno, & Wahyuni, D., 2019. The analysis of Metacognitive skills ad creative thinking skills in STEM education at senior high school for biotechnology. *Journal of Physics: Conferences Series*, 1465: 012045.
- Lengkana, D. 2018. Pengembangan Program Pembelajaran Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia Berbasis Multi Representasi untuk Meningkatkan Kemampuan Representasi dan Interelasinya dengan Keterampilan Generik Sains Calon Guru Biologi. *Disertasi tidak dipublikasikan*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Liao, J., Wang, M., Ran, W. & Stephen J. H. 2014. Collaborative Cloud: A New Model For E-Learning. *Innovations in Education and Teaching International*, 51(3), 338-351.
- Lin, S. W. 2003. *Students Understanding of Flowering Plants Growth and Development: An interview study*. Paper presented at the NARST annual International Conference, Philadelphia, PA.
- Lin, S. W. 2004. Development and Application of a Two-Tier Diagnostic Test for High School Students' Understanding of Flowering Plant Growth and Development. *International Journal Science Mathematics Edu*, 2(2), 175-199.
- Liu, C. 2019. Reaching a New Generation of Innovators: Taking action in Project Invent. *Childhood Education*, 9(5), 10-15.
- Liu, L., Hmelo-Silver, & Cindy, E. 2013. *Promoting the Collaborative Use of Cognitive and Metacognitive Skills Through Conceptual Representations in Hypermedia SRL*. Multiple Representations in Biological Education, (pp.75-92).
- Maharani, Y. S., Suryani, N., Ardianto, D.T. 2018. Pengembangan Multimedia Pembelajaran Interaktif Pada Mata Pelajaran Pengolahan Citra Digital di Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 8 Semarang. *Jurnal Penelitian Teknologi Pendidikan*, 16(1), 73-87.
- Mayer, R. E. 2003. The Promise Of Multimedia Learning: Using The Same Instructional Design Method Across Different Media. *Journal of Learning and instruction*, 13(2).
- Mayer, R., E., & Massa, J., L. 2003. Three Facets Of Visual And Verbal Learners: Cognitive Ability, Cognitive Style And Learning Preference. *Journal of Educational Psychology*, 95(4), 833-846.
- Muliandi, Arief, Susilowati, N. E., Rahmah, S., Wahyuni, S., & Rusdiana, D. 2021. MRIM (Multiple Representation-Based Interactive Multimedia): Is It

- Good to Improve Students' Scientific Literacy?. *U-Teach: Journal Education of Young Physics Teacher*, 2(1), 9-21.
- Mulyana, K., M., Abdurrahman & Rosidin, U. 2018. Implementasi Pendekatan *Science, Technology, Engineering, And Mathematics (STEM)* Untuk Menumbuhkan *Skill* Multirepresentasi Siswa SMA Pada Materi Hukum Newton Tentang Gerak. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(2), 69-75.
- Muna, K., Haryani, S., & Susilaningsih, E. 2016. Pengaruh Guided Inquiry Learning terhadap Keterampilan Metakognisi Siswa dalam Materi Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan. *Journal of Innovative Science Education*, 5(1), 19-27.
- Mutia, N. B., & Prasetyo, Z. K. 2018. The Effectiveness of Students' Worksheet Based on Multiple Representations to Increase Science Process Skills. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*, 41(1), 158-66.
- Nareswari, N. L. P. S. R., Suarjana, I. M., & Sumantri, M. 2021. Belajar Matematika dengan LKPD Berbasis Kontekstual. *Jurnal Mimbar Ilmu*, 26(2), 204–213.
- Novak, J.D. & A.J. Canas. 2008. The Theory Underlying Concept Maps And How To Construct And Use Them. *Institute for Human and Machine Cognition*. 1-36.
- Novitayani, A. 2019. Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Biologi SMA Berbasis Keterampilan Berpikir Kritis Pada Konsep Sistem Ekskresi. *Skripsi tidak dipublikasikan*. Banjarmasin: Universitas Lambung Mangkurat.
- Novitasari, A., Nurhayati, B., Junda, M. 2019. Pengembangan LKPD Berbasis pada Keterampilan Proses Sains Terhadap Peserta Didik Kelas XI IPA SMA pada Materi Sistem Peredaran Darah. *Prosiding Seminar Nasional Biologi VI*. 196-208.
- Ozturk, N. 2017. Assessing Metacognition: Theory and Practices *International Journal Asst. Tools in Educ*, 4(2), 134-148.
- Permendiknas Nomor 22 Tahun 2006 Tentang Standar Isi Untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah. Jakarta: Kemendikbud.
- Pleasants, J., Clough, M. P., Olson, J. K., & Miller, G. 2019. Fundamental issues regarding the nature of technology. *Science & Education*, 28(3), 561-597.
- Prastowo, A. 2015. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Diva Press. Yogyakarta.
- Purwati, M., & Ristiono. 2021. Lembar Kerja Siswa Berbasis Pendekatan Saintifik dengan Materi Struktur dan Fungsi Tumbuhan untuk Kelas VIII SMP. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pendidikan*, 5(3), 334-339.

- Rahmat, L., & Chanunan, S. 2018. Open Inquiry in Facilitating Metacognitive skills on High School Biology Learning: An Inquiry on Low and High Academic Ability. *International Journal of Instruction*, 11(4), 593-606.
- Rai, I. M., Wiranata, A., & Sujana, I W. 2021. Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Pemecahan Masalah Kontekstual Materi Masalah Sosial Kelas IV SD. *Jurnal Pedagogi dan Pembelajaran*, 4(1), 30-38.
- Ramli, R., Yohandri., Sari, Y.S., & Selisme, M. 2020. Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Fisika Berbasis Pendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematics untuk Meningkatkan Berfikir Kritis Peserta didik. *Jurnal Eksata Pendidikan*, 4(1), 10-17.
- Rangkuti, A. N. 2014. Konstruktivisme dan Pembelajaran Matematika. *Jurnal Ilmu Kependidikan dan Keislaman (Darul 'Ilmi)*, 2(2), 61-76.
- Ratumanan, T. G. & Laurens, T. 2003. *Evaluasi Hasil Belajar yang Relevan dengan Kurikulum Berbasis Kompetensi*. Surabaya: Unesa University Press.
- Redmond, T. 2015. Media Literacy is Common Sense: Bridging Common Cord Standard with the Media Experiences of Digital Learners. *Middle School Journal*, 46(3), 10-17.
- Renkl, A., Berthold, K., Grosse, C. S., & Schwonke, R. 2013. *Making Better Use of Multiple Representations: How Fostering Metacognition Can Help*. Springer International Handbooks of Education, (pp. 397-408).
- Riwu, I. U., Laksana, D. N. L., & Dhiu, K. D. (2018). Pengembangan Bahan Ajar Elektronik Bermuatan Multimedia pada Tema Peduli terhadap MakhluK Hidup untuk Sekolah Dasar Kelas IV di Kabupaten Ngada. *Journal of Education Technology*, 2(2), 56–64.
- Riyani, N. L. V. E., & Wulandari, G. A. A. 2022. Pengembangan LKPD Interaktif Berbasis STEAM pada Kompetensi Pengetahuan IPS Siswa Kelas V di SD No. 3 Sibanggede. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 22(1), 285-291.
- Runisah, R., Herman, T., & Dahlan, J. A. 2017. Using the 5E Learning Cycle with Metacognitive Technique to Enhance Students Mathematical Critical Thingking Skills. *International Journal of Emerging Mathematics Education*, 1(1), 87-98.
- Robert, J., M., & John, S., K. 2008. *Designing & Assessing Educational Objectives Applying the New Taxonomy*. USA: Corwin Press.
- Rochim, M. Y. A., Rachmadiarti, F., & Rahayu, D. A. 2022. The Development of E-Worksheet Based on SETS (Science, Environment, Technology, Society) for Waste Processing Sub-Topic to Improve Student's Scientific

- Literacy Skills. *Bio edu: Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 11(2), 434-445.
- Rohma, D. M. & Pusputawati, R. P. 2021. Development of Electronic Worksheet With Environmental Approach In Structure And Function Plant Tissue Material To Train Critical Thingking Of Grade 2<sup>nd</sup> High School Students. *Bio edu: Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 10(3), 554-561.
- Techataweewan, W., & Prasertsin, U. 2018. Development of Digital Literacy Indicators for Thai Undergraduate Students using Mixed-method Research. *Kasetsart Journal of Social Science*, 39(2), 215-221.
- Sanders, M. 2009. STEM, STEM education. *STEMmania. The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Sari, W. P., Abdurrahman, & Lengkana, D. 2022. Using e-Worksheet Integrated with PBL-STEM Activities to Improve Disaster Literacy of Junior High School Students, *Jurnal Pendidikan MIPA*, 23(3), 882-893.
- Sasmita, D., Adlim, M., Gani, A., & Syukri, M. 2021. Implementation of STEM-Based Student Worksheet to Increase Student Entrepreneurial Innovation through the Development of Candided Nutmeg Product. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 7(1), 112-120.
- Seattha, P., Tupsai, J., Sranamkham, T., & Yuenyong, C. 2016. Students' view on STEM in learning about circular motion through STS approach. *American Institute of Physics Conference Proceedings*, 1775, 030063.
- Shalikhah, N. 2016. Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) IPA Berbasis Pendekatan *Scientific*. *Tarbiyatuna*, 7(2), 144-166.
- Shute, V. & Towle, B. 2003. Adaptive E-Learning. *Educational Psychologist*, 38(2), 105-114.
- Siswati, B. H., & Corebima, A. D. 2017. The Effect of Education Level and Gender on Students Metacognitive Skills in Malang Indonesia. *Advances in Social Science Research Journal*, 4(4), 163-168.
- Siswanto, J., Susantini, E. & Jatmiko, B. 2018. Practicality And Effectiveness of The IBMR Teaching Model to Improve Physics Problem Solving Skills. *Journal of Baltic Science Education*, 17(3), 381-394.
- Sitepu, B.P. 2015. *Penulisan Buku Teks Pelajaran*. Remaja Rosdakarya. Bandung.
- Sudjana. 2005. *Metoda Statistika*. Bandung: Tarsito.
- Sulistiyowati, Abdurrahman, & Jalmo, T. 2018. The Effect of STEM-Based Worksheet on Students' Science Literacy. *Tadris: Jurnal Keguruan dan Ilmu Tarbiyah*, 3(1), 89-96.

- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Bandung: Alfabeta.
- Sumarni, Aliman, M., & Mutia, T. 2021. The Effect Of Digital Eco-Learning In Student Worksheet Flipbook To Environmental Project Literacy And Pedagogic Competency. *Journal of Technology and Science Education*, 11(2), 357-370.
- Syafitri, R. A., & Tressyalina. 2020. The Importance of the Student Worksheets of Electronic (E-LKPD) Contextual Teaching and Learning (CTL) in Learning to Write Description Text During Pandemic COVID-19. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 48(5), 284-287.
- Syahmel, S., & Jumadi, J. 2019. Discovery Learning using Multiple Representation model for enhancing scientific processing and critical thinking skills of the students. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 5(2), 180-194.
- Syukri. 2013. Pendidikan STEM dalam Entrepreneurial Science Thingking “EsciT”: Satu Pengongsiaan Pengalaman dari UKM untuk Aceh. *Prosiding Aceh Development International Conference 2013*. Kuala Lumpur, Malaysia.
- Taiyeb, A. Mushawwir, & Sekarsari, A. 2014. Pengembangan Lembar Kegiatan Siswa (LKS) Biologi yang Terintegrasi Kurikulum Cambridge Untuk SMA Kelas XI Semester II. *Jurnal Bionature*, 15(1), 23-28.
- Thalheimer, W. & Cook, S. 2002. *How to Calculate Effect Size*. Work Learning Research.
- Tu, C-H. 2000. On-Line Learning Migration: From Social Learning Theory To Social Precence Theory In CMC Environment. *Journal of Network and Computer Applications*, 23(1), 1-11.
- Veenman, M. V. J., Hout-Wolters, B. H. A. M. Van, & Afflerbac, P. 2006 Metacognition And Learning :Conceptual And Methodological Considerations. *Metacognition Learning*, 1(1), 3-14.
- Wahyuni, A. L. E., Arrohman, D. A., Wilujeng, I., Widowati, A., & Suyatna, S. 2022. Aplication of Integrated STEM-Based Students Worksheet Local Potential of Pagar Alam Tea Plantation to Improve Students’ Environmental Literacy. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(3), 1252-1257.
- Waldrip, B., Prain, V., & Carolan, J. 2010. Using Multi-modal Representation to Improve Learning in Junior Secondary Science. *Research in Science Education*, 40(1), 65-80.

- Wati, H., & Susantini, E. 2015. Validitas Bahan Ajar Berbasis Metakognitif pada Materi Anabolisme Karbohidrat. *Bio edu: Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 4(3), 957-962.
- Wibawa, B. & Seipah, K. 2018. The Flipped-Blended Model for STEM Education to Improve Students' Performances. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(2), 1006-1009.
- Widianingtyas, L., Siswoyo, S., & Bakri, F. 2015. Pengaruh Pendekatan Multi Representasi dalam Pembelajaran Fisika Terhadap Kemampuan Kognitif Siswa SMA. *Jurnal Penelitian Pengembangan Pendidik Fisika*, 1(1), 31-38.
- Widjajanti, E. 2008. *Kualitas LKPD*. Makalah ini disampaikan dalam Kegiatan Pengabdian pada Masyarakat dengan Judul "Pelatihan Penyusunan LKPD Mata Pelajaran Kimia Berdasarkan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan Bagi Guru SMK/MAK di Ruang Sidang Kimia FMIPA UNY. pada tanggal 22 Agustus 2008.
- Welly, M. 2019. Pengembangan Handout berbasis STEM untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa pada Materi Bioteknologi. *Tesis tidak dipublikasikan*. Universitas Lampung.
- Yanti, H., Distrik., I., W., & Rosidin, U. 2019. The Effectiveness of Students' Worksheets Based on MultiRepresentation in Improving Students' Metacognition Skills in Static Electricity. *Journal of Physics: Conferences Series*, 1155: 012083.
- Yasa, A. D., Chrisyarani, D. D., Akbar, S., & Mudiono, A. 2018. E-Module Based on Ncesoft Flip Book Maker for Primary School Students. *International Journal of Engineering and Technology*, 7(3), 286-289.
- Yuliasuti, N., Pujayanto, & Ekawati, E. Y. 2014. Pengembangan Media Pembelajaran IPA Terpadu Berbasis E-Learning Dengan Moodle Untuk Siswa Sekolah Menengah Pertama Pada Tema Pengelolaan Sampah. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 2(1):15-20.
- Zheng, J., Xing, W., Zhu, G., Chen, G., Zhao, H., & Xie, C. 2019. Profiling self-regulation behaviors in STEM learning of engineering design. *Computers & Education*, 143(4), 1-13.