

**PROFIL KOMPETENSI LITERASI VISUAL DAN KETERAMPILAN  
KOMUNIKASI ILMIAH MELALUI IMPLEMENTASI AKTIVITAS  
PJBL-STEM BERBANTUAN E-MODUL INTERAKTIF**

**Tesis**

**Oleh**

**DINI ANDRIANI  
NPM 2023026004**



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER PENDIDIKAN IPA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

## **ABSTRAK**

### **PROFIL KOMPETENSI LITERASI VISUAL DAN KETERAMPILAN KOMUNIKASI ILMIAH MELALUI IMPLEMENTASI AKTIVITAS PJBL-STEM BERBANTUAN E-MODUL INTERAKTIF**

**Oleh**

**Dini Andriani**

Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan validitas *e-Modul* interaktif berbasis PjBL-STEM yang telah dikembangkan, mendeskripsikan profil kompetensi literasi visual dan keterampilan komunikasi ilmiah siswa. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah instrumen validitas uji kelayakan oleh dua ahli. Profil kompetensi literasi visual dan keterampilan komunikasi ilmiah dideskripsikan dengan metode analisis kuantitatif deskriptif. Berdasarkan hasil validasi ahli menunjukkan validasi produk mendapatkan rata-rata persentase sebesar 77,92% yang berkriteria tinggi, maka produk ini valid. Rata-rata persentase validasi oleh praktisi diperoleh sebesar 88,37% dengan kriteria sangat tinggi. Hasil analisis deskriptif menunjukkan profil kompetensi literasi visual melalui implementasi aktivitas PjBL-STEM berbantuan *e-Modul* interaktif menunjukkan bahwa indikator kompetensi literasi visual pada aspek visualisasi memperoleh persentase tertinggi sebesar 57,14% peserta didik berkategori sangat baik, sedangkan pada aspek penalaran visual sebanyak sebanyak 52,38% peserta didik berada pada kategori kurang. Profil keterampilan komunikasi ilmiah menunjukkan bahwa indikator kajian literatur memperoleh persentase tertinggi 71,44% dengan kategori tinggi.

Kata kunci: Aktivitas PjBL-STEM; *e-Modul* Interaktif; Profil Keterampilan Komunikasi Ilmiah; Profil Kompetensi Literasi Visual

## **ABSTRACT**

### **VISUAL LITERACY COMPETENCY AND SCIENTIFIC COMMUNICATION SKILL PROFILE THROUGH IMPLEMENTATION OF ACTIVITIES PJBL-STEM ASSISTED WITH INTERACTIVE E- MODUL**

**By**

**Dini Andriani**

This research aims to describe the validity of the PjBL-STEM based interactive *e*-Module that has been developed, describing the profile of students' visual literacy competencies and scientific communication skills. The instrument used in this research is a feasibility test validity instrument by two experts. The visual literacy competency profile and scientific communication skills are described using descriptive quantitative analysis methods. Based on expert validation results, it shows that product validation has an average percentage of 77.92%, which has high criteria, so this product is valid. The average percentage of validation by practitioners was 88.37% with very high criteria. The results of the descriptive analysis show the profile of visual literacy competency through the implementation of PjBL-STEM activities assisted by interactive *e*-Modules showing that the visual literacy competency indicator in the visualization aspect obtained the highest percentage of 57.14% of students categorized as very good, while in the visual reasoning aspect it was 52.38% of students are in the poor category. The profile of scientific communication skills shows that the literature review indicator obtained the highest percentage of 71.44% in the high category.

**Keywords:** Communication Skills Profile, Interactive *e*-Module; Scientific; PjBL-STEM activity; Visual Literacy Competency Profile

**PROFIL KOMPETENSI LITERASI VISUAL DAN KETERAMPILAN  
KOMUNIKASI ILMIAH MELALUI IMPLEMENTASI AKTIVITAS  
PJBL-STEM BERBANTUAN E-MODUL INTERAKTIF**

**Oeh  
DINI ANDRIANI**

**Tesis**

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

**Pada**

**Program Studi Magister Pendidikan IPA  
Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung**



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER PENDIDIKAN IPA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2024**

Judul Tesis : **PROFIL KOMPETENSI LITERASI VISUAL  
DAN KETERAMPILAN KOMUNIKASI  
ILMIAH MELALUI IMPLEMENTASI  
AKTIVITAS PjBL-STEAM BERBANTUAN E-  
MODUL INTERAKTIF**

Nama Mahasiswa : **Dini Andriani**

Nomor Pokok Mahasiswa : 2023026004

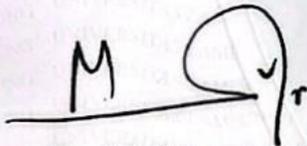
Program Studi : Magister Pendidikan IPA

Jurusan : Pendidikan IPA

Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan

**MENYETUJUI**

**Pembimbing 1**



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

**Pembimbing 2**



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

**Ketua Jurusan  
Pendidikan MIPA**



**Dr. Nurhanurawati, M.Pd.**  
NIP 19670808 199193 2 001

**Ketua Program Studi  
Magister Pendidikan IPA**

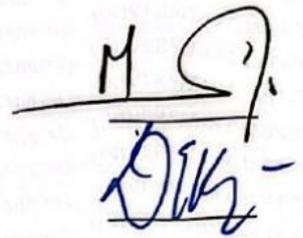


**Dr. Neni Hasnunidah, M.Si.**  
NIP 19700327 199403 2 001

**MENGESAHKAN**

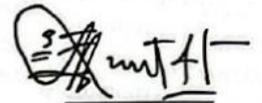
**1. Tim Penguji**

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

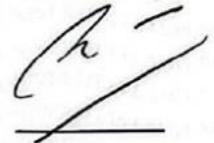


**Sekretaris : Dr. Dewi Lengkana, M.Sc.**

**Penguji  
Bukan Pembimbing : I. Dr. Kartini Herlina, M.Si.**



**: II. Prof. Dr. Chansyanah Diawati, M.Si.**



**Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



**Prof. Dr. Sunyono, M.Si.**  
NIP 1965 1230 199111 1 001

**Direktur Program Pascasarjana**



**Prof. Dr. I. Murhadi, M.Si.**  
NIP 19640326 198902 1 001

**4. Tanggal Lulus Ujian Tesis : 14 Juni 2024**

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Tesis dengan judul **“PROFIL KOMPETENSI LITERASI VISUAL DAN KETERAMPILAN KOMUNIKASI ILMIAH MELALUI IMPLEMENTASI AKTIVITAS PJBL-STEM BERBANTUAN E-MODUL INTERAKTIF”** adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara tidak sesuai etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Hak Intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, maka saya akan bertanggung jawab sepenuhnya.

Bandar Lampung, 14 Juni 2024  
Pembuat Pernyataan,



Dini Andriani  
NPM 2023026004

## MOTTO

“Cukuplah Allah menjadi penolong kami dan Allah adalah  
sebaik-baiknya pelindung”  
(QS. Ali Imran : 173)

“6 perkara yang harus diingat dalam mencari ilmu: cerdas, tekun dan teliti, ada  
kemauan, sabar, ada bekal, mengikuti petunjuk guru, dan lamanya masa”  
(Imam Syafi’i)

## **Bismillahirrohmanirrohim**

Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang

## **PERSEMBAHAN**

Alhamdulillahirrabbi'l'amin, segala puji dan syukur hanya untuk Allah SWT, atas rahmat dan nikmat yang telah diberikan, serta kekuatan, kesehatan, dan kesabaran untukku dalam mengerjakan tesis ini  
Shalawat serta salam selalu tercurah kepada junjunganku Nabi Muhammad SAW.

Kupersembahkan karya ini sebagai tanda bakti dan cinta kasihku kepada orang-orang terkasih dan berarti dalam hidupku :

### **Bapakku (Suhaemi) dan Ibuku (Jahro)**

Kedua orang tuaku yang tak henti mendoakan ku disetiap saat, mendidik dan merawatku dengan penuh kesabaran dari kecil hingga mengantarkanku ke perguruan tinggi dan meraih cita-cita. Tak banyak kata manis yang ku ucapkan tapi ini bukti cinta kasihku pada kalian

### **Keluargaku**

Seluruh keluarga besar yang selalu memberikan nasehat dan semangatnya ketika aku berada dalam kesulitan

### **Para Pendidik**

Para dosen dan guru atas ilmu, nasihat, bimbingan, waktu, arahan, dan kesabarannya yang telah diberikan sehingga aku dapat menyelesaikan jenjang pendidikanku.

**Almamater tercinta, Universitas Lampung**

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 20 Juni 1995, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Banpak Suhaemi dan Ibu Jahro. Pendidikan formal penulis diawali di TK Amartatani Kec. Labuhan Ratu, Bandar Lampung pada tahun 2000, SD Negeri 1 Labuhan Dalam Kec. Tanjung Senang tahun 2001 dan diselesaikan pada tahun 2007, lalu dilanjutkan ke SMP Negeri 19 Bandar Lampung pada tahun 2006 dan lulus pada tahun 2010, pada tahun yang sama pendidikan dilanjutkan ke SMA Negeri 15 Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2013. Pendidikan S1 Penulis di Universitas Lampung Jurusan Pendidikan MIPA Program Studi Pendidikan Kimia, selesai pada tahun 2017. Selesai menjalani pendidikan jenjang S1, pada tahun 2018 penulis mulai menjadi guru honorer di SMA Negeri 13 Bandar Lampung. Tahun 2020, penulis melanjutkan pendidikan S2 di Pascasarjana Universitas Lampung Program Studi Magister Pendidikan IPA dan di tahun 2022 penulis mengikuti Program Profesi Guru Dalam Jabatan Kategori II di Universitas Lampung bidang studi kimia. Pada awal tahun 2024 penulis berpindah tugas pada satuan mengajar SMA Negeri 15 Bandar Lampung.

## SANWACANA

Alhamdulillah segala puji hanya bagi Allah SWT, atas rahmat dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan IPA di Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr.Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A.,I.P.M. selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si., selaku Direktur Pascasarjana Unila;
3. Prof. Dr. Sunyono, M.Si., selaku Dekan FKIP Unila;
4. Dr. Nurhanurawati, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA;
5. Dr. Neni Hasnunidah, M.Si., selaku Ketua Program Studi Magister Pendidikan IPA;
6. Dr. M. Setyarini, M.Si.,selaku Pembimbing Akademik sekaligus Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, saran dan motivasi dalam proses penyelesaian tesis serta bekal ilmu untuk menjadi pribadi yang lebih baik;
7. Dr. Dewi Lengkana, M.Sc., selaku Pembimbing II yang telah memberi semangat, saran, dan bimbingan yang sangat berharga dalam penyelesaian tesis;
8. Dr. Kartini Herlina, M.Si., selaku Pembahas I sekaligus validator, yang telah memberikan saran saran perbaikan dan semangat yang sangat berharga;
9. Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Magister Pendidikan IPA Universitas Lampung;
10. Nasirrudin,M.Pd., selaku guru mitra SMP IT Bina Insani Metro, yang telah memberikan izin dan bantuan selama penelitian serta seluruh dewan guru, staf, dan, siswa-siswi kelas VII A;

11. Teman-teman seperjuangan Magister Pendidikan IPA 2020, terimakasih atas bantuan, motivasi dan kerjasamanya;
12. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tesis ini;

Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan yang telah diberikan berupa rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua. Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi pembaca umumnya.

Bandar Lampung, 14 Juni 2024  
Penulis

Dini Andriani

## DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Ruang Lingkup Penelitian .....	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Teori Konstruktivisme.....	9
2.2 Electoronic Modul ( <i>e-Modul</i> ).....	11
2.3 PjBL-STEM.....	14
2.4 Literasi Visual .....	16
2.5 Keterampilan Komunikasi Ilmiah .....	18
2.6 Penelitian Pendukung .....	20
2.7 Kerangka Pemikiran .....	21
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Desain dan Jenis Penelitian .....	24
3.2 Subjek Penelitian dan Lokasi Penelitian .....	28
3.3 Instrumen Penelitian.....	28
3.4 Ringkasan Rubrik Metode Penelitan .....	30
3.5 Teknik Analisis Data.....	30
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Penelitian Pengembangan .....	41
4.7 Pembahasan .....	59
V. PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	70
5.2 Saran.....	70
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	

## LAMPIRAN

1. Angket analisis awal guru .....	80
2. Angket analisis awal peserta didik .....	85
3. Hasil rekapitulasi analisis kebutuhan guru .....	88
4. Hasil rekapitulasi analisis kebutuhan siswa.....	92
5. Rencana pelaksanaan pembelajaran .....	94
6. Angket validasi kesesuaian isi .....	102
7. Angket validasi kesesuaian konstruksi .....	106
8. Hasil validasi ahli kesesuaian isi (dosen) .....	109
9. Hasil validasi ahli kesesuaian konstruksi .....	112
10. Hasil validasi isi (pendidik).....	115
11. Hasil validasi konstruksi (pendidik) .....	118
12. Lembar kinerja peserta didik .....	121
13. Rubrik penilaian lembar kinerja peserta didik.....	123
14. Lembar instrumen penilaian komunikasi ilmiah .....	128
15. Rubrik penilaian penilaian komunikasi ilmiah .....	130
16. Surat balasan penelitian .....	131
17. Dokumentasi saat penelitian .....	132

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1 Indikator Kompetensi Literasi Visual .....	18
Tabel 2. Indikator keterampilan menulis ilmiah.....	20
Tabel 3. Penelitian sebelum yang mendukung pengembangan e-Modul interaktif	20
Tabel 4. Ringkasan metode penelitian.....	30
Tabel 5.Penskoran pada angket berdasarkan skala Likert.....	31
Tabel 6. Tafsiran persentase angket .....	32
Tabel 7. Kriteria validasi analisis persentase .....	32
Tabel 8. Pengkategorian Kompetensi Literasi Visual .....	34
Tabel 9. Kriteria Komunikasi Ilmiah.....	34
Tabel 10. Ulasan hasil angket analisis kebutuhan guru.....	42
Tabel 11. Ulasan hasil angket analisis kebutuhan peserta didik .....	45
Tabel 12. Produk rancangan awal e-Modul interaktif untuk melatih kompetensi literasi visual dan keterampilan komunikasi ilmiah.....	48
Tabel 13. Hasil uji validasi oleh dua ahli .....	52
Tabel 14. Perubahan dan hasil revisi e-Modul interaktif hasil pengembangan.....	53
Tabel 15. Hasil uji validasi oleh praktisi .....	55

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1.Keterampilan Komunikasi Ilmiah dan Sub Keterampilannya. ....	19
Gambar 2.Kerangka pemikiran.....	23
Gambar 3.Alur penelitian pengembangan <i>e-Modul</i> interaktif untuk melatih kompetensi literasi visual dan komunikasi ilmiah .....	27
Gambar 4.Nilai rata-rata indikator kompetensi literasi visual.....	56
Gambar 5. Profil kompetensi literasi visual peserta didik .....	57
Gambar 6.Nilai rata-rata indikator keterampilan komunikasi ilmiah.....	58
Gambar 7.Profil keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik .....	59
Gambar 8. Contoh hasil tampilan <i>e-Modul</i> interaktif yang dikembangkan .....	60
Gambar 9.Contoh hasil tampilan <i>e-Modul</i> interaktif.....	61
Gambar 10.Tampilan awal setiap kegiatan pembelajaran pada <i>e-Modul</i> interaktif .....	62
Gambar 11. Tampilan fitur <i>feedback</i> <i>e-Modul</i> interaktif pada ponsel peserta didik dan guru. ....	62

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada abad ke-21, era teknologi komunikasi dan informasi berkembang sangat cepat yang berpengaruh ke berbagai aspek, tak terkecuali pendidikan. Kurikulum pendidikan saat ini harus mengikuti perkembangan agar peserta didik tidak tertinggal dalam menghadapi kebutuhan dunia kerja dan tantangan kehidupan yang kompleks (Redhana, 2019; Tuan Soh *et al.*, 2010). Untuk menghadapi tantangan tersebut, peserta didik harus dibekali keterampilan-keterampilan abad 21, di antaranya keterampilan komunikasi. Keterampilan komunikasi merupakan keterampilan seseorang untuk menyampaikan ide, gagasan, atau informasi yang diperoleh peserta didik melalui lisan dan tulisan (Kivunja, 2015; Patriot *et al.*, 2018; Sapriadil *et al.*, 2018; Sarwanto, 2016). Keterampilan komunikasi yang dimiliki peserta didik dapat dijadikan sebagai bahan untuk menciptakan, mengolah, mengembangkan dan memperluas pengetahuan peserta didik. Salah satu cara yang dilakukan untuk mengembangkan keterampilan komunikasi adalah melalui pemahaman konsep dan teori yang peserta didik temukan melalui konten ilmiah (Fadly & Andaria, 2021). Pemberian konten ilmiah memberikan kesempatan kepada peserta didik mengembangkan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik (Brownell *et al.*, 2013).

Keterampilan komunikasi ilmiah penting dimiliki karena peserta didik dapat mengungkapkan ide-ide ilmiahnya, menyampaikan dan menjelaskan fakta dan argumentasinya menggunakan data yang ada (Alpusari *et al.*, 2019; Hatala *et al.*, 2015). Selain itu keterampilan komunikasi ilmiah perlu dilatihkan untuk membantu peserta didik dalam memecahkan masalah ilmiah dan sosial

(Bray *et al.*, 2012). Peserta didik yang mempunyai keterampilan ini akan memudahkan dalam memperoleh berbagai informasi ilmiah yang banyak, sehingga memudahkan peserta didik dalam memecahkan masalah. Keterampilan ini merupakan keterampilan sains secara keseluruhan, seperti penguasaan dalam teks ilmiah, kebutuhan untuk membaca dan memahami simbol atau bentuk representasi data ilmiah, dan menguasai struktur makalah penelitian ilmiah (Spektor-Levy *et al.*, 2009). Hasil penelitian yang dilakukan Azizah *et al.* (2021) menyebutkan penggunaan gambar visual seperti infografis membuat peserta didik memvisualisasikan gambar atau simbol yang akan membantu peserta didik dalam mengumpulkan dan memperluas informasi yang lebih informatif untuk disampaikan.

Kemampuan peserta didik dalam memvisualkan suatu gambar atau simbol merupakan salah satu indikator dari literasi visual. Hal ini menandakan literasi visual juga penting dilatihkan dan dikembangkan bersamaan dengan keterampilan komunikasi ilmiah. Literasi visual merupakan bagian dari alat komunikasi sains yang efektif (Science, 1994). Literasi visual adalah sebagai alat komunikasi dalam pembelajaran yang menggunakan gambar untuk membentuk cara berpikir dalam mendesain visual, hal ini menunjukkan bagaimana cara belajar dari gambar untuk memahami konsep, gambar, dan berpikir visual khususnya dalam sains (Güney, 2019). Artinya, gambar visual dapat membantu peserta didik dalam mengungkapkan cara berpikir dan pendapat dalam pembelajaran. Peserta didik yang memiliki literasi visual akan lebih kritis dalam menganalisis, menafsirkan, dan memahami dari apa yang dilihatnya (Damayana *et al.*, 2018; Duchak, 2014; Kędra & Žakevičiūtė, 2019).

Materi pembelajaran yang ada pada sumber belajar saat ini mulai dari buku teks, buku petunjuk tradisional, presentasi kelas, hingga teknologi yang terbaru memasukkan berbagai representasi gambar (Aulia & Pamelasari, 2016), seperti gambar, poster, iklan, ilustrasi, diagram, grafik, maupun objek bergerak. Dalam tes sains menunjukkan hampir separuh pertanyaan menyertakan grafik yang berisikan informasi-informasi penting untuk peserta didik menjawab pertanyaan

(McTigue & Amanda, 2010). Untuk itu perlu dikembangkan dan dilatihkan kemampuan literasi visual dan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik, karena kemampuan peserta didik dalam menginterpretasikan makna gambar dan juga menciptakan makna dari informasi kedalam bentuk gambar atau representasi lainnya juga perlu untuk dikomunikasikan.

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) merupakan salah satu mata pelajaran yang memerlukan visualisasi dikarenakan terdapat objek materi yang bersifat abstrak dan submikroskopis yang sulit dipahami melalui teks, topik pemisahan campuran salah satu contohnya. Campuran tersusun dari unsur, senyawa, ataupun keduanya, jika dilakukan pemisahan campuran prosesnya tidak dapat dilihat dengan kasat mata dikarenakan bentuk partikel-partikelnya yang kecil. Oleh sebab itu dalam pembelajaran diperlukan menampilkan bentuk representasi melalui gambar representasi mikroskopis yang dapat membantu untuk melatih kemampuan literasi visual dan mempermudah pemahaman konsep peserta didik (Purwati *et al.*, 2022).

Pembelajaran IPA saat ini ditekankan pada pemahaman, *skill*, dan pendidikan karakter, sehingga pembelajaran yang dikembangkan saat ini berpusat pada peserta didik atau *student centered learning*. Salah satunya upaya untuk memaksimalkan pembelajaran IPA yaitu dengan memberikan bahan ajar berupa modul yang memuat arahan-arahan sehingga dapat membantu peserta didik belajar mandiri (Purwanto *et al.*, 2020). Berdasarkan hasil survei yang dilakukan pada 39 guru IPA yang tersebar di provinsi Lampung, sebanyak 66,7% guru menggunakan buku referensi sebagai bahan ajar yang ada disekolah dikarenakan sudah tersedia dan mudah diperoleh. Sedangkan guru yang memilih bahan ajar yang digunakan berupa modul sebanyak 30,8%. Modul yang digunakan oleh guru bukan modul buatan guru sendiri tetapi dari penerbit Kemendikbud atau hasil mendownload. Keberadaan modul yang ada saat ini masih monoton, gambar yang digunakan masih statis, didalamnya dominan berisikan materi-materi, juga soal-soal latihan, dan masih sedikit menampilkan fenomena yang berkaitan dengan materi yang sedang dipelajari.

Adanya pandemi *covid-19* yang menyerang dua tahun lalu sangat berdampak di segala aspek, tak terkecuali pada proses pembelajaran. Penggunaan teknologi sangat diperhatikan dalam aspek konten dan pedagogik, bahkan terbawa sampai di *new normal* saat ini. Modul konvensional dapat diintegrasikan kedalam bentuk digital dan dibuat interaktif menjadi elektronik modul (*e-Modul*). *e-Modul* yang di dalamnya disisipi animasi *flash*, dan video interaktif membuat peserta didik semangat dalam belajar (Sintawati & Margunayasa, 2021). Penambahan gambar, animasi, audio, video, dan kuis formatif yang memberikan umpan balik secara otomatis, sehingga memungkinkan terjadinya komunikasi dua arah (Syahroni *et al.*, 2016). Namun sayangnya penggunaan *e-Modul* interaktif masih belum banyak digunakan oleh guru. Hasil survei yang dilakukan dengan angket yang disebar menunjukkan bahwa hanya 15,4% dari 39 guru yang baru menggunakan *e-Modul* yang diperoleh dari hasil mengunduh di internet. Hasil angket peserta didik juga menunjukkan bahwa 51% dari 149 peserta didik menyatakan bahwa guru belum menggunakan *e-Modul* dalam pembelajarannya. Selain itu, *e-Modul* yang digunakan guru tidak menunjukkan variasi visualisasi sehingga kurang pemahaman konsep peserta didik. Padahal modul interaktif yang dilengkapi gambar yang hidup membuat teori menjadi jelas, dan peserta didik merasa lebih semangat untuk belajar mandiri (Saidalvi, 2019).

Selain bahan ajar, salah satu model pembelajaran yang aktivitasnya mendukung peningkatan keterampilan abad 21 dan peningkatan literasi HOTS peserta didik seperti literasi visual dan komunikasi ilmiah adalah *Project Based Learning* (PjBL). Pembelajaran menggunakan PjBL meminta peserta didik untuk berkolaborasi melalui interaksi yang mendalam, melakukan penelitian dan membuat proyek. Hal ini dapat dilakukan dengan menggabungkan berbagai pengetahuan dan keterampilan peserta didik serta penggunaan teknologi yang berpengaruh pada keterampilan komunikasi dan pemecahan masalah yang kompleks (Gary, 2015). Dari masalah kompleks yang harus dipecahkan, peserta didik dapat melatih dan mengembangkan kemampuannya dengan melibatkan pengetahuan lintas disiplin yakni *science, technology, engineering, math (STEM)* untuk mencari solusi. PjBL-STEM diyakini dapat memberikan pengalaman

kontekstual dan otentik yang diperlukan oleh peserta didik untuk mempelajari dan membangun konsep yang kuat pada bidang sains, teknologi, teknik, dan matematika. Hal ini menuntut peserta didik untuk berpikir kritis dan analitis dan meningkatkan keterampilan tingkat tinggi karena dibutuhkan kolaborasi, komunikasi, pemecahan masalah, dan belajar mandiri (Capraro *et al.*, 2013). Pembelajaran dengan model ini dapat meningkatkan kemampuan literasi HOT, salah satunya literasi visual. Peserta didik diminta untuk membuat sebuah gambar visual untuk menjelaskan konsep listrik statis (Panggabean *et al.*, 2021). Peserta didik dituntut untuk menggunakan informasi yang mereka kumpulkan untuk diterapkan dalam mengembangkan model yang dirancang dengan menggunakan simbol, panah, label ataupun bentuk representasi lainnya (Li *et al.*, 2021). Aktivitas pembelajaran proyek di tahap komunikasi biasanya meminta peserta didik membuat sebuah produk untuk dibagikan ke publik yang dapat disajikan dengan berbagai bentuk artefak (Jones, 2019). Hal ini akan melatih kemampuan komunikasi ilmiah peserta didik dengan menggunakan berbagai bentuk sehingga informasi yang dibagikan tersampaikan.

Berdasarkan analisis *e-Modul* IPA materi pemisahan campuran kelas VII yang diterbitkan oleh Kemendikbud, hasilnya dalam modul ini hanya menampilkan gambar makroskopisnya saja, dan belum disajikan ke dalam gambar yang merepresentasikan gambar secara mikroskopis dari sebuah campuran dan pemisahan campuran. Pada modul materi pemisahan campuran langsung disampaikan prinsip kerja dan kegunaannya, tidak dimulai dengan gambar atau masalah, sehingga peserta didik tidak diberikan untuk menemukan konsepnya sendiri. Aktivitas dan latihan-latihan soal yang ada pada modul ini belum dirancang untuk melatih literasi visual dan keterampilan komunikasi ilmiah. Meskipun modul sudah disajikan dalam bentuk *e-Modul*, tetapi tampilannya tidak menunjukkan interaktif ketika digunakan. Dengan kata lain, *e-Modul* yang digunakan belum interaktif dan aktivitas yang ada dalam modul belum melatih literasi visual dan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik.

Berdasarkan uraian diatas maka dilakukan pengembangan *e-Modul* interaktif untuk melatih kompetensi literasi visual dan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik dan mengetahui profil kompetensi literasi visual dan keterampilan komunikasi ilmiah siswa SMP.

## **1.2 Rumusan Masalah**

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

1. Bagaimana mengembangkan *e-Modul* interaktif aktivitas PjBL-STEM untuk melatih literasi visual dan keterampilan komunikasi ilmiah yang valid ?
2. Bagaimana profil kompetensi literasi visual melalui implementasi aktivitas PjBL-STEM berbantuan *e-Modul* interaktif?
3. Bagaimana profil keterampilan komunikasi ilmiah melalui implementasi aktivitas PjBL-STEM berbantuan *e-Modul* interaktif ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dikemukakan, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mendeskripsikan validitas *e-Modul* interaktif PjBL-STEM untuk melatih kompetensi literasi visual dan keterampilan komunikasi ilmiah.
2. Mendeskripsikan profil kompetensi literasi visual melalui implementasi aktivitas PjBL-STEM berbantuan *e-Modul* interaktif.
3. Mendeskripsikan profil keterampilan melalui aktivitas implementasi aktivitas PjBL-STEM berbantuan *e-Modul* interaktif.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang dapat diperoleh pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagi peserta didik, dapat melatih kemampuan literasi visual dan komunikasi ilmiah melalui implementasi aktivitas PjBL-STEM berbantuan *e-Modul* interaktif.

2. Bagi guru, dapat menambah wawasan kepada guru terkait kompetensi literasi visual dan keterampilan komunikasi ilmiah dan memberikan strategi alternatif dalam penyusunan sumber belajar (*e-Modul*) yang dapat digunakan dalam suatu pembelajaran.
3. Bagi peneliti, memberikan wawasan dan menambah pengetahuan tentang pengembangan *e-Modul* interaktif untuk melatih kompetensi literasi visual dan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik melalui implementasi aktivitas PjBL-STEM.
4. Bagi sekolah, dapat menjadi salah satu referensi untuk meningkatkan literasi visual dan keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik sehingga dapat membantu peningkatan mutu sekolah.

### 1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup penelitian ini sebagai berikut :

1. Pengembangan *e-Modul* interaktif menggunakan desain pengembangan *e-Modul* interaktif yaitu desain penelitian pengembangan 4D (*Define, Desain, Develop, Disseminate*) (Thiagarajan, 1974). Pengembangan *e-Modul* interaktif yang dinyatakan valid akan diimplementasikan.
2. Produk *e-Modul* yang dikembangkan meliputi animasi, video, gambar, *link* pembelajaran, latihan soal dan *project* dengan menggunakan *software Canva* dan *android studio*.
3. Profil kompetensi literasi visual adalah gambaran yang menyajikan tentang kompetensi literasi visual yang mencakup mengubah informasi, penciptaan, penilaian, dan perbandingan terhadap bentuk visual seperti gambar, grafik, dan lainnya.
4. Profil keterampilan komunikasi ilmiah adalah gambaran yang menyajikan tentang keterampilan penulisan ilmiah yang berhubungan dengan pencarian dengan berbagai sumber informasi, informasi yang diperoleh relevan dan reliabel, kualitas teks, dan penggunaan representasi visual.
5. Pada penelitian ini diimplementasi aktivitas PjBL-STEM dengan berbantuan *eModul* yang sudah dikembangkan.

6. Sintak aktivitas PjBL-STEM yang digunakan pada penelitian ini yaitu *reflection, research, discovery, application, communication* (Laboy-Rush, 2011).
7. Indikator kompetensi literasi visual yang dilatihkan dalam *e-Modul* interaktif merujuk indikator literasi visual Avgerinou (2009), meliputi empat indikator yaitu: berpikir visual, visualisasi, penalaran visual, dan perbedaan visual yang diukur dengan instrumen penilaian kinerja.
8. Keterampilan komunikasi ilmiah yang dilatihkan dalam *e-Modul* interaktif ini dibatasi pada penulisan ilmiah dengan merujuk indikator komunikasi ilmiah Spektor-Levy *et al.*, (2009) yaitu: pencarian informasi, relevansi dan reliabilitas informasi, kualitas teks, dan representasi visual yang diukur menggunakan lembar penilaian.
9. Materi yang disajikan dalam *e-Modul* ini adalah materi Pemisahan Campuran di SMP Fase D, dengan capaian pembelajaran pada elemen pemahaman IPA yaitu “memecahkan masalah pencemaran air dengan memanfaatkan prinsip pemisahan campuran”.
10. Tingkat validitas produk *e-Modul* interaktif berbasis aktivitas PjBL-STEM ditinjau dari validitas isi (materi) dan desain (konstruksi) yang diukur menggunakan lembar angket. Produk dikatakan valid apabila memenuhi standar valid dengan persentase kriteria  $> 76\%$  (Arikunto, 2013).
11. Profil kompetensi literasi visual melalui implementasi aktivitas PjBL-STEM berbantuan *e-Modul* interaktif dikategorikan kedalam empat kategori yaitu: kurang ( $\leq 50\%$ ), cukup (antara  $55\%$ - $70\%$ ), tinggi ( $70\%$ -  $85\%$ ), sangat tinggi ( $85\%$ - $100\%$ ).
12. Profil keterampilan komunikasi ilmiah melalui implementasi aktivitas PjBL-STEM berbantuan *e-Modul* interaktif dikategorikan kedalam tiga kategori yaitu: rendah ( $0\%$ -  $20\%$ ), sedang ( $21\%$ - $60\%$ ), dan tinggi ( $61\%$ - $100\%$ ).

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Teori Konstruktivisme

Teori belajar konstruktivisme merupakan salah satu aliran yang berasal dari teori kognitif. Konstruktivisme adalah proses membangun dan menyusun pengetahuan baru dalam struktur kognitif peserta didik berdasarkan pengalaman (Nurfatimah, 2019). Artinya, peserta didik sebagai sebagai peserta aktif dalam proses pembelajaran yang membangun pemahaman baru berdasarkan apa yang mereka ketahui sebelumnya dan bagaimana mereka menginterpretasikan pengalaman mereka. Pendekatan dalam psikologis dan pendidikan teori konstruktivisme juga menekankan bahwa pengetahuan dan pemahaman dibangun oleh individu melalui interaksi dengan pengalaman dan lingkungan mereka (Suparlan, 2019). Teori ini menekankan bahwa belajar adalah proses pembangunan pengetahuan secara mandiri melalui interaksi dengan lingkungan.

Teori konstruktivisme di dalam bidang pendidikan terdiri dari dua aliran besar yaitu *individual cognitive constructivist theory* oleh Piaget dan *social cultural constructivist theory* oleh Vigotsky. Aliran teori pertama dikemukakan oleh seorang ahli perkembangan kognitif dari Switzerland yaitu Jean Piaget menjelaskan bahwa proses yang terjadi saat manusia belajar ada dua yaitu proses organisasi dan proses adaptasi. Proses organisasi merupakan proses ketika manusia menghubungkan informasi yang diterimanya dengan struktur-struktur pengetahuan yang sudah disimpan atau sudah ada sebelumnya dalam otak, sedangkan proses adaptasi yaitu proses yang berisi dua kegiatan yaitu asimilasi dan akomodasi (Nasir, 2022). Asimilasi terjadi ketika individu menggabungkan atau mengintegrasikan pengetahuan yang diterima oleh manusia. Sementara itu,

akomodasi terjadi ketika individu mengubah struktur pengetahuan yang sudah dimiliki dengan struktur pengetahuan baru, sehingga akan terjadi keseimbangan (*equilibrium*) (Baharuddin dalam Sunanik, 2014).

Aliran teori kedua yaitu konstruktivisme social yang dikemukakan oleh Lev Vygotsky, seorang ahli pendidikan yang berasal dari Rusia. Vygotsky menekankan pentingnya memanfaatkan lingkungan dalam pembelajaran. Lingkungan sekitar peserta didik meliputi orang-orang, kebudayaan, dan pengalaman. Pengetahuan dapat diperoleh dari antar orang lain di lingkungan karena bermula dari lingkup sosial, lalu kemudian di lingkup individu terjadi peristiwa internalisasi. Proses belajar akan efisien dan efektif apabila anak belajar secara kooperatif dengan anak-anak lainnya dalam suasana lingkungan yang mendukung, dalam bimbingan seseorang yang lebih mampu seperti guru atau orang dewasa (Tamrin *et al.*, 2011).

Berdasarkan perkembangan intelektual peserta didik, Vygotsky mengemukakan dua ide. Pertama, bahwa perkembangan intelektual peserta didik dapat dipahami hanya konteks budaya dan sejarah pengalaman siswa. Kedua, perkembangan intelektual bergantung pada sistem tanda setiap individu yang selalu berkembang. Sistem tanda ini berupa simbol-simbol yang diciptakan untuk membantu seseorang berpikir, berkomunikasi, dan memecahkan masalah (Slavin, 2019). Berkaitan dengan pembelajaran, terdapat dua konsep penting dalam teori Vygotsky, yaitu *Zone of Proximal Development* (ZPD) dan *Scaffolding* (Slavin, 2019). Konsep ZPD, perkembangan psikologi bergantung pada kekuatan sosial luar sekaligus pada kekuatan batin (*inner speech*). Vygotsky percaya bahwa belajar dimulai ketika seorang anak dalam perkembangan *zone proximal*, yaitu suatu tingkat yang dicapai oleh seorang anak ketika ia melakukan perilaku sosial. Siswa akan bekerja dalam ZPD saat siswa tidak dapat memecahkan masalah sendiri, tetapi dapat memecahkan masalah setelah mendapat bantuan orang dewasa atau temannya (*peer*). Bantuan yang diberikan agar anak mampu mengerjakan tugas-tugas yang lebih tinggi tingkat kerumitannya dari pada tingkat perkembangan kognitif anak (Wulandari, 2015). Konsep kedua yaitu *Scaffolding*

merupakan pemberian sejumlah bantuan kepada pelajar selama tahap-tahap awal pembelajaran, kemudian mengurangi bantuan dan memberikan kesempatan untuk mengambil alih tanggung jawab yang semakin besar setelah peserta didik dapat melakukannya sendiri (Slavin, 2019). *Scaffolding* merupakan bantuan yang diberikan kepada peserta didik untuk belajar dan memecahkan masalah. Skema dan internalisasi pada peserta didik tidak akan tercapai tanpa adanya *scaffolding*. Dapat dikatakan bahwa strategi *scaffolding* adalah penerapan dari ZPD artinya setiap siswa memiliki tempo perkembangannya masing-masing, sehingga guru dapat memberikan pelajaran yang sesuai dengan ZPD yang dimiliki pada masing-masing siswa (Verrawati, 2015). Strategi *scaffolding* merupakan bantuan belajar melalui pemberian kontrol secara berangsur-angsur yang dilakukan guru dalam meningkatkan penguasaan belajar siswa. Strategi ini juga bersifat temporer, artinya jika siswa sudah memiliki kemampuan untuk menyelesaikan tugas secara mandiri maka penggunaan strategi *scaffolding* akan dikurangi secara berangsur-angsur melalui alat pembelajaran yang dapat meningkatkan keterampilan siswa dalam memecahkan masalah (*problem solving*) (Bakker *et al.*, 2015).

## 2.2 Electoronic Modul (*e-Modul*)

Bahan ajar merupakan segala bentuk bahan yang membantu guru/instruktur dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar (Hall *et al.*, 1995). Bahan ajar juga dapat diartikan sebagai seperangkat materi/substansi pembelajaran (*teaching material*) yang disusun secara sistematis, menampilkan dari kompetensi yang akan dikuasai oleh peserta didik dalam pembelajaran (Hernawan *et al.*, 2008). Salah satu bentuk bahan ajar adalah modul. Modul merupakan sebuah buku yang dibuat dengan tujuan agar peserta didik dapat belajar secara mandiri tanpa atau dengan bimbingan guru. Seiring dengan perkembangan teknologi, modul yang berupa bahan ajar cetak sekarang dikemas dalam bentuk elektronik yang dapat diakses dengan bantuan komputer yang terintegrasi dengan perangkat lunak, sehingga timbul istilah baru yaitu modul elektronik (*e-Modul*).

*e-Modul* adalah modul dalam bentuk digital yang didalamnya terdapat teks, gambar atau keduanya yang berkaitan dengan materi disertai dengan simulasi yang dapat digunakan dalam pembelajaran (Herawati & Muhtadi, 2018). *e-Modul* juga merupakan bahan ajar yang dapat membantu peserta didik mengukur dan mengontrol kemampuan dan intensitas belajar peserta didik. Penggunaan modul tidak dibatasi tempat dan waktu, karena tergantung kesanggupan peserta didik dalam menggunakan modul (Laili *et al.*, 2019). Dengan demikian *e-Modul* yang dikembangkan dapat digunakan kapan saja dan dimana saja menggunakan *smartphone* yang rata-rata telah dimiliki peserta didik di era teknologi ini. *e-Modul* yang dikembangkan nantinya akan dapat digunakan oleh peserta didik menggunakan *smartphone* yang mereka miliki. Hal ini juga dipertimbangkan karena *e-Modul* yang menggunakan *smartphone* dapat menghemat pengeluaran biaya peserta didik dalam memfoto *copy* bahan belajar, serta membuat penggunaan *smartphone* dikalangan pelajar lebih bermanfaat kearah pendidikan (Laili *et al.*, 2019).

Penggunaan *e-Modul* dalam pembelajaran akan lebih menarik apabila terjadi interaksi, sehingga perlu adanya modifikasi menjadi halaman *e-Modul* interaktif yang menyisipkan gambar, grafik, video dari *youtube*, MP4, audio video, *hyperlink*, kuis, *flash*, dan lain sebagainya (Seruni *et al.*, 2020). Dengan kata lain *e-Modul* interaktif yaitu sebuah model elektronik yang menggabungkan dua arah atau lebih teks, grafik, gambar, audio, video yang sifatnya interaktif yang menimbulkan hubungan dua arah antara modul dengan penggunanya.

Adapun karakteristik dari *e-Modul* sama dengan karakteristik modul di dalam PMPTK (2008) yaitu diantaranya :

a. *Self Instructional*

Pada karakteristik *self instructional*, peserta didik menggunakan modul agar mampu belajar mandiri sehingga tidak tergantung kepada pihak lain. Untuk memenuhi karakter *self interactional* maka dalam modul harus berisi tujuan yang jelas, berisi materi pembelajaran yang dikemas secara spesifik sehingga memudahkan belajar secara tuntas, menyediakan ilustrasi yang mendukung

pemaparan materi pembelajaran, menampilkan soal latihan agar memungkinkan pengguna memberikan respon guna mengukur tingkat kemampuan, kontekstual, menggunakan bahasa yang komunikatif, terdapat *assessment*, terdapat umpan balik atas penilaian, dan tersedianya informasi mengenai rujukan yang mendukung.

b. *Self Contained*

*Self contained* merupakan seluruh materi pembelajaran dari satu kompetensi atau subkompetensi yang dipelajari terdapat di dalam satu modul secara utuh. Tujuan dari konsep ini adalah memberikan kesempatan peserta didik mempelajari materi pembelajaran secara tuntas, karena materi dikemas kedalam satu kesatuan yang utuh.

c. *Stand Alone (Berdiri Sendiri)*

*Stand alone* yaitu dimana modul yang dikembangkan tidak tergantung pada media lain atau tidak harus digunakan bersama-sama dengan media pembelajaran lain. Dengan menggunakan modul, peserta didik tidak tergantung dan harus menggunakan media yang lain untuk mempelajari dan atau mengerjakan tugas pada modul tersebut. Jika masih menggunakan dan bergantung pada media lain selain modul yang digunakan, maka media tersebut tidak dikategorikan sebagai media yang berdiri sendiri.

d. Adaptif

Modul belajar dapat dikatakan adaptif jika modul dapat menyesuaikan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta fleksibel digunakan. Dengan memperhatikan percepatan perkembangan ilmu dan teknologi pengembangan modul multimedia hendaknya tetap “*up to date*”. Modul yang adaptif adalah jika isi materi pembelajaran dapat digunakan sampai dengan kurun waktu tertentu.

e. *User Friendly*

Modul hendaknya bersahabat dengan pemakainya. Setiap instruksi dan paparan informasi yang tampil bersifat membantu dan bersahabat dengan pemakaiannya, termasuk kemudahan pemakai dalam merespon, mengakses sesuai dengan keinginan. Penggunaan bahasa yang sederhana, mudah

dimengerti serta menggunakan istilah yang umum digunakan merupakan salah satu bentuk *user friendly*.

### 2.3 PjBL-STEM

Pembelajaran PjBL-STEM berlandaskan teori belajar konstruktivisme dengan mengadopsi teori perkembangan kognitif Piaget dan konsep perkembangan proksima dan *scaffolding* Vygotsky (Siew & Ambo, 2018). PjBL merupakan pembelajaran berbasis masalah yang harus dipecahkan oleh peserta didik yang memberikan pengalaman otentik yang diperlukan peserta didik untuk membangun konsep sains, teknologi, teknik, dan matematika yang bermakna yang didukung bahasa, sosial, dan seni. PjBL-STEM membutuhkan kolaborasi, komunikasi antar teman, pemecahan masalah, dan belajar mandiri dengan berbagai aspek STEM (Capraro *et al.*, 2013). Model PjBL-STEM diharapkan peserta didik mempunyai literasi sains dan teknologi, yang ditingkatkan melalui kegiatan membaca, menulis, mengamati dan melakukan sains, serta mampu meningkatkan kompetensi yang mereka miliki untuk diterapkan saat menghadapi permasalahan dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan bidang ilmu STEM.

Pembelajaran berbasis proyek pada model PjBL-STEM merupakan model pembelajaran yang mengintegrasikan seluruh aspek dalam STEM yaitu *science, technology, engineering, mathematic*. Pertama, *science* merupakan ilmu tentang alam yang mewakili hukum alam yang berhubungan dengan fisika, kimia, biologi dan pengobatan atau aplikasi dari fakta, prinsip, konsep, dan konveksi terkait dengan disiplin ilmu tersebut. Kedua, *technology* dimana merupakan keterampilan atau sebuah sistem yang digunakan dalam mengatur masyarakat, organisasi, pengetahuan atau dapat didefinisikan sebuah produk sari ilmu pengetahuan dan teknik. Ketiga, *engineering* yang merupakan pengetahuan rekayasa dengan memanfaatkan konsep-konsep dari ilmu pengetahuan dan matematika serta alat-alat teknologi untuk memecahkan sebuah masalah. Keempat, *mathematic* yang merupakan pengetahuan yang menghubungkan antara besaran, ruang, dan angka yang membutuhkan argument logis (Parno *et al.*, 2021). Keempat bidang ilmu

tersebut dapat membuat pengetahuan menjadi lebih bermakna apabila diintegrasikan dalam proses pembelajaran. Hubungan antara sains dan teknologi maupun ilmu lain dalam pembelajaran sains tidak dapat dipisahkan. STEM merupakan disiplin ilmu yang berkaitan erat satu sama lain. Sains membutuhkan matematika untuk mengolah data, sedangkan teknologi dan teknik merupakan aplikasi dari sains (Astuti *et al.*, 2019).

Kegiatan PjBL-STEM pada umumnya melibatkan masalah atau tugas yang berada dalam konteks dunia nyata sehingga peserta didik berkesempatan meningkatkan tidak hanya kemampuan pemecahan masalah dan berpikir divergen mereka tetapi juga lebih memahami relevansi dan kebutuhan untuk kemampuan dalam akademik dan konteks dunia nyata (Bicer *et al.*, 2019). Hal ini membuat langkah awal dalam mengumpulkan dan mengintegrasikan pengetahuan baru berdasarkan pengalamannya dan beraktivitas secara nyata sehingga peserta didik dapat memecahkan permasalahan yang kompleks dengan melakukan investigasi serta memahami masalah tersebut.

PjBL-STEM juga memberikan tantangan dan motivasi bagi para peserta didik, karena hal tersebut mampu peserta didik berpikir kritis, analisis dan meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Dengan demikian perpaduan antara model PjBL dengan pendekatan STEM dapat mengoptimalkan kegiatan pembelajaran yang mendukung pencapaian keberhasilan belajar dalam penguasaan konsep dan keterampilan berpikir kritis peserta didik (Afifah *et al.*, 2019). Hasil penelitian menggunakan PjBL-STEM dapat meningkatkan efektivitas, menciptakan pembelajaran yang bermakna dan mempengaruhi sikap dalam mengejar karir masa depan, meningkatkan *self-efficacy* (Samsudin *et al.*, 2020), hasil belajar (Meita *et al.*, 2018), dan berpikir kreatif (Widyasmah *et al.*, 2020). Adapun langkah-langkah atau proses pembelajaran PjBL-STEM dalam (Laboy-Rush, 2011), yaitu:

- a. *Reflection* (Refleksi)  
Pada tahap awal mengenalkan peserta didik dalam konteks masalah dan memberikan ide hal – hal yang perlu dilakukan untuk memulai penyelidikan oleh peserta didik.
- b. *Research* (Melakukan Penyelidikan)  
*Tahap ini* berupa penelitian peserta didik, pendampingan guru, pemilihan bahan bacaan, atau metode untuk mengumpulkan informasi dan sumber yang relevan. Pada tahap ini peserta didik berkembang dari pemahaman konkrit ke abstrak tentang suatu masalah dan selama fase ini guru perlu mendampingi diskusi untuk menentukan apakah peserta didik sedang mengemabngkan pemahaman konsep yang tepat dari proyek dan konsep yang relevan.
- c. *Discovery* (Menemukan Informasi)  
Pada tahapan ini menghubungkan penelitian dan informasi yang diketahui dengan kebutuhan proyek. langkah ini adalah ketika peserta didik mulai mengambil alih proses pembelajaran dan menentukan apa yang masih belum diketahui.
- d. *Application* (Menerapkan)  
Pada tahap ini tujuannya untuk memodelkan solusi yang cukup untuk memecahkan masalah. Dalam beberapa kasus, peserta didik menguji model terhadap persyaratan, yang hasilnya mengarahkan peserta didik untuk mengulangi langkah sebelumnya.
- e. *Communication* (Mengkomunikasikan)  
Tahap terakhir dalam setiap proyek adalah mempresentasikan model dan solusi kepada rekan-rekan dan komunitas. Ini adalah langkah penting dalam proses pembelajaran karena keinginan untuk mengembangkan keterampilan komunikasi dan kolaborasi serta kemampuan untuk menerima dan menerapkan umpan balik yang konstruktif.

## 2.4 Literasi Visual

Literasi visual atau *visual literacy* didefinisikan sebagai sekelompok keterampilan yang memungkinkan individu untuk memahami dan menggunakan visualnya untuk berkomunikasi dengan orang lain (Ausburn & Ausburn, 1978). Sementara

(Bradent & Hortinf, 1982) mengartikan literasi visual adalah kemampuan untuk memahami dan menggunakan gambar. Dapat disimpulkan bahwa literasi visual mengacu pada sekelompok kemampuan yaitu kemampuan memahami, menggunakan, berfikir dan belajar dengan menggunakan gambar (Ratheeswari, 2018). Sehingga secara umum, literasi visual atau *visual literacy* dianggap sebagai pemahaman tingkat lanjut antara literasi media dan literasi teknologi, yang mengembangkan kemampuan dan kebutuhan belajar dengan memanfaatkan materi visual dan audiovisual secara kritis dan bermartabat (Setiawan & Khamadi, 2016). Tafsir terhadap materi visual yang setiap hari membanjiri masyarakat, baik dalam bentuk tercetak, di televisi maupun internet, haruslah terkelola dengan baik (Kunaed *et al.*, 2013).

Pada proses belajar, literasi visual merupakan kemampuan yang dimiliki peserta didik dalam hal berbicara, menyimak, menulis, membaca, dan berfikir. Literasi visual merupakan kemampuan untuk memahami dan menggunakan bentuk visual termasuk kemampuan untuk berfikir, belajar. Pembelajaran menggunakan literasi visual dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu (Nurannisaa, 2017):

- a. Aktivitas menjelajahi atau mendalami teks visual dengan konteks yang terjadi.
- b. Mengajarkan kode dan struktur teks untuk mendukung pembelajar menyusun teks mereka sendiri.
- c. Menggunakan serangkaian strategi untuk membaca teks visual dan dilanjutkan dengan aktivitas menulis/menggambar mengenai pemahaman yang didapatkan.
- d. Mengintegrasikan teks visual dan verbal.
- e. Menulis ulang yaitu membaca informasi dalam satu bentuk tertentu dan meringkasnya dalam bentuk lain (seperti diagram atau tabel). Aktivitas ini memerlukan pemikiran mengenai apa informasi yang ditangkap sebelum meringkasnya sebagai teks dalam bentuk visual.

Menurut Avgerinou (2009) terdapat 11 indikator dalam literasi visual (VL), dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1 Indikator Kompetensi Literasi Visual

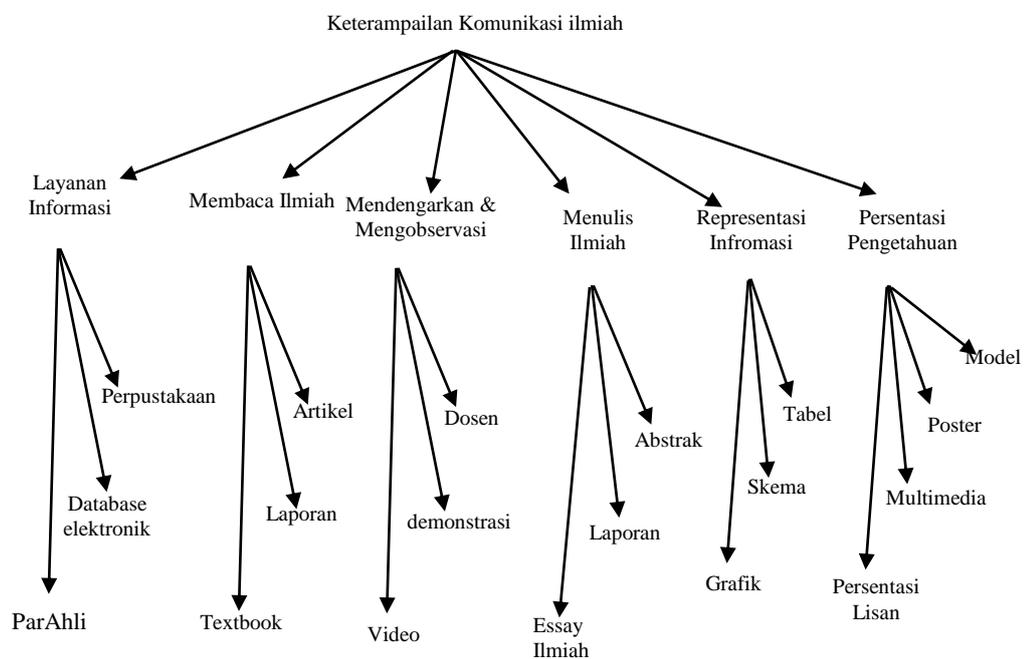
No	Kompetensi	Keterangan
1	Pengetahuan tentang kosakata visual	Pengetahuan tentang komponen dasar seperti titik, garis, bentuk-bentuk, ruang, tekstur, cahaya, warna, gerak dari bahasa visual
2	Pengetahuan tentang kaidah/ketentuan gambar	Pengetahuan tentang tanda dan simbol visual serta makna yang disetujui secara umum
3	Berpikir visual	Kemampuan untuk mengubah informasi menjadi bentuk gambar, grafik, atau bentuk lain yang membantu mengkomunikasikan informasi.
4	Visualisasi	Proses dimana gambar (visual) diciptakan
5	Penalaran visual	Berpikir logis dan koheren mengenai suatu gambar
6	Pandangan kritis	Berpikir kritis terhadap visual
7	Perbedaan visual	Kemampuan membedakan dua atau lebih bentuk visual
8	Rekonstruksi Visual	Kemampuan untuk merekonstruksi pesan visual dalam bentuk aslinya
9	Asosiasi visual	Kemampuan untuk menghubungkan gambar visual yang menampilkan kesatuan tema, juga kemampuan untuk menghubungkan pesan verbal dan representasi visual mereka (dan sebaliknya) untuk meningkatkan makna.
10	Rekonstruksi makna	Kemampuan untuk memvisualisasikan dan merekonstruksikan makna secara visual/verbal untuk melengkapi informasi yang kurang lengkap.
11	Konstruksi makna	Kemampuan untuk membangun makna dari pesan dan bukti visual yang diberikan.

## 2.5 Keterampilan Komunikasi Ilmiah

Keterampilan komunikasi merupakan keterampilan yang harus dimiliki setiap individu dalam menghadapi tantangan abad 21. Kebijakan pemerintah terkait kurikulum telah mengacu pada abad 21 yang berorientasi pada keterampilan berpikir tingkat tinggi salah satunya yaitu keterampilan berkomunikasi (Sapriadi *et al.*, 2018). Keterampilan komunikasi adalah keterampilan dalam menyampaikan atau berbagi gagasan ke orang lain tentang pengetahuan yang telah diperoleh (Kivunja, 2015). Kemampuan komunikasi juga diartikan sebagai kemampuan dalam menyampaikan dan memberi informasi serta berbicara dan menulis (McCroskey & McCroskey, 1988). Keterampilan komunikasi dapat dibagi menjadi keterampilan komunikasi lisan, tertulis dan nonverbal (Patriot *et al.*, 2018; Sapriadi *et al.*, 2018; Sarwanto, 2016).

Dalam kegiatan ilmiah dibidang sains, komunikasi merupakan bagian penting karena memungkinkan para ilmuwan berkomunikasi untuk berbagi wawasan/pengetahuan yang berkaitan dengan kegiatan ilmiah sehingga dapat dikatakan sebagai komunikasi ilmiah (*scientific communication*) (Patriot *et al.*, 2018). Komunikasi ilmiah terdiri mewakili keterampilan autentik ilmiah lainnya seperti : pencarian informasi, membaca ilmiah, mendengarkan dan mengamati, menulis ilmiah, representasi informasi, dan persentasi pengetahuan. Keterampilan ini mewakili keterampilan sains yang otentik seperti menguasai teks ilmiah, membaca dan memahami simbol – simbol ilmiah atau representasi data ilmiah (Spektor-Levy *et al.*, 2009).

Keterampilan komunikasi ilmiah ini terdiri dari keterampilan dan sub-sub keterampilan yaitu informasi retrieval, membaca ilmiah, mendengarkan dan observasi, menulis ilmiah, representasi informasi, dan pengetahuan persentasi. Adapun gambar keterampilan – keterampilan komunikasi ilmiah dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Keterampilan Komunikasi Ilmiah dan Sub Keterampilannya.

Dalam penelitian ini, peneliti membatasi keterampilan komunikasi ilmiah pada keterampilan menulis ilmiah. Adapun indikator keterampilan menulis ilmiah berdasarkan (Spektor-Levy *et al.*, 2009) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Indikator keterampilan menulis ilmiah

Indikator	Kriteria
Pencarian informasi	Peserta didik mengumpulkan informasi dari berbagai sumber
Relevan dan reliabel	Peserta didik memilih informasi yang relevan yang reliabel dan profesional
Kualitas teks	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peserta didik menulis kalimat yang jelas dan bisa dipahami</li> <li>- Peserta didik menulis dengan kalimat sendiri</li> <li>- Tidak lebih dari tiga paragraf.</li> </ul>
Representasi visual	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peserta didik menggunakan visual yang menampilkan data</li> <li>- Peserta didik menggunakan visual yang benar secara ilmiah</li> <li>- Peserta didik menampilkan desain ilustrasi yang jelas dan bagus</li> </ul>

Komunikasi ilmiah digunakan untuk menghantarkan gagasan, ide, pendapat, proses sebuah kegiatan, hasil simpulan dan rekomendasi kepada penerima. melalui komunikasi ilmiah peserta didik mengkomunikasikan pengetahuan ilmiahnya berdasarkan temuan dan kajiannya kepada peserta didik lainnya (Sarwanto, 2016). Selain itu keterampilan komunikasi ilmiah ini dalam pembelajaran IPA dapat dikembangkan dengan mengoptimalkan penggunaan media riil atau pun simulasi. Pembelajaran dengan multipersentasi akan melatih mereka dalam keterampilan komunikasi mereka (Patriot *et al.*, 2018).

## 2.6 Penelitian Pendukung

Berbagai penelitian terdahulu telah dilakukan terkait pengembangan *e-Modul* interaktif dalam pembelajaran. Adapun hasil penelitian menunjukkan di kelas kontrol dan eksperimen, dijabarkan kedalam

Tabel 3. Penelitian sebelum yang mendukung pengembangan *e-Modul* interaktif

No	Nama Peneliti	Hasil Penelitian
1	Sintawati & Margunayasa, (2021)	<i>e-Modul</i> interaktif yang dikembangkan pada mata pelajaran sub tema 1-6 memiliki tampilan dan kuitas yang baik, mudah digunakan. <i>e-Modul</i> interaktif ini dapat membantu guru dalam mengajar dan memungkinkan peserta didik terlibat aktif

Tabel 3. Lanjutan

		dalam proses pembelajaran sehingga menjadi lebih bermakna.
2	Seruni <i>et al.</i> , (2020)	Implementasi <i>e</i> -Modul pada materi metabolisme lipid melalui pembelajaran berbasis masalah mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik
3	Agung <i>et al.</i> , (2022)	Efektivitas <i>e</i> -Modul dengan model STEM-PjBL berorientasi pendidikan karakter menunjukkan terjadi peningkatan hasil belajar peserta didik
4	Baran <i>et al.</i> , (2021)	Setelah implementasi PjB-STEM, hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan pada keterampilan abad 21 seperti tingkat kerja sama dan tingkat kepekaan. Hasil menunjukkan terdapat dampak positif pada keterampilan komunikasi, kolaborasi, pemecahan masalah, kreativitas, berpikir kritis, tanggung jawab, dan literasi teknologi informasi
5	Muamala & Wulandari, (2023)	Hasil menunjukkan bahwa profi keterampilan ilmiah lisan siswa mampu menyampaikan pendapat argumen didepan kelas tetapi rasa kurang percaya diri dan mampu mnejawab pertanyaan dengan bahasa yang mudah dipahami. Keterampilan komunikasi ilmiah tulisan siswa mampu menyusun laporan secara sistematis, seperti menulis latar belakang dan tujuan percobaan dengan tepat dan jelas, siswa mampu menuliskan prosedur secara sistematis, siswa mampu menuliskan kesimpulan berdasarkan tujuan percobaan denan benar. Pada keterampilan kolaborasi siswa mampu berkontribusi dengan baik, bekerja sama serta memiliki tanggung jawab atas tugasnya, menghargai pendapat orang lain, menyampaikan ide-ide yang positif dan saling bertukar sudut pandang.

## 2.7 Kerangka Pemikiran

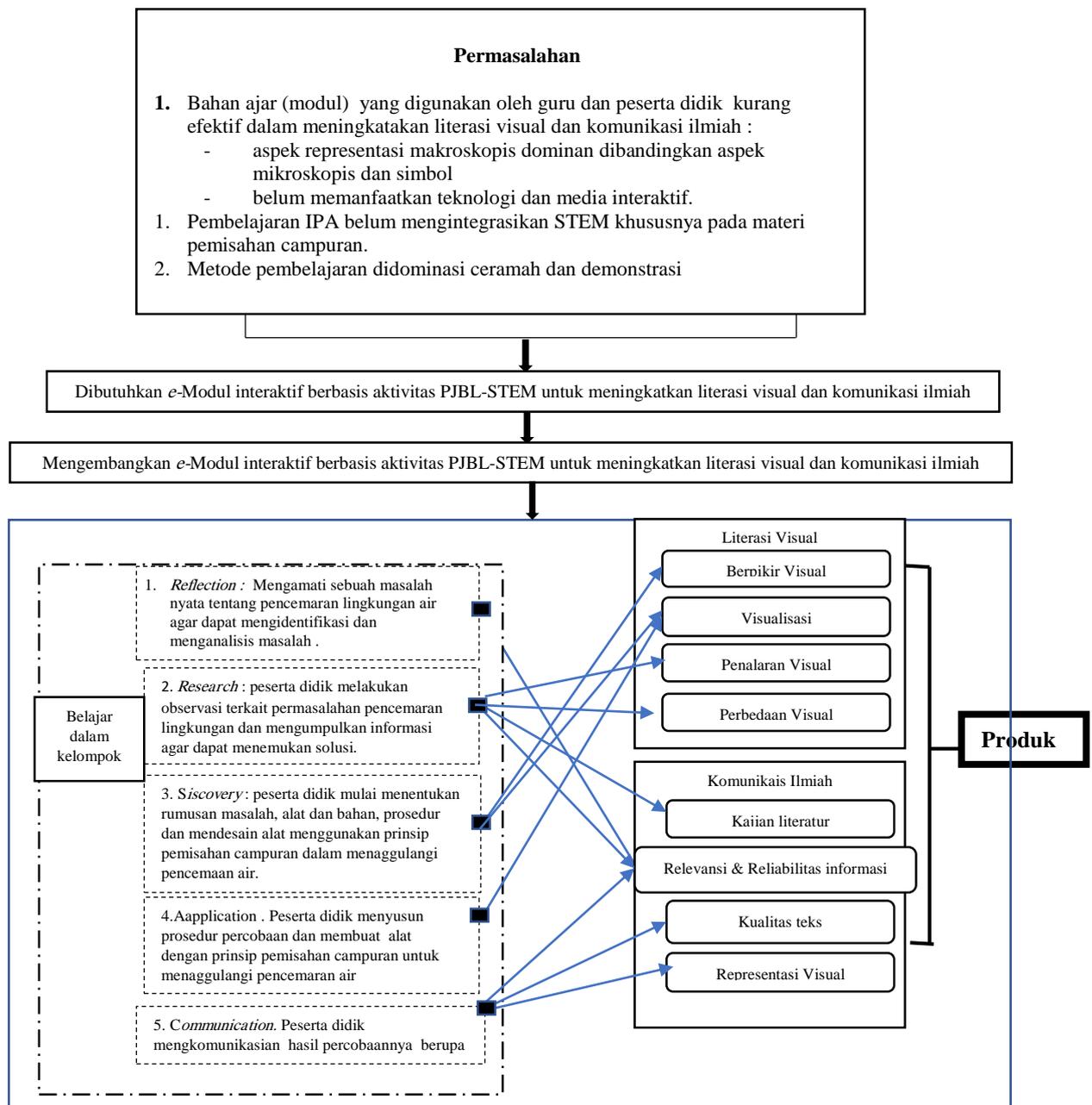
Literasi visual dan keterampilan komunikasi ilmiah sangat penting bagi peserta didik dalam menghadapi era digitalisasi dan informasi saat ini yang penuh dengan gambar visual dan informasi yang tersebar luas. Peserta didik yang memiliki literasi visual baik maka peserta didik dapat menginterpretasikan, menganalisis, dan membuat gambar dengan tepat sedangkan peserta didik dengan keterampilan komunikasi ilmiah yang baik peserta didik dapat menyampakan informasi secara efektif dan jelas. Namun sayang bahan ajar salah satunya modul yang ada saat ini masih kurang dalam memfasilitasi pengembangan keterampilan tersebut. Hal ini

disebabkan karena modul yang dipakai kurang menarik dan belum memanfaatkan teknologi dan media interaktif, serta modul yang digunakan guru dan peserta didik sedikit menekankan pada aspek mikroskopis dan simbol.

Dalam mengajarkan IPA, khususnya materi pemisahan campuran guru masih mengajarkan secara terpisah, dan belum mengintegrasikan konsep sains dengan teknologi dan matematika. Materi ini masih diajarkan dengan metode ceramah atau pun demonstrasi oleh guru. Metode ini tidak cukup untuk memastikan apakah peserta didik memahami pemisahan campuran. Selain itu, materi pemisahan campuran penting dipahami oleh peserta didik karena konsep materi ini dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari dan juga dapat dijadikan mencari solusi untuk permasalahan campuran.

Salah satu model pembelajaran yang mampu melatih literasi visual adalah *Project Based Learning* terintegrasi STEM (PjBL-STEM). Melalui aktivitas PjBL-STEM dapat melatih peserta didik pada indikator berpikir visual, peserta didik menggunakan informasi yang telah dikumpulkan, lalu menggambar rancangannya dengan menggunakan gambar, simbol, panah, dan bentuk representasi lainnya. Aktivitas PjBL-STEM juga akan melatih keterampilan komunikasi ilmiah karena peserta didik berkolaborasi dalam proyek yang melibatkan berbagai tahap termasuk tahap penelitian dan persentasi. Peserta didik akan mencari informasi dari sumber-sumber yang terpercaya, dan mengevaluasi kebenarannya.

Untuk menerapkan pembelajaran PjBL-STEM dapat dikemas kedalam bentuk *e-Modul* interaktif dengan menambahkan gambar, video, animasi dan bentuk representatif lainnya sehingga diharapkan peserta didik lebih tertarik. Maka melalui *e-Modul* interaktif berbasis PjBL-STEM dapat meningkatkan literasi visual dan keterampilan komunikasi ilmiah. Secara singkat kerangka pemikiran dijelaskan pada Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Kerangka pemikiran

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Desain dan Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian *Research and Development (R&D)*. Penelitian *Research and Development (R&D)* yang bertujuan mengembangkan *e-Modul* interaktif untuk melatih kompetensi literasi visual dan keterampilan komunikasi ilmiah siswa melalui implementasi aktivitas PjBL-STEM. Desain penelitian mengacu pada model pengembangan 4-*D* (Thiagarajan, 1974) yang terdiri dari empat tahapan yaitu: *Define* (pendefinisian), *design* (perancangan), *develop* (pengembangan), *disseminate* (penyebaran). Pada penelitian ini dilakukan 3 tahap pengembangan 4-*D*, yaitu pendefinisian, perancangan, dan pengembangan. Selanjutnya dilakukan deskripsi mengenai penerapan *e-Modul* interaktif melalui implementasi aktivitas PjBL-STEM untuk melatih literasi visual dan keterampilan komunikasi ilmiah siswa. Adapun tahapan penelitian ini yaitu:

##### 3.1.1 Tahap *Define* (Pendefinisian)

Pada tahap ini bertujuan untuk menentukan dan mendefinisikan kebutuhan dalam pengembangan *e-Modul* interaktif untuk melatih kompetensi literasi visual dan keterampilan komunikasi ilmiah siswa melalui implementasi aktivitas PjBL-STEM. Pada tahap ini aktivitas yang dilakukan yaitu :

###### 3.1.1.1 Studi pustaka

Pada analisis awal dilakukan studi pustaka bertujuan untuk memperoleh informasi yang berkaitan dengan pengembangan *e-Modul* interaktif. Penelitian ini mengkaji

terhadap penelitian yang terkait dengan bahan ajar *e-Modul*, literasi visual, keterampilan komunikasi ilmiah siswa, dan penerapan pembelajaran PjBL-STEM pada materi pemisahan campuran, serta analisis terhadap capaian pembelajaran.

#### 3.1.1.2 Studi lapangan

Pada tahap ini juga dilakukan untuk mengumpulkan informasi terkait penggunaan *e-Modul* interaktif, penerapan model pembelajaran yang digunakan oleh guru, pengetahuan wawasan guru tentang model PjBL-STEM, serta menggali informasi dari siswa terkait pelaksanaan pembelajaran yang dilakukan oleh guru dikelas pada materi pemisahan campuran, serta kemampuan kompetensi literasi visual dan keterampilan komunikasi ilmiah. Studi lapangan dilakukan dengan menyebar angket melalui *Google Form* kepada 39 guru IPA dan siswa 149 siswa SMP di kabupaten /kota di Provinsi Lampung. Hasil yang diperoleh dari angket guru dan siswa akan dianalisis, dideskripsikan dalam bentuk persentase.

#### 3.1.1.3 Perumusan tujuan pembelajaran

Pada tahap ini dilakukan untuk merumuskan tujuan pembelajaran berdasarkan hasil analisis capaian pembelajaran. Tujuan pembelajaran yang telah dirumuskan menjadi dasar dalam menyusun perangkat pembelajaran.

### 3.1.2 Tahap *Design* (Perancangan)

Tahap ini dilakukan perancangan *e-Modul* interaktif untuk melatih kompetensi literasi visual dan komunikasi ilmiah, meliputi: Penyusunan instrumen penilaian *performance*, pemilihan media, pemilihan format, dan desain awal. Adapun tahapan perancangan *e-Modul* interaktif sebagai berikut :

#### 3.1.2.1 Penyusunan Instrumen

Pada tahap ini dilakukan dua aktivitas yaitu penyusunan instrumen penilaian *performance* peserta didik dengan mengacu pada indikator literasi visual, dan penyusunan lembar penilaian dengan mempertimbangkan indikator keterampilan komunikasi ilmiah.

### 3.1.2.2 Pemilihan media

Pemilihan media dilakukan untuk memilih media pembelajaran yang tepat untuk penyajian konten yang disesuaikan dengan karakteristik materi. Adapun media yang digunakan pada produk *e-Modul* interaktif ini yaitu media *android*.

### 3.1.2.3 Pemilihan format

Pemilihan format bertujuan untuk mendesai atau merancang produk yang akan dikembangkan. Pemilihan format *e-Modul* interaktif yang dikembangkan merujuk pada Depdiknas (2008).

### 3.1.2.4 Desain awal

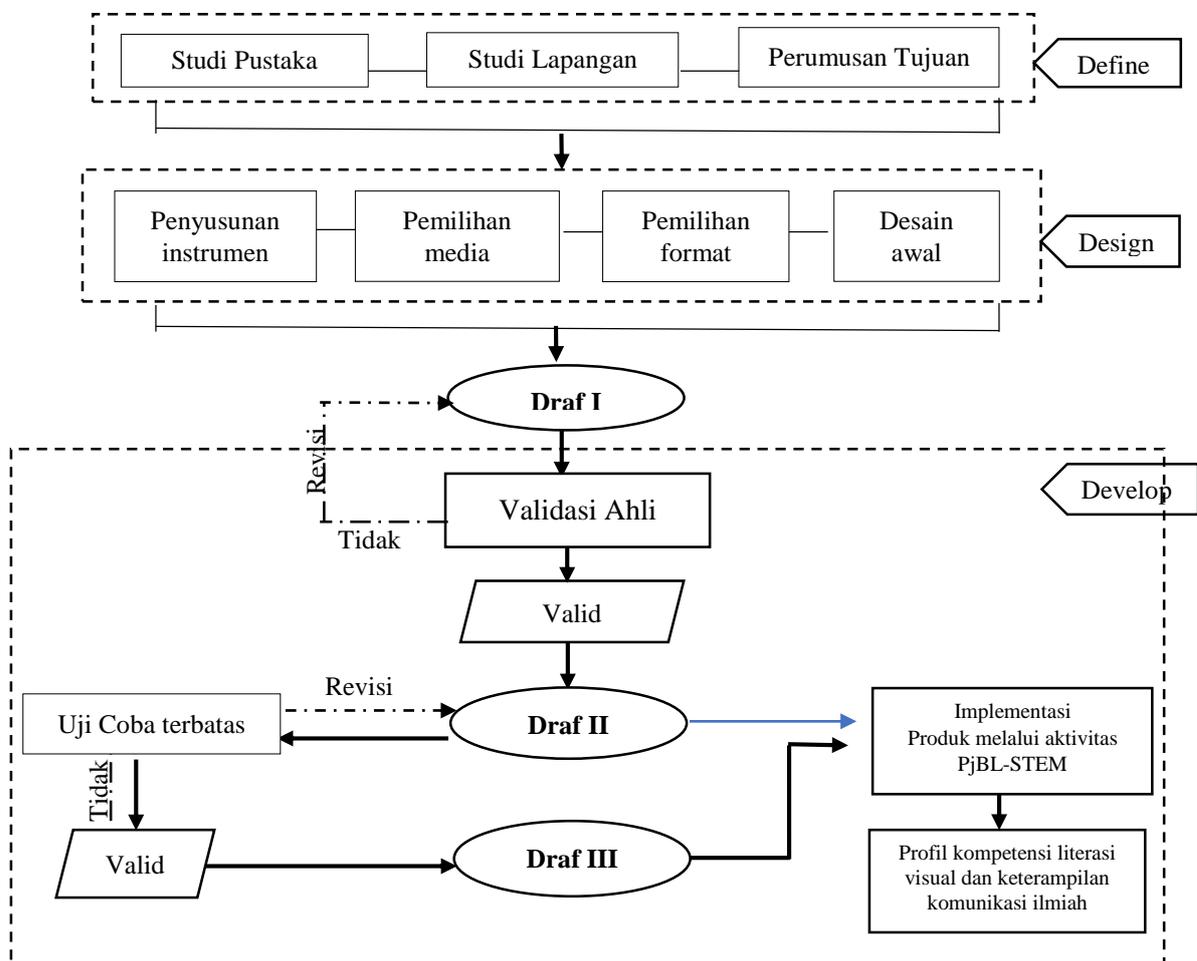
Dalam tahap ini bertujuan untuk membuat rancangan awal *e-Modul* interaktif untuk melatih kompetensi literasi visual dan keterampilan komunikasi ilmiah melalui implementasi aktivitas PjBL-STEM. Rancangan awal ini dikonsultasikan kepada pembimbing dan hasil rancangan awal disebut draf I

## 3.1.3 Tahap *Develop* (Pengembangan)

Tahap *develop* bertujuan untuk menghasilkan produk *e-Modul* interaktif untuk melatih kompetensi literasi visual dan keterampilan komunikasi ilmiah melalui implementasi aktivitas PjBL-STEM. Adapun aktivitas peneliti pada tahap ini yaitu uji validasi ahli dan praktisi. Tahap uji validitas dilakukan untuk memvalidasi atau menilai kelayakan rancangan produk peneliti berupa *e-Modul* interaktif untuk melatih kompetensi literasi visual dan keterampilan komunikasi ilmiah oleh dua orang ahli dalam bidangnya serta dua orang praktisi. Penilaian ahli terhadap produk *e-Modul* interaktif dilihat dari aspek kesesuaian isi dan konstruksi. Jika hasil analisis menyatakan bahwa valid dan layak tanpa revisi maka penelitian dilanjutkan pada tahap uji coba produk *e-Modul* interaktif melalui implementasi aktivitas PjBL-STEM. Jika valid dan layak dengan revisi maka akan dilakukan perbaikan dan revisi berdasarkan saran/masukan dari ahli sehingga dihasilkan produk yang baik. Draft *e-Modul* interaktif setelah direvisi berdasarkan masukan dari ahli disebut sebagai Draft II.

Tahap pengembangan cukup sampai di uji validitas oleh ahli dan praktisi. Pada aktivitas ini produk pengembangan *e-Modul* interaktif untuk melatih kompetensi literasi visual dan keterampilan komunikasi ilmiah yang telah divalidasi oleh ahli dan praktisi maka dilanjutkan penggambaran profil kompetensi literasi visual dan keterampilan komunikasi ilmiah melalui implementasi aktivitas PjBL-STEM berbantuan *e-Modul* interaktif yang sudah dikembangkan.

Adapun alur penelitian ini dapat digambarkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Alur penelitian pengembangan *e-Modul* interaktif untuk melatih kompetensi literasi visual dan komunikasi ilmiah

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

Subyek pada penelitian pengembangan adalah *e-Modul* interaktif untuk melatih kompetensi literasi visual dan keterampilan komunikasi ilmiah melalui implementasi aktivitas PjBL-STEM. Subyek implementasi yakni peserta didik Kelas VIII A SMP IT Bina Insani yang ditentukan dengan menggunakan teknik *purposive sampling* dengan berdasarkan kriteria atau informasi yang dari guru yang telah mengajar disekolah tersebut.

### **3.3 Instrumen Penelitian**

Instrumen yang digunakan pada penelitian pengembangan ini terdiri dari angket analisis kebutuhan guru dan siswa, lembar penilaian validasi ahli dan praktisi, instrumen penilaian kinerja untuk melihat profil kompetensi literasi visual, dan lembar penilaian untuk melihat profil keterampilan komunikasi ilmiah. Adapun rincian instrumen yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

#### **3.3.1 Instrumen studi pendahuluan**

Pada tahap awal digunakan instrumen berupa angket analisis kebutuhan pengembangan produk *e-Modul* interaktif diperuntukkan bagi guru dan peserta didik berupa angket respon guru dan peserta didik. Tujuan dari angket respon guru dan peserta didik untuk mengetahui fakta-fakta yang ada dilapangan terkait penggunaan sumber belajar khususnya penggunaan *e-Modul* interaktif dalam proses pembelajaran, wawasan guru mengenai pembelajaran berbasis aktivitas PjBL-STEM. Instrumen terdiri dari 17 pertanyaan tertutup dan terbuka, sedangkan angket peserta didik terdiri dari 12 pertanyaan tertutup.

#### **3.3.2 Instrumen validasi produk**

Instrumen validasi produk yang digunakan oleh ahli dan praktisi untuk memvalidasi dari aspek kesesuaian isi dan konstruksi terhadap *e-Modul* interaktif yang telah dikembangkan. Angket berisi pertanyaan-pertanyaan tertutup dan penskoran menggunakan skala likert. Pengisian lembar validasi ahli

dilakukan dengan memberi tanda *check list* (√) pada kolom yang tersedia. Berikut isi angket isi dan konstruksi :

#### 3.3.2.1 Angket validasi aspek kesesuaian isi

Angket ini berisi validasi produk berupa kesesuaian tujuan pembelajaran, kesesuaian dengan aktivitas Pjbl-STEM, kesesuaian indikator literasi visual, dan komunikasi ilmiah. Angket ini dilengkapi kolom saran, dimana validator dapat menuliskan saran atau masukan guna perbaikan produk.

#### 3.3.2.2 Angket validasi aspek kesesuaian konstruksi

Angket validasi yang berisikan kesesuaian konstruksi e-Modul yang telah dikembangkan dengan aktivitas PjBL-STEM, mengetahui kesesuaian e-Modul dengan struktur e-Modul yang baik, dan mengetahui apakah e-Modul yang dikembangkan sudah melatih kompetensi literasi visual dan komunikasi ilmiah. Instrumen ini juga dilengkapi dengan kolom saran di mana validator dapat menuliskan saran/masukan guna perbaikan produk.

### **3.3.3 Instrumen penilain kinerja kompetensi literasi visual**

Instrumen ini terdiri dari penilaian kinerja peserta didik saat pembelajaran berlangsung dengan menggunakan aktivitas PjBL-STEM berbantuan e-Modul interaktif yang disesuaikan dengan indikator kompetensi literasi visual menurut Avgerinou, (2009).

### **3.3.4 Instrumen penilaian keterampilan komunikasi ilmiah**

Instrumen yang digunakan untuk mengukur keterampilan komunikasi ilmiah adalah lembar rubrik keterampilan komunikasi ilmiah yang dilihat dari kemampuan menulis ilmiah dengan membuat sebuah laporan yang disesuaikan dengan indikator keterampilan komunikasi ilmiah menurut Spektor-Levy *et al.*, (2009).

### 3.4 Ringkasan Rubrik Metode Penelitian

Tabel 4 merupakan ringkasan metode penelitian dari langkah-langkah pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

Tabel 4. Ringkasan metode penelitian

No	Data	Instrumen	Sumber Data	Analisis Data
1.	Validasi	Angket validasi ahli : - Aspek konstruk - Aspek isi	Validator ahli & Praktisi	Deskriptif kuantitatif
2.	Kompetensi Literasi visual	Instrumen penilaian Kinerja	Peserta didik	Deskriptif kuantitatif
3.	Keterampilan komunikasi ilmiah	Rubrik keterampilan komunikasi ilmiah	Peserta didik	Deskriptif kuantitatif

### 3.5 Teknik Analisis Data

Adapun teknik- teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut :

#### 3.5.1 Teknik analisis data studi pendahuluan

Analisis terhadap angket analisis kebutuhan guru dan peserta didik yang dideskripsikan dalam bentuk persentase, kemudian dianalisis atau diinterpretasikan secara kualitatif dan deskriptif. Teknik analisis data angket analisis kebutuhan dilakukan dengan cara :

1. Mengelompokkan jawaban berdasarkan pertanyaan angket.
2. Memberikan skor pada setiap jawaban sesuai dengan kriteria penskoran.
3. Menghitung jumlah skor jawaban setiap pertanyaan.
4. Menghitung persentase skor, rumus yang digunakan untuk menghitung persentase skor setiap item adalah sebagai berikut:

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

(Sudjana, 2005)

Keterangan :

- $\% J_{in}$  = Persentase pilihan jawaban-i  
 $\sum J_i$  = Jumlah responden yang menjawab jawaban-i  
 $N$  = Jumlah seluruh responden

5. Menjelaskan hasil penafsiran presentase jawaban responden dalam bentuk deskriptif naratif.

### 3.5.2 Teknik analisis data validitas produk

Analisis data angket validasi ahli meliputi kesesuaian isi dengan karakteristik *e-Modul* dan indikator kompetensi literasi visual dan keterampilan komunikasi ilmiah, kontruksi dan keterbacaan terhadap *e-Modul* interaktif yang dikembangkan. Kegiatan analisis hasil data angket terhadap *e-Modul* interaktif yang dikembangkan dilakukan dengan cara , sebagai berikut :

1. Mengelompokkan jawaban berdasarkan pertanyaan angket.
2. Memberi skor pada jawaban responden. Penskoran jawaban responden dalam angket dilakukan berdasarkan skala *Likert* yang terdapat pada Tabel 5 .

Tabel 5.Penskoran pada angket berdasarkan skala Likert

No.	Pilihan jawaban	Skor
1.	Sangat Sesuai (SS)	5
2.	Sesuai (S)	4
3.	Kurang Sesuai (KS)	3
4.	Tidak Sesuai (TS)	2
5.	Sangat Tidak Setuju (STS)	1

3. Menghitung persentase skor jawaban angket pada setiap pertanyaan dengan menggunakan rumus:

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

(Sudjana, 2005)

Keterangan:

- $\% X_{in}$  = Persentase jawaban responden pada angket  
 $\sum S$  = Jumlah skor jawaban  
 $S_{maks}$  = Skor maksimum yang diharapkan

4. Menghitung rata-rata persentase skor jawaban setiap angket untuk mengetahui tingkat kesesuaian isi dan konstruksi *e*-Modul yang dikembangkan dengan rumus sebagai berikut:

$$\%Xi = \frac{\sum \%X_{in}}{n} \times 100\%$$

(Sudjana, 2005)

Keterangan:

$\%Xi$  = rata-rata persentase jumlah terhadap pernyataan pada angket

$\sum \%X_{in}$  = jumlah persentase jawaban terhadap semua pernyataan pada angket

$n$  = jumlah pernyataan pada angket

5. Menafsirkan rata-rata persentase angket dengan menggunakan tafsiran (Arikunto, 2013) berdasarkan Tabel 6.

Tabel 6. Tafsiran persentase angket

Persentase	Kriteria
80,1% - 100%	Sangat Tinggi
60,1% - 80%	Tinggi
40,1% - 60%	Sedang
20,1% - 40%	Rendah
1,0% - 20%	Sangat Rendah

6. Menafsirkan kriteria validasi analisis persentase produk yang diberikan ahli dengan menggunakan tafsiran Arikunto (2013) berdasarkan Tabel 7.

Tabel 7. Kriteria validasi analisis persentase

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

### 3.5.3 Teknik Analisis Data Profil Kompetensi Literasi Visual dan Keterampilan Komunikasi Ilmiah

Analisis data penelitian ini dilakukan dengan pengolahan data berupa angka dari hasil penilaian kinerja peserta didik menggunakan metode statistik deskriptif.

Adapun teknik analisis data untuk profil kompetensi literasi visual dan keterampilan komunikasi ilmiah adalah sebagai berikut :

### 3.5.3.1 Teknik analisis data kompetensi literasi visual

Analisis data yang digunakan untuk mengetahui mengukur kompetensi literasi visual setelah dilakukan implementasi aktivitas PjBL-STEM berbantuan *e-Modul* interaktif dilihat dari penilaian lembar kinerja peserta didik. Analisis kemampuan literasi visual peserta didik diukur menggunakan indikator kompetensi literasi visual yaitu: 1) berpikir visual, 2) visualisasi, 3) penalaran visual, 4) perbedaan visual. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam proses penganalisisan data lembar kinerja yaitu :

#### 1. Memberi skor

Jawaban dari peserta didik pada lembar kinerja siswa dikoreksi jawabannya yang pada akhirnya akan diberi skor sesuai dengan jawaban peserta didik.

#### 2. Membuat tabulasi

Skor yang telah didapatkan dari jawaban peserta didik selanjutnya dipindahkan kedalam format yang lebih rapih dan dirigakas dengan memasukkan kedalam bentuk tabel dengan menggunakan *Microsoft excel*. Hal ini membantu proses penjumlahan skor pada setiap indikatro menjadi lebih mudah .

#### 3. Representasi Skor

Skor yang telah dipindahkan dalam bentuk tabulasi sekanjutnya diproses menjadi nilai yang akan merepresentasikan kemampuan literasi visual peserta didik baik secara umum dan perindikator. Tahap analisis data digunakan *Microsoft excel*. Adapun rumus yang digunakan untuk menentukan nilai skor yaitu :

$$\text{Nilai} = \frac{R}{SM} \times 100$$

Keterangan :

R : Skor mentah  
 SM : Skor maksimum  
 100 : Bilangan tetap

#### 4. Pengkatagorian

Nilai peserta didik yang diperoleh menggunakan aplikasi *Microsoft excel* secara keseluruhan dan perindikator dikategorikan kedalam tabel pengkatagorian literasi visual pada Tabel 8 sebagai berikut :

Tabel 8. Pengkategorian Kompetensi Literasi Visual

Rentang Nilai	Kategori Kompetensi Literasi Visual
$\leq 50$	Kurang
$55 \geq \text{Nilai} \leq 70$	Cukup
$70 \geq \text{Nilai} \leq 85$	Tinggi
$85 > \text{Nilai} \leq 100$	Sangat tinggi

### 3.5.3.2 Teknik analisis data keterampilan komunikasi ilmiah

Analisis data keterampilan komunikasi ilmiah diperoleh melalui lembar penilaian menulis ilmiah. Berikut merupakan langkah-langkah teknik analisis data hasil lembar rubrik terhadap keterampilan komunikasi ilmiah peserta didik yaitu memberi skor pada setiap pernyataan sesuai dengan kriteria rubrik. Rentang skor pada rubrik penilaian kinerja ini yaitu 1,3,dan 5. Jawaban yang paling sempurna diberi skor 5 dan kinerja yang sangat kurang diberi skor 1. Berikut penghitungan skor jawaban peserta didik:

1. Respon kinerja peserta didik pada setiap soal diberikan skor sesuai kriteria pada rubrik kinerja (1, 3, atau 5).
2. Seluruh skor yang diperoleh peserta didik pada setiap soal dijumlahkan.
3. Total skor yang diperoleh peserta didik kemudian dibagi dengan total skori deal (total skor ideal diperoleh dengan cara mengalikan skor jawaban sempurna atau 5 dengan jumlah task yang ada pada penilaian kinerja).
4. Hasil pembagian total skor jawaban peserta didik dengan total skor ideal selanjutnya dikali 100, hasil akhir tersebut merupakan nilai yang didapat peserta didik.

$$\text{Nilai Peserta didik} = \frac{\text{Jumlah score yang diperoleh}}{\text{Jumlah score maksimal}} \times 100$$

5. Berdasarkan hasil persentase yang diperoleh, kemudian hasilnya dikategorikan ke dalam kriteria menurut Arikunto (2013), sebagai berikut :

Tabel 9. Kriteria Komunikasi Ilmiah

Rentang Nilai	Kategori Keterampilan Komunikasi Ilmiah
$0 \geq \text{Nilai} \leq 20$	Rendah
$21 \geq \text{Nilai} \leq 60$	Sedang
$61 \geq \text{Nilai} \leq 100$	Tinggi

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Produk *e-Modul* interaktif untuk melatih kompetensi literasi visual dan keterampilan komunikasi ilmiah siswa SMP dinyatakan valid dengan hasil rata-rata persentase validasi ahli sebesar 77,92%. dengan kriteria tinggi dan rata-rata persentase validasi praktik sebesar 88,37% dengan kriteria sangat tinggi.
2. Profil kompetensi literasi visual melalui implementasi aktivitas PjBL-STEM berbantuan *e-Modul* interaktif yang memperoleh persentase tertinggi dengan kriteria sangat baik ditunjukkan pada indikator visualisasi yaitu sebesar 57,14%.
3. Profil keterampilan komunikasi ilmiah melalui implementasi aktivitas PjBL-STEM berbantuan *e-Modul* interaktif yang memperoleh persentase tertinggi dengan kriteria tinggi ditunjukkan pada indikator kanjian literatur yaitu 71,44%.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini yang telah dilaksanakan, peneliti memberikan saran sebagai berikut :

1. Dalam pengembangan *e-Modul* interaktif untuk melatih kompetensi literasi visual dan keterampilan ilmiah hanya terbatas pada materi pemisahan campuran, sehingga diharapkan penelitian lain melakukan pengembangan

untuk materi yang lain karena masih ada materi IPA yang bisa diterapkan untuk mengukur kompetensi literasi visual dan komunikasi ilmiah.

2. Dalam pengembangan e-Modul interaktif perlu memperhatikan ketersediaan fasilitas penunjang seperti smarthphone serta jaringan internet, karena produk yang dikembangkan digunakan oleh peserta didik untuk membantu mempersiapkan dirinya sebelum memasuki kegiatan pembelajaran.
3. Berdasarkan data hasil analisis kompetensi literasi visual dan keterampilan komunikasi ilmiah masih terdapat indikator yang belum maksimal terlatih melalui implementasi aktivitas PjBL-STEM berbantuan *e-Modul* interaktif dikarenakan waktu pelaksanaan yang terbatas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, A. N., Ilmiyati, N., & Toto. (2019). Model PjBL Berbasis STEM Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Keterampilan Berpikir Siswa. *Jurnal Quangga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi*, 11(2), 73–78.  
<https://doi.org/10.25134/quagga.v11i2.1910>.Received.
- Agung, I. D. G., Suardana, I. N., & Rapi, N. K. (2022). E-Modul IPA dengan Model STEM-PjBL Berorientasi Pendidikan Karakter untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Imiah Pendidikan Dan Pembelajaran*, 6(1), 120.  
<https://doi.org/10.23887/jipp.v6i1.42657>
- Akbar, P., Hamid, A., Bernard, M., & Sugandi, A. I. (2017). Analisis kemampuan pemecahan masalah dan disposisi matematik siswa kelas XI SMA Putra Juang dalam materi peluang [Analysis of problem-solving abilities and mathematical dispositions of class XI SMA Putra Juang in the matter of opportunities]. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(1), 144–153.
- Alpusari, M., Mulyani, E. A., Putra, Z. H., Widyanthi, A., & Hermita, N. (2019). Identifying Students' Scientific Communication Skills on Vertebrata Organs. *Journal of Physics: Conference Series*, 1351(1).  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1351/1/012070>
- Arikunto, 2013. *Prosedur penelitian suatu pendekatan praktik*. Rineka Cipta.
- Asri, A. S. T., & Dwiningsih, K. (2022). Validitas E-Modul Interaktif sebagai Media Pembelajaran untuk Melatih Kecerdasan Visual Spasial pada Materi Ikatan Kovalen. *PENDIPA Journal of Science Education*, 6(2), 465–473.  
<https://doi.org/10.33369/pendipa.6.2.465-473>
- Astuti, I. D., Toto, & Yulisma, L. (2019). Model Project Based Learning ( Pjbl ) Terintegrasi Stem Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep. *Jurnal Quangga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi*, 11(2), 93–98.  
<https://doi.org/10.25134/quagga.v11i2.1915>.Received
- Aulia, L. S., & Pamelasari, S. D. (2016). Developing Visual Literacy through Drawing to Improve Students'™ Concept Understanding of Science Material. *Proceeding of ICMSE, 2016(Icmse)*.

<https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/icmse/article/view/13403%0Ahttps://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/icmse/article/download/13403/7388>

- Ausburn, L. J., & Ausburn, F. B. (1978). Visual Literacy: Background, Theory and Practice. *Programmed Learning and Educational Technology*, 15(4), 291–297. <https://doi.org/10.1080/0033039780150405>
- Avgerinou, M. D. (2009). Re-viewing visual literacy in the “bain d’ images” era.” *TechTrends*, 53(2), 28–34. <https://doi.org/10.1007/s11528-009-0264-z>
- Azizah, D. N., Rustaman, N. Y., & Rusyati, L. (2021). Enhancing students’ communication skill by creating infographics using Genially in learning climate change. *Journal of Physics: Conference Series*, 1806(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012129>
- Bakker, A., Smit, J., & Wegerif, R. (2015). Scaffolding and dialogic teaching in mathematics education: introduction and review. *ZDM - Mathematics Education*, 47(7), 1047–1065. <https://doi.org/10.1007/s11858-015-0738-8>
- Baran, M., Baran, M., Karakoyun, F., & Maskan, A. (2021). The Influence of Project-Based STEM (PjBL-STEM) Applications on the Development of 21st-Century Skills. *Journal of Turkish Science Education*, 18(4), 798–815. <https://doi.org/10.36681/tused.2021.104>.
- Bicer, A., Lee, Y., Capraro, R. M., Capraro, M. M., Barroso, L. R., & Rugh, M. (2019). Examining the Effects of STEM PBL on Students’ Divergent Thinking Attitudes Related to Creative Problem Solving. *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE, 2019-October*. <https://doi.org/10.1109/FIE43999.2019.9028431>
- Bradent, R. A., & Hortinf, J. A. (1982). Identifying The Theoretical Foundations of Visual Literacy. *Journal of Visual Verbal Language*, 2(2), 37–42. <https://doi.org/10.1080/23796529.1982.11674354>
- Bray, B., France, B., & Gilbert, J. K. (2012). Identifying the Essential Elements of Effective Science Communication: What do the experts say? *International Journal of Science Education, Part B: Communication and Public Engagement*, 2(1), 23–41. <https://doi.org/10.1080/21548455.2011.611627>.
- Brownell, S. E., Price, J. V., & Steinman, L. (2013). Science communication to the general public: Why we need to teach undergraduate and graduate students this skill as part of their formal scientific training. *Journal of Undergraduate Neuroscience Education*, 12(1), 6–10.
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. R. (2013). STEM project-based learning an integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach. In *STEM Project-Based Learning an Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach*.

<https://doi.org/10.1007/978-94-6209-143-6>

Damayana, H., Setyarini, M., & Rosilawati, I. (2018). *Pengembangan Lembar Kerja Siswa Berbasis Literasi Visual Pada Materi Asam Basa*. 1–12.

Depdiknas. (2008). *Penulisan\_Modul\_Direktorat\_Tenaga\_Kepend* (pp. 1–27).

Duchak, O. (2014). Visual literacy in educational practice. *Czech-Polish Historical and Pedagogical Journal*, 6(2). <https://doi.org/10.2478/cphpj-2014-0017>

Dzikro, A. Z. T., & Dwiningsih, K. (2021). Kelayakan Media Pembelajaran Berbasis Laboratorium Virtual pada Sub Materi Kimia Unsur Periode Ketiga. *Chemistry Education Practice*, 4(2), 160–170. <https://doi.org/10.29303/cep.v4i2.2389>

Fadly, W., & Andaria, M. (2021). Improving Science Communication Skills Using Worksheets Based on Think-Talk-Write. *IJIS Edu : Indonesian Journal of Integrated Science Education*, 3(1), 16–24.

Gary, K. (2015). Project-Based Learning. *IEEE COMPUTER SOCIETY*, 98–100. <https://doi.org/10.33369/jkf.4.1.25-34>

Güney, Z. (2019). Visual literacy and visualization in instructional design and technology for learning environments. *European Journal of Contemporary Education*, 8(1), 103–117. <https://doi.org/10.13187/ejced.2019.1.103>

Hall, W. C. (William C., National Centre for Vocational Education Research (Australia), & Australia. Department of Employment, E. (1995). *Key aspects of competency-based assessment*.

Hatala, R., Cook, D. A., Brydges, R., & Hawkins, R. (2015). Constructing a validity argument for the Objective Structured Assessment of Technical Skills (OSATS): a systematic review of validity evidence. *Advances in Health Sciences Education*, 20(5), 1149–1175. <https://doi.org/10.1007/s10459-015-9593-1>

Herawati, N. S., & Muhtadi, A. (2018). Pengembangan modul elektronik (e-modul) interaktif pada mata pelajaran Kimia kelas XI SMA. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 5(2), 180–191. <https://doi.org/10.21831/jitp.v5i2.15424>

Hernawan, A. H., Permasih, & Dewi, L. (2008). Panduan Pengembangan Bahan Ajar. *Depdiknas Jakarta*, 1–13. [http://file.upi.edu/Direktori/FIP/JUR.\\_KURIKULUM\\_DAN\\_TEK.\\_PENDIDIKAN/194601291981012-PERMASIH/PENGEMBANGAN\\_BAHAN\\_AJAR.pdf](http://file.upi.edu/Direktori/FIP/JUR._KURIKULUM_DAN_TEK._PENDIDIKAN/194601291981012-PERMASIH/PENGEMBANGAN_BAHAN_AJAR.pdf)

Jones, B. (2019). Good practice: Scaffolded, Collaborative Project-based

- Learning. *Journal of the European Honors Council*, 3(1), 1–16.  
<https://doi.org/10.31378/jehc.85>
- Kędra, J., & Źakevičiūtė, R. (2019). Visual Literacy Practices In Higher Education: What, Why And How? *Journal Of Visual Literacy*, 38(1–2), 1–7.  
<https://doi.org/10.1080/1051144X.2019.1580438>
- Kivunja, C. (2015). Exploring the Pedagogical Meaning and Implications of the 4Cs “Super Skills” for the 21<sup>st</sup> Century through Bruner’s 5E Lenses of Knowledge Construction to Improve Pedagogies of the New Learning Paradigm. *Creative Education*, 06(02), 224–239.  
<https://doi.org/10.4236/ce.2015.62021>
- Kunaed, J., Wiwin, Siahaan, P., & Suyana, I. (2013). Upaya Peningkatan Komunikasi Visual dan Prestasi Belajar Siswa Melalui Lesson Study. *Jurnal Pengajaran MIPA*, 9(1), 20–27.
- Laboy-Rush, D. (2011). Integrated STEM Education Through Project-Based Learning. *Learning. Com*, 12, 12-13.
- Laili, I., Ganefri, & Usmeldi. (2019). Efektivitas Pengembangan e-Modul Project Based Learning. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 3(3), 306–315.
- Leighton, J. P. (2004). *The Assessment of Logical Reasoning. In The nature of reasoning. (pp. 291–312)*. Cambridge University Press.  
<https://doi.org/10.1037/12822-019>
- Li, T., Miller, E., Chen, I. C., Bartz, K., Codere, S., & Krajcik, J. (2021). The relationship between teacher’s support of literacy development and elementary students’ modelling proficiency in project-based learning science classrooms. *Education 3-13*, 49(3), 302–316.  
<https://doi.org/10.1080/03004279.2020.1854959>
- McCroskey, J. C., & McCroskey, L. L. (1988). Self-report as an approach to measuring communication competence. *Communication Research Reports*, 5(2), 108–113. <https://doi.org/10.1080/08824098809359810>
- McTigue, E., & Amanda, C. (2010). Visual literacy in Science. *Science Scope*.  
<https://doi.org/10.2307/25094783>
- Meita, L., Furi, I., Handayani, S., & Maharani, S. (2018). Eksperimen Model Pembelajaran Project Based Learning Dan Project Based Learning Terintegrasi Stem Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Dan Kreativitas Siswa Pada Kompetensi Dasar Teknologi Pengolahan Susu. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 35(1), 49-60–60.  
<https://doi.org/10.15294/jpp.v35i1.13886>
- Melati, E., Fayola, A. D., Hita, I. P. A. D., Saputra, A. M. A., Zamzami, Z., &

- Ninasari, A. (2023). Pemanfaatan Animasi sebagai Media Pembelajaran Berbasis Teknologi untuk Meningkatkan Motivasi Belajar. *Journal on Education*, 6(1), 732–741. <https://doi.org/10.31004/joe.v6i1.2988>
- Muamala, K., & Wulandari, R. (2023). *Profile of Scientific Communication and Collaboration Skills of Class VIII Middle School Students in Science Learning [ Profil Keterampilan Komunikasi Ilmiah dan Kolaborasi Siswa SMP Kelas VIII pada Pembelajaran IPA ]*. 1–12.
- Nasir, M. A. (2022). Teori Konstruktivisme Piaget: Implementasi dalam Pembelajaran Al-Qur'an Hadis. *Jurnal Sang Guru*, 1(3), 215–223.
- Nieveen, N. (1999). *Prototyping to Reach Product Quality*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:111188779>
- Nurannisaa, S. (2017). Menghadapi Generasi Visual: Literasi Visual Untuk Menstimulasi Kemampuan Berpikir Dalam Proses Pembelajaran. *Jurnal ELSE*, 1(2), 48–56.
- Nurfatimah, S. &. (2019). Implementasi Teori Belajar Konstruktivisme Dalam. *Humanika, Kajian Ilmiah Mata Kuliah Umum*, 19(September), 121–138.
- Oktiana, R. P., & Sari, F. P. (2021). Pengaruh Media Gambar Terhadap Hasil Belajar IPA Siswa Kelas III Sekolah Dasar di Desa Bener Kecamatan Majenang. *Pengaruh Media Gambar Terhadap Hasil Belajar IPA Siswa Kelas III Sekolah Dasar Di Desa Bener Kecamatan Majenang*, 5(Gcp 2021), 1–23.
- Panggabean, F. T. M., Pardede, P. O., Sitorus, R. M. D. S., Situmorang, Y. K., Naibaho, E. S., & Simanjuntak, J. S. (2021). Application of 21st Century Learning Skills Oriented Digital-Age Literacy to Improve Student Literacy HOTS in Science Learning in Class IX SMP. *Jurnal Mantik*, 5(3), 1922–1930. <https://iocscience.org/ejournal/index.php/mantik/article/view/1796>
- Parno, Supriana, E., Widarti, A., & Ali, M. (2021). The effectiveness of STEM approach on students ' critical thinking ability in the topic of fluid statics The effectiveness of STEM approach on students ' critical thinking ability in the topic of fluid statics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1(1), 1–9. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1882/1/012150>
- Patriot, E. A., Suhandi, A., & Chandra, D. T. (2018). Optimize scientific communication skills on work and energy concept with implementation of interactive conceptual instruction and multi representation approach. *Journal of Physics: Conference Series*, 1013(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012029>
- PMPTK, D. (2008). *Penulisan Modul*. Jakarta: Depdiknas.

- Purwanto, A., Nurjayadi, M., Suluya, R., & Ichsan, I. Z. (2020). EM-SETS: An Integrated e-module of Environmental Education and Technology in Natural Science Learning. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29(03), 7014–7025.
- Purwati, Y. S., Subandowo, M., & Gunawan, W. (2022). E-Modul Kimia Perubahan Materi Dan Pemisahan Campuran Untuk Pembelajaran Daring Di Smk. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 7(2), 332–339. <https://doi.org/10.29100/jipi.v7i2.2682>
- Ratheeswari, K. (2018). Recent Trend of Teaching Methods in Education" Organised by Sri Sai Bharath College of Education Dindigul-624710. *India Journal of Applied and Advanced Research*, 2018(3), 45–47. <https://www.phoenixpub.org/journals/index.php/jaar>
- Redhana, I. W. (2019). Mengembangkan Keterampilan Abad Ke-21 Dalam Pembelajaran Kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1).
- Saidalvi, A. (2019). *The Implementation of Communicative Language Teaching in Iraqi English Language Classrooms Students' Perception of Online Distance Learning (ODL) Mode During COVID-19 Pandemic at UiTM Johor View project Arkhawan Fattah Audil Universiti Teknologi Malaysia* (Issue August 2018). <https://www.researchgate.net/publication/337113856>
- Samsudin, M. A., Jamali, S. M., Zain, A. N. M., & Ebrahim, N. A. (2020). The effect of STEM project based learning on self-efficacy among high-school physics students. *Journal of Turkish Science Education*, 17(1), 94–108. <https://doi.org/10.36681/tused.2020.15>
- Sapriadil, S., Setiawan, A., Suhandi, A., Malik, A., Safitri, D., Lisdiani, S. A. S., & Hermita, N. (2018). Optimizing students' scientific communication skills through higher order thinking virtual laboratory (HOTVL). *Journal of Physics: Conference Series*, 1013(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012050>
- Saputri, S. N., Drajati, N. A., & Sukmawati, F. (2024). Pengembangan E-Modul Berbasis Multimodal untuk Mendukung Pembelajaran PJOK pada Siswa SD. *JiIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 7(2), 1234–1240. <https://doi.org/10.54371/jiip.v7i2.3343>
- Sari, R. M. M., & Sopiany, H. (2023). The Effect Of STEM-Based Project-Based Learning In Improving High School Students' Visual Mathematical Ability. *SJME (Supremum Journal of Mathematics Education)*, 7(2), 223–231. <https://doi.org/10.35706/sjme.v7i2.8934>
- Sarwanto. (2016). Peran Komunikasi Ilmiah Dalam Pembelajaran IPA. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains (SNPS) 2016*, 35–40.

- Science, A. A. for the A. of. (1994). *Benchmarks for science literacy*. Oxford University Press.
- Seruni, R., Munawaroh, S., Kurniadewi, F., & Nurjayadi, M. (2020). Implementation of e-module flip PDF professional to improve students' critical thinking skills through problem based learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(4). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/4/042085>
- Setiawan, A., & Khamadi. (2016). Peran Media dan Teknologi Dalam Literasi Visual Seni dan Desain. *Jurnal Desain Komunikasi Visual*, 1(1), 258–263.
- Siew, N. M., & Ambo, N. (2018). Development and evaluation of an integrated project-based and stem teaching and learning module on enhancing scientific creativity among fifth graders. *Journal of Baltic Science Education*, 17(6), 1017–1033. <https://doi.org/10.33225/jbse/18.17.1017>
- Sintawati, N. P., & Margunayasa, I. G. (2021). Interactive E-Module for Science Learning Content: Validity and Feasibility. *International Journal of Elementary Education*, 5(1), 19. <https://doi.org/10.23887/ijee.v5i1.34281>
- Slavin, R. E. (2019). *Educational psychology: Theory and practice*.
- Spektor-Levy, O., Eylon, B. S., & Scherz, Z. (2009). Teaching scientific communication skills in science studies: Does it make a difference? *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(5), 875–903. <https://doi.org/10.1007/s10763-009-9150-6>
- Sudjana, N. (2005). *Metode statistika*. Bandung: Tarsito, 168.
- Sunanik, S. (2014). Perkembangan Anak ditinjau dari Teori Konstruktivisme. *SYAMIL: Jurnal Pendidikan Agama Islam (Journal of Islamic Education)*, 2(1), 14. <https://doi.org/10.21093/sy.v2i1.491>
- Suparlan. (2019). Teori Konstruktivisme Dalam Pembelajaran. *Jurnal Keislaman Dan Ilmu Pendidikan*, 1(2), 79–88.
- Syahroni, M. W., Dewi, N. R., & Kasmui. (2016). The effect of using digimon (Science digital module) with scientific approach at the visualization of students' independence and learning results. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(1), 116–122. <https://doi.org/10.15294/jpii.v5i1.5800>
- Tamrin, M., S. Sirate, S. F., & Yusuf, M. (2011). Teori Belajar Vygotsky dalam Pembelajaran Matematika. *Sigma (Suara Intelektual Gaya Matematika)*, 3(1), 40–47.
- Thiagarajan, S. (1974). *Instructional development for training teachers of exceptional children: A sourcebook*.

- Tuan Soh, T. M., Arsada, N. M., & Osman, K. (2010). The relationship of 21st century skills on students' attitude and perception towards physics. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 7(2), 546–554.  
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.10.073>
- Vavra, K. L., Janjic-watrich, V., Loerke, K., Phillips, L. M., Norris, S. P., & Macnab, J. (2011). *Visualization in Science Education*. 41(1).
- Verrawati, A. J. (2015). Implikasi Teori Konstruktivisme Vygotsky Dalam Pelaksanaan Model Pembelajaran Tematik Integratif Di Sd. *Jurnal Pendidikan Agama Islam*, 6(11), 1–15.
- Widyasmah, M., Abdurrahman, & Herlina, K. (2020). Implementation of STEM Approach Based on Project-based Learning to Improve Creative Thinking Skills of High School Students in Physics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1467(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1467/1/012072>
- Winatha, K. R. (2018). Pengembangan E-modul Interaktif Berbasis Proyek Mata Pelajaran Simulasi Digital. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 15(2), 188–199. <https://doi.org/10.23887/jptk-undiksha.v15i2.14021>
- Wulandari, S. (2015). Teori Belajar Konstruktivis Piaget Dan Vygotsky. *Indonesian Digital Journal of Mathematics and Education*, 2(November), 191–198. <http://idealmathedu.p4tkmatematika.org/issn2407-7925>
- Yusriani, Y., Arsyad, M., & Arafah, K. (2020). Kesulitan Guru dalam Mengimplementasikan Model Pembelajaran Berbasis Proyek pada Mata Pelajaran Fisika di SMA Negeri Kota Makassar. *Prosiding Seminar Nasional Fisika Di SMA Negeri Kota Makassar*, 2, 138–141.  
<http://103.76.50.195/semnasfisika/article/view/14378>