

**PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS *INQUIRY* TERINTEGRASI
STEM UNTUK MELATIH KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF
DAN KOLABORATIF**

(Tesis)

Oleh

Adyt Anugrah

NPM 2023022003



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

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF STEM INTEGRATED INQUIRY-BASED E-LKPD TO TRAIN CREATIVE THINKING ABILITY AND COLLABORATIVE

Oleh

ADYT ANUGRAH

This study aims to describe STEM-integrated inquiry-based e-LKPD that are valid, practical, and effective for training creative and collaborative thinking skills. This study uses the R&D method with the ADDIE model development design which consists of five stages, namely analysis, design, development, implementation, and evaluation. The data collection instruments used include needs analysis questionnaires, validity test questionnaires, implementation test questionnaires, instrument questions that have been tested for validity, observation sheets, and student responses to the effectiveness of STEM-integrated Inquiry-based e-LKPD. The research was conducted at SMA N 1 Padang Cermin, Pesawaran. The results of the study show that the e-LKPD developed is valid, practical and effective in the learning process to train students' creative and collaborative thinking skills. In the validity test that has been carried out, the results of the e-LKPD development are declared feasible with very valid criteria, with an average validation of media and design as well as materials and constructs obtained a proportion of 94.73% and a construct aspect of 92.93%. Based on the results of the practicality test, which showed an average proportion of readability was 82.82% with good criteria, implementation was 91.30% with very good errors and the positive response of students was 87.45% towards the STEM-integrated inquiry-based e-LKPD. STEM-integrated inquiry-based e-LKPD is effective if after using the e-LKPD there is an increase in students' creative and collaborative thinking skills based on the learning stages contained in the e-LKPD. The effectiveness is shown by the results of the N-gain and paired t-test. There is an increase in the ability to think creatively and collaborate. Then, based on the test results using class control with MANOVA statistics, it shows that the use of e-LKPD has an effect on students' creative and collaborative thinking skills. So that STEM-integrated inquiry-based e-LKPD is developed effectively.

Keyword: creative thinking skills, collaborative skill, e-LKPD, inquiry, STEM

ABSTRAK

PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS *INQUIRY* TERINTEGRASI STEM UNTUK MELATIH KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF DAN KOLABORATIF

Oleh
ADYT ANUGRAH

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan e-LKPD berbasis *inquiry* terintegrasi STEM yang valid, praktis, dan efektif untuk melatih kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif. Penelitian ini menggunakan metode R&D dengan desain pengembangan model ADDIE yang terdiri dari lima tahapan yaitu analyze, design, development, implementation, dan evaluation. Instrumen pengumpulan data yang digunakan meliputi angket analisis kebutuhan, angket uji validitas, angket uji keterlaksanaan, instrumen soal yang sudah diuji kevalidannya, lembar observasi, serta respon peserta didik terhadap keefektifan e-LKPD berbasis *Inquiry* terintegrasi STEM. Penelitian dilakukan di SMA N 1 Padang Cermin, Pesawaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-LKPD hasil pengembangan valid, praktis, dan efektif digunakan dalam proses pembelajaran untuk melatih kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif peserta didik. E-LKPD berbasis *inquiry* terintegrasi STEM yang dapat dikatakan valid memuat instruksi dan informasi yang disajikan dengan jelas dan mudah dipahami, fenomena-fenomena yang disajikan diambil dari kehidupan nyata, e-LKPD yang dikembangkan terdapat aktivitas-aktivitas yang menuntut siswa harus aktif melatih kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratifnya. E-LKPD berbasis *inquiry* terintegrasi STEM yang praktis untuk melatih kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif merujuk pada sejauh mana e-LKPD dapat digunakan dengan efektif dan efisien dalam praktik di kelas. Kepraktisan e-LKPD yang dikembangkan terdiri atas keterbacaan, keterlaksanaan dan respon peserta didik. Jika siswa dapat membaca, memahami, dan mengikuti instruksi atau informasi yang disajikan dalam e-LKPD dengan mudah maka e-LKPD dikatakan praktis. Dikategorikan efektif jika setelah digunakannya e-LKPD tersebut terdapat peningkatan dalam kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif siswa berdasarkan tahapan-tahapan pembelajaran yang terdapat pada e-LKPD.

Keyword: e-LKPD, *inquiry*, kemampuan berpikir kreatif, kemampuan kolaboratif, STEM

**PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS *INQUIRY* TERINTEGRASI
STEM UNTUK MELATIH KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF
DAN KOLABORATIF**

Oleh

Adyt Anugrah

TESIS

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
MAGISTER PENDIDIKAN

Pada

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



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

Judul Skripsi : **PENGEMBANGAN E-LKPD
BERBASIS INQUIRY
TERINTEGRASI STEM UNTUK
MELATIH KEMAMPUAN BERPIKIR
KREATIF DAN KOLABORATIF**

Nama Mahasiswa : **Adyt Anugrah**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2023022003**

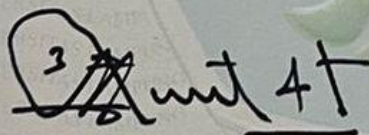
Program Studi : **Megister Pendidikan Fisika**

Jurusan : **Pendidikan Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam**

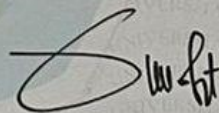
Fakultas : **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

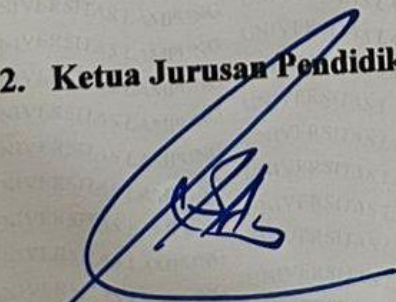


Dr. Kartini Herlina, M.Si.
NIP 196506161991022001



Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si
NIP 19600821198503 1 004

2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

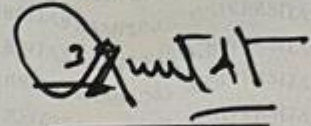


Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd.
NIP 196003011985031003

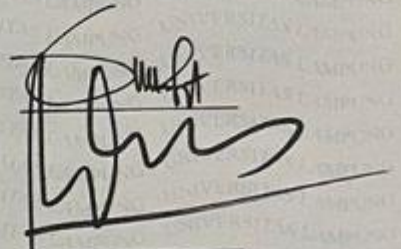
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

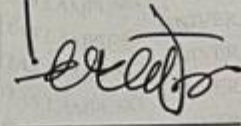
Ketua : **Dr. Kartini Herlina, M.Si.**



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



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



Dr. I Wayan Distrik, M.Si.



Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Prof. Dr. Sunyono, M.Si.
NIP.196512301991111001



Direktur Program Pascasarjana
Prof. Dr. I Murhadi, M.Si.
NIP.196403261989021001

4. Tanggal Lulus Ujian Tesis: **3 Agustus 2023**

SURAT PRNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini adalah:

Nama : Adyt Anugrah
NPM : 2023022003
Fakultas/Jurusan : KIP/Pendidikan MIPA
Program Studi : Magister Pendidikan Fisika
Alamat : Jl. Cengkeh III Perum Hartono RT/RW
003/002, Kelurahan Way Urang, Kec. Kalianda,
Kab. Lampung Selatan, Lampung

Dengan ini menyatakan bahwa dalam tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar Pustaka.

Bandarlampung, 3 Agustus 2023



Adyt Anugrah
NPM 2023022003

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 23 Agustus 1997, anak kedua dari empat bersaudara dari pasangan bapak Zafienal dan Ibu Sadikem. Penulis mengawali Pendidikan formal di SD N 3 Way Urang Kalianda diselesaikan pada tahun 2009, melanjutkan di SMP N 1 Kalianda dan lulus pada tahun 2012 dan masuk SMA N 1 Kalianda yang diselesaikan pada tahun 2015. Pada tahun 2015 penulis diterima di Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung dan lulus pada Tahun 2019, kemudian penulis melanjutkan studi di Pascasarjana Magister Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung pada Tahun 2020.

MOTTO

"Hai orang-orang yang beriman hendaklah kamu jadi orang-orang yang selalu menegakkan (kebenaran) karena Allah, menjadi saksi dengan adil. Dan janganlah sekali-kali kebencianmu terhadap suatu kaum, membuatmu berlaku tidak adil.

Berlaku adillah, karena adil itu lebih dekat kepada takwa. Dan bertakwalah kepada Allah, sesungguhnya Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan."

(Q.S. Al-Maidah Ayat 8)

PERSEMBAHAN

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan penuh rasa syukur dan bahagia atas segala rahmat yang telah diberikan Tuhan Yang Maha Esa, Allah S.W.T., dengan rendah hati penulis mempersembahkan karya tulis yang sederhana ini kepada orang-orang terkasih sebagai berikut.

1. Ayahanda dan Ibunda tercinta dan dengan segala limpahan kasih sayang, doa, dorongan, semangat, motivasi, dan tanpa henti memperjuangkan nasib untuk anak-anaknya.
2. Kakak dan Adik-adikku yang juga selalu memberikan doa, semangat, dan kasih sayang tiada henti.
3. Almamater tercinta.

SANWACANA

Puji syukur atas rahmat dan kasih sayang Allah subhanahu wa ta'ala sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan lancar.

Tesis yang berjudul “Pengembangan E-LKPD Berbasis Berbasis Inquiry Terintegrasi STEM untuk Melatihkan Kemampuan Berpikir Kreatif dan Kolaboratif” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan Fisika Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A.IPM. selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Dr. Sunyono, M. Si., selaku Dekan FKIP Universitas Lampung.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si., selaku Direktur Pascasarjana Universitas Lampung.
4. Bapak Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA.
5. Ibu Dr. Kartini Herlina, M,Si., selaku Ketua Program Studi Magister Pendidikan Fisika sekaligus sebagai pembimbing I, atas segala kesabaran, dan waktu yang telah diberikan untuk membimbing, memberikan ilmu, memotivasi, memberikan saran dan kritiknya dalam proses penyusunan tesis ini.
6. Bapak Prof. Dr. Agus Suyatna, M. Si., selaku pembimbing II atas kesediaan waktu yang diberikan untuk membimbing, kesabaran, motivasi, saran dan kritiknya dalam proses penyusunan tesis ini.

7. Bapak Dr. Doni Andra, M.Sc., selaku pembimbing akademik yang senantiasa memberikan semangat dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini.
8. Bapak Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si., selaku pembahas I atas kesediaan waktu yang diberikan untuk membimbing, kesabaran, motivasi, saran dan kritiknya dalam proses penyusunan tesis ini.
9. Bapak Dr. I Wayan Distrik, M.Sc., selaku dosen perwakilan Program Studi Magister Pendidikan Fisika, atas kesediaan memberikan bimbingan, motivasi, saran, dan kritik dalam memperbaiki penulisan tesis ini.
10. Bapak dan Ibu dosen Magister Pendidikan Fisika Universitas Lampung yang telah membimbing dan memberikan ilmu kepada penulis selama menempuh pendidikan di Universitas Lampung.
11. Bapak Tamzir Zamka, S.Pd. selaku Kepala Sekolah SMAN 1 Padang Cermin atas izin, bantuan, dan kerjasamanya selama penelitian berlangsung.
12. Ibu Sofiawati, S. Pd. selaku guru fisika di SMAN 1 Padang Cermin yang menjadi mitra selama penelitian berlangsung, terimakasih atas izin, bantuan, kerjasama, dan motivasinya.
13. Peserta didik kelas XI MIA-1 dan XI MIA-2 SMAN 1 Padang Cermin, terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya selama penelitian berlangsung.
14. Teman seperjuangan mba Ida Susanti, Bizry Cahya Divia dan mba Kiki Rizki Armela, serta teman-teman magister Pendidikan fisika 2020 yang selalu memberikan motivasi, saran, dan kontribusinya selama proses penyusunan tesis ini

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	ii
DAFTAR GAMBAR	iii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	8
1.3 Tujuan	8
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	9
1.5 Manfaat Penelitian	9
II. LANDASAN TEORI	
2.1. E-Learning dan M-Learning	10
2.2. Multimedia Interaktif.....	13
2.3. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)	17
2.4. Inquiry	19
2.5. Sains, Technology, Engeneering, Mathematics (STEM).....	22
2.6. Teori Belajar Kognitif	24
2.7. Teori Konstruktivisme	25
2.8. Teori Belajar Bermakna	26
2.9. Berpikir Kreatif	27
2.10. Kemampuan Kolaboratif	30
2.11. Penelitian yang Relevan	33
2.12. Kualitas Produk Pengembangan	37
2.13. Teori Kinetik Gas	38
2.14. Kerangka Hipotetik Pengembangan e-LKPD.....	39
2.15. Kerangka Pemikiran	40
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Desain Penelitian	43
3.2 Prosedur Pengembangan.....	45
3.2.1 Tahap Analisis	46
3.2.2 Tahap Desain (<i>Design</i>)	46
3.2.3 Tahap Pengembangan (<i>Develop</i>)	48
3.2.4 Tahap Implementasi (<i>Implementation</i>)	49
3.2.5 Tahap Evaluasi (<i>Evaluate</i>)	50
3.3 Teknik Pengumpulan Data	50

3.3.1 Analisis Kebutuhan	50
3.3.2 Validitas Produk.....	51
3.3.3 Kepraktisan Produk	51
3.3.4 Keefektifan Produk	51
3.4 Teknik Analisis Data	52
3.4.1 Analisis Data Kevalidan Produk	52
3.4.2 Analisis Data Kepraktisan Produk	53
3.4.3 Analisis Data Keefektifan Produk	54
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil	59
4.1.1 Tahap Analisis Kebutuhan.....	59
4.1.2 Tahap Desain	62
4.1.3 Tahap Pengembangan.....	65
4.1.4 Tahap Implementasi	69
4.1.5 Tahap evaluasi	74
4.2 Pembahasan.....	79
4.2.1 Kevalidan	80
4.2.2 Kepraktisan	82
4.2.3 Keefektifan	86
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	90
5.2 Saran	91

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Indikator Kemampuan Berpikir Kreatif	29
2.2. Rubrik <i>Collaboration Skills</i>	32
2.3. Penelitian yang Relevan	29
3.1. Storyboard e-LKPD berbasis Inquiry	45
3.2. Kriteria Validasi Analisis Rata-rata Setiap Pernyataan	50
3.3. Interpretasi Skor Kuesioner Validasi	51
3.4. Skor Respon Pendidik dan Peserta Didik	51
3.5. Interpretasi Skor Kuesioner Respon Pendidik dan Peserta Didik	52
3.6. Kriteria Koefisien Validitas	53
3.7. Kriteria Koefisien Reliabilitas	53
3.8. Kriteria Interpretasi N-Gain	55
4.1. Rekapitulasi Analisis Kebutuhan Peserta Didik.....	58
4.2. Desain e-LKPD Berbasis Inquiry terintegrasi STEM	60
4.3. Rekapitulasi Persentase Rata-Rata Uji Validasi Ahli Isi dan Konstruksi	64
4.4. Rekomendasi oleh Validator Ahli Isi dan Konstruksi.....	65
4.5. Hasil Uji Validitas Instrumen Kemampuan Berpikir Kreatif	65
4.6. Hasil Uji Tingkat Kesukaran	66
4.7. Hasil Uji Daya Beda	66
4.8. Hasil Uji Kepraktisan.....	69
4.9. Data kemampuan berpikir kreatif kelas eksperimen dan kelas kontrol	72
4.10. Data keterampilan kolaboratif kelas eksperimen dan kelas kontrol	73
4.11. Hasil Uji Normalitas Kemampuan Berpikir Kreatif	73
4.12. Hasil Uji Normalitas Keterampilan Kolaboratif	74
4.13. Hasil Uji Homogenitas Kemampuan Berpikir Kreatif dan Kolaboratif..	74
4.14. Data Rata-Rata N-Gain Kemampuan Berpikir Kreatif dan Kolaboratif Kelas Eksperimen	75
4.15. Hasil Paired T-test Kemampuan Berpikir Kreatif Kelas Eksperimen	76
4.16. Hasil Paired T-test Keterampilan Kolaboratif Kelas Eksperimen	76
4.17. Hasil Uji Manova	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Elemen Multimedia.....	13
2.2. Kerangka Pemikiran	40
3.1. Desain pengembangan ADDIE	41
3.2. Diagram Alir Penelitian dan Pengembangan	43
4.1. Tampilan desain e-LKPD	64

LAMPIRAN

1. Surat Izin Penelitian
2. Surat Balasan Penelitian
3. Rancangan Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)
4. Lembar Validasi
5. Instrumen Penilaian Persepsi Guru pada *e*-LKPD Berbasis Inquiry Terintegrasi STEM
6. Instumen Uji Keterbacaan
7. Instrumen Respon Peserta Didik
8. Instrumen Tes Berpikir Kreatif
9. Angket Keterampilan Kolaboratif
10. Poduk *e*-LKPD berbasis Inquiry Terintegrasi STEM
11. Rekapitulasi Uji Validitas Soal
12. Rekapitulasi Uji Realiabilitas Soal
13. Rekapitulasi Uji Tingkat Kesukaran
14. Rekapitulasi Uji Daya Beda
15. Hasil Pretest Kemampuan Berpikir Kreatif Kelas Eksperimen
16. Hasil Pretest Kemampuan Berpikir Kreatif Kelas Kontrol
17. Hasil Posttest Kemampuan Berpikir Kreatif Kelas Eksperimen
18. Hasil Posttest Kemampuan Berpikir Kreatif Kelas Kontrol
19. Hasil Test Awal Keterampilan Kolaboratif Kelas Eksperimen
20. Hasil Test Awal Keterampilan Kolaboratif Kelas Kontrol
21. Hasil Test Akhir Keterampilan Kolaboratif Kelas Eksperimen
22. Hasil Test Akhir Keterampilan Kolaboratif Kelas Kontrol
23. Bukti Perhitungan Uji Normalitas, Homogenitas, Sample Paired T-Test, dan Uji Manova
24. Dokumentasi

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pendidikan berperan aktif dalam mengembangkan potensi diri setiap manusia agar siap bersaing secara global dan mampu menghadapi tantangan revolusi industri 4.0. Pendidikan yang baik akan terlihat dari kegiatan pembelajaran yang dilakukan terlebih lagi ketika pembelajaran tersebut menekankan pada keterampilan siswa (Sulthon, 2017). Abad 21 menuntut semua orang untuk memiliki keterampilan baik itu *hard skill* maupun *soft skill*. Keterampilan abad 21 yang harus dimiliki setiap individu terdiri atas 4 aspek yaitu *critical thinking* (berpikir kritis), *communication* (komunikasi), *collaboration* (kolaborasi/ kerjasama), dan *creativity* (kreativitas) (Erdem *et al.*, 2019).

Berdasarkan Permendikbud No 103 tahun 2014 tentang pembelajaran pada pendidikan dasar dan pendidikan menengah bahwa proses pembelajaran dituntut untuk berpusat kepada peserta didik. Pembelajaran yang berpusat pada peserta didik dimaksudkan untuk mendorong motivasi, minat, kreativitas, inisiatif, inspirasi, kemandirian, dan semangat belajar sehingga peserta didik merasakan langsung pengalaman belajarnya (Darsih, 2018). Praktik pembelajaran yang berpusat pada peserta didik akan memfokuskan pengajaran di kelas untuk meningkatkan keterampilan dan kompetensi siswa. Dengan demikian, pembelajaran yang berpusat pada peserta didik akan mampu melatih kemampuan berpikir kreatif siswa (Tsaniyah and Poedjiastoeti, 2017).

Berpikir kreatif memiliki dasar-dasar konsep yang mendalam terhadap apa yang telah dipelajari, sehingga kemampuan berpikir kreatif diperlukan. Kemampuan berpikir kreatif akan membuat seseorang menjadi lebih mudah dalam menghadapi dan mengatasi masalah (Astuti dkk., 2020). Peserta didik harus mampu berpikir dengan cara multidimensi, mampu melihat sesuatu dari berbagai perspektif, dan menghasilkan inovasi baru (Aldig and Arseven, 2017) karena tujuan dari sistem pendidikan saat ini adalah agar peserta didik tidak hanya mendapatkan informasi secara pasif, melainkan juga mampu memproses informasi tersebut dengan pola pikir mereka sendiri. Dengan melatih kemampuan berpikir kreatif, peserta didik diharapkan mampu menggali pemahaman yang lebih mendalam, mengaitkan konsep-konsep yang berbeda, dan menghasilkan pemikiran baru atau inovasi. Selain itu, peserta didik juga akan menjadi aktif, kreatif, dan kritis dalam pembelajaran, bukan hanya menerima informasi secara pasif.

Selain berpikir kreatif, keterampilan kolaborasi juga perlu untuk dilatihkan. Kemampuan kolaboratif berkaitan dengan belajar merencanakan dan bekerja sama, mempertimbangkan berbagai perspektif dan berpartisipasi dalam suatu wacana dengan berkontribusi, mendengarkan atau bahkan mendukung orang lain (Greenstein, 2012). Keterampilan kolaborasi mengedepankan pada kemampuan untuk bekerja secara efektif dalam sebuah tim yang bersifat fleksibilitas dan keinginan untuk saling membantu dalam mencapai tujuan bersama.

Dalam pembelajaran abad ke-21, kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif menjadi sangat penting. Hal ini didukung oleh berbagai penelitian dan teori pendidikan yang menyoroti pentingnya kemampuan ini dalam menghadapi tantangan dan kebutuhan dunia yang terus berubah. Pada teori pembelajaran konstruktivisme oleh Vygotsky berpendapat bahwa pembelajaran bukanlah proses pasif di mana peserta didik hanya menerima informasi dari guru atau lingkungan, tetapi melibatkan konstruksi pengetahuan yang aktif oleh individu. Dalam teorinya, Vygotsky menekankan pentingnya interaksi sosial

dan kolaborasi dalam pembelajaran. Melalui interaksi dengan orang lain, peserta didik dapat memperluas pemahaman mereka, mengembangkan konsep-konsep baru, dan mencapai tingkat berpikir yang lebih tinggi.

Pada dasarnya, sains bukan sekedar pengetahuan mengenai fakta-fakta atau konsep-konsep, tetapi mencakup suatu cara kerja, cara berpikir dan cara memecahkan masalah (Suhada, 2017). Oleh sebab itu, kemampuan berpikir peserta didik selama proses belajar mengajar menjadi salah satu penentu tercapainya tujuan pembelajaran. Terutama ketika peserta didik mampu menemukan pemahamannya sendiri dari masalah-masalah yang ada. Kegiatan tersebut akan mendorong siswa untuk terlibat aktif selama proses pembelajaran. Dengan demikian siswa akan memiliki pengalamannya sendiri dan melakukan percobaan yang memungkinkan peserta didik menemukan prinsip-prinsip untuk diri mereka sendiri yang mana sesuai dengan tuntutan belajar yang berpusat pada peserta didik.

Namun kenyataannya tidak semua sekolah khususnya di Lampung yang mengaplikasikan pembelajaran yang berpusat pada peserta didik (tergantung rujukannya). Susanto (2017) juga menyatakan bahwa pengajaran disekolah umumnya lebih mengedepankan pemikiran logis sedangkan proses pemikiran tinggi termasuk berpikir kreatif jarang dilatih. Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan, kemampuan berpikir kreatif siswa ditingkat SMA teridentifikasi masih tergolong rendah. Hal ini terlihat ketika siswa menjawab dan memahami permasalahan fisika. Kebanyakan peserta didik menganggap hanya ada satu cara penyelesaian soal yang benar, seperti yang disajikan guru di kelas. Beberapa guru juga menyampaikan bahwa dasar penilaian untuk melihat ketercapaian pembelajaran terutama pada masa pandemi covid-19 hanya berdasarkan hasil belajar yang didasarkan pada pemberian tugas latihan. Pernyataan tersebut dapat peneliti simpulkan bahwa guru kurang memperhatikan kemampuan berpikir kreatif siswa.

Pandemi covid-19 nyata telah menjadi permasalahan baru dalam dunia pendidikan. Dampak yang sangat dirasakan adalah berubahnya sistem pembelajaran dari yang awal mulanya tatap muka secara langsung dikelas kini berpindah menjadi pembelajaran daring (*online*) melalui *virtual class* ataupun *group discussion*. Berdasarkan hasil pra penelitian dari 198 siswa SMA di Lampung, 89,9% siswa merasa kesulitan selama mengikuti proses pembelajaran fisika secara daring. Hal tersebut dipicu oleh sulitnya siswa dalam memahami materi yang disampaikan oleh guru. Sumber belajar yang tersedia juga belum cukup untuk membantu siswa dalam memahami materi. Metode pembelajaran yang monoton juga menjadikan siswa bosan sehingga siswa pasif selama mengikuti pembelajaran dan tidak mampu mengembangkan pemikiran kreatifnya saat belajar fisika.

Sistem pembelajaran daring yang diterapkan membuat siswa cenderung belajar secara individu karena pelaksanaan pembelajaran yang dilakukan secara daring (*online*). Pembelajaran daring mengimplementasikan pendidikan jarak jauh yang difungsikan untuk pemerataan akses belajar (Napsawati, 2020). Perubahan sistem pembelajaran yang semula dilakukan tatap muka secara langsung menjadi berbasis internet menjadikan permasalahan baru dalam pembelajaran. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Napsawati (2020) peserta didik lebih sulit memahami materi pelajaran. Koneksi jaringan yang kadang tidak bersahabat dapat mengganggu proses pembelajaran. Guru mata pelajaran fisika kesulitan dalam menjelaskan materi yang berisi persamaan-persamaan fisika kepada peserta didik. Siswa juga kurang terbuka terhadap kendala yang dihadapi sehingga guru tidak mengetahui kondisi sesungguhnya serta untuk mengamati aktivitas sains siswa sendiripun dapat dikatakan sulit karena keterbatasan bahan ajar yang digunakan.

Berdasarkan hasil wawancara melalui *google form* dengan beberapa guru fisika, didapatkan informasi bahwa bahan ajar yang digunakan oleh guru bersumber dari buku paket, LKPD, dan internet. LKPD yang digunakan guru

ternyata belum cukup untuk mengukur aktivitas sains siswa. Guru menjelaskan bahwa LKPD yang digunakan hanya berisikan materi dan soal-soal, sehingga sulit untuk melihat aktivitas sains siswa. Terutama di masa dimasa pandemi sekarang sangat sulit untuk melakukan praktikum.

Penelitian yang dilakukan oleh Anggraini dkk., (2016) di SMAN 1 Indralaya juga menjelaskan bahwa LKPD diperlukan dalam kegiatan pembelajaran dan perlu dikembangkan karena LKPD yang biasanya tersedia hanya berisi uraian materi dan soal-soal untuk penguatan konsep tertentu, sehingga LKPD belum dapat memfasilitasi guru untuk menilai proses sains siswa. Hal tersebut sama diungkapkan oleh Rahayuningsih dkk., (2018) bahwa LKPD yang digunakan dari sebuah lembaga penerbit cetak hanya berisikan materi dan latihan soal. Oleh karena itu, sangat diperlukan pengembangan sumber belajar seperti LKPD yang nantinya dapat digunakan untuk mengukur aktivitas sains siswa.

Pemanfaatan teknologi dalam dunia pendidikan juga penting dilakukan. Khususnya pemanfaatan teknologi pada media elektronik dalam kegiatan belajar. Penggunaan media elektronik memberikan peranan penting dalam pembelajaran salah satunya menjadikan proses pembelajaran lebih fleksibel (Anih, 2016). Penggunaan media berbasis elektronik dapat memfasilitasi aktivitas kegiatan belajar mengajar secara formal maupun informal. Pengembangan LKPD berupa elektronik (e-LKPD) penting dilakukan. Pengembangan LKPD berbasis elektronik ini akan mempermudah siswa dalam mengakses LKPD dimanapun dan kapanpun. Terlebih lagi di era pandemi saat ini, dimana pembelajaran dilaksanakan secara daring. Penggunaan e-LKPD juga dapat menunjukkan hasil yang optimal dalam memanfaatkan kemajuan teknologi seperti penggunaan *smartphone* dan lainnya (Hamidah dan Widyastuti, 2020). E-LKPD akan mempermudah siswa dan guru dalam pelaksanaan aktivitas sains.

Untuk mendukung proses pembelajaran maka diperlukan bahan ajar. Bahan ajar menjadi salah satu sumber pengetahuan yang dapat menunjang proses

belajar mengajar. Salah satu alternatif sumber belajar yang dapat digunakan untuk membangun aktivitas peserta didik dalam kegiatan pembelajaran adalah dengan menggunakan lembar kerja peserta didik (LKPD). LKPD berisi pedoman bagi siswa dalam kegiatan pembelajaran yang dapat mencerminkan keterampilan proses sains siswa (Rahmatillah dkk., 2017). LKPD akan memberikan visualisasi dari materi yang dipelajari.

Disisi lain, penggunaan *Inquiry* akan mengarahkan siswa untuk menemukan pengetahuan melalui proses kerja ilmiah. Sopiah dkk (2009) mengatakan bahwa kebiasaan bekerja ilmiah diharapkan dapat menumbuhkan kebiasaan berpikir dan bertindak yang merefleksikan penguasaan pengetahuan. Pembelajaran melalui *Inquiry* mengarahkan siswa untuk mengembangkan wawasan mereka terkait topik pembelajaran melalui proses menemukan (Gunardi, 2020). Model *Inquiry* memungkinkan siswa untuk menerapkan pemikiran kreatif dalam konteks kolaboratif. Misalnya, mereka mungkin perlu bekerja sama untuk merumuskan pertanyaan penelitian yang inovatif atau mencari cara baru untuk menguji hipotesis mereka. Hal ini diharapkan dapat menjadi landasan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif siswa dalam proses pembelajaran. Kemampuan berpikir kreatif penting dimiliki peserta didik dalam memecahkan permasalahan (Irfana dkk., 2019). Semakin tinggi kreativitas semakin tinggi pula kemampuan memecahkan masalah dalam pembelajaran fisika (Irfana dkk., 2019). Dalam mengembangkan aktivitas sains kemampuan kolaboratif dengan sesama teman juga dibutuhkan dalam pemecahan masalah (Rosita and Leonard, 2015)

Penggunaan e-LKPD yang dipadukan dengan pendekatan *Science, Technology, Engineering and Mathematic* (STEM) dapat membantu pembelajaran lebih mandiri, fleksibel, dan mengaitkan materi dalam kehidupan sehari-hari karena STEM sangat mendukung keterlibatan pembelajaran dalam basis teknologi sekaligus menjadi salah satu pendekatan pembelajaran yang inovatif (Hamidah dan Widyastuti, 2020). STEM

membantu siswa mengembangkan keterampilan penting seperti pemikiran kritis (Hacioglu and Gulhan, 2021; Topsakal *et al.*, 2022), pemecahan masalah (Şahin, 2021), kerja sama tim (Ejiwale, 2013; Kilty and Burrows, 2022), kreativitas (Iskandar *et al.*, 2020; Sirajudin *et al.*, 2021), dan literasi digital (Le *et al.*, 2022; Rizaldi *et al.*, 2020). STEM sering kali melibatkan proyek-proyek atau eksperimen yang berdasarkan situasi dunia nyata. Ini membantu siswa melihat bagaimana apa yang mereka pelajari di kelas dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari atau pekerjaan masa depan mereka. Sehingga STEM akan mendorong siswa untuk berpikir secara inovatif dan kreatif. Dalam banyak proyek STEM, pemikiran kreatif dan kolaborasi saling melengkapi. Misalnya, tim siswa mungkin perlu bekerja bersama untuk menciptakan solusi inovatif untuk masalah atau tantangan. Dalam prosesnya, mereka akan mempelajari bagaimana berbagi ide, memberikan dan menerima umpan balik, dan mengambil keputusan Bersama.

E-LKPD terintegrasi STEM akan membantu dan mempermudah peserta didik dalam mempelajari suatu materi seperti materi teori kinetik gas. Materi teori kinetik gas merupakan materi yang bersifat abstrak dan mikroskopis, karena cakupan kajiannya berkaitan dengan benda-benda yang tidak tampak oleh mata, oleh karenanya pembelajaran teori kinetik gas di SMA hendaknya didukung dengan media atau multimedia yang dapat membantu pemahaman siswa. Kesulitan yang dialami siswa dalam memahami konsep teori kinetik gas tidak hanya disebabkan faktor materi yang abstrak dan mikroskopis saja, akan tetapi ketidak tersediaan sarana yang memadai untuk mengeksplorasi konsep teori kinetik gas dan segala jenis hukum-hukum yang berlaku juga turut mempengaruhi (Yoto *et al.*, 2015). Karena konsep yang abstrak tersebut membuat sebagian besar siswa kesulitan untuk memahami dan menguasainya (Agustina dkk., 2018). E-LKPD yang digunakan akan mempermudah peserta didik dalam menemukan konsep, menerapkan dan mengintegrasikan berbagai konsep yang telah ditemukan, terutama e-LKPD terintegrasi STEM ini akan membantu menuntun siswa belajar. Integrasi STEM yang digunakan akan

membantu mengembangkan pengetahuan berpikir peserta didik (Li *et al.*, 2019).

Dengan dikembangkannya *e*-LKPD berbasis Inquiry terintegrasi STEM maka diharapkan akan mampu melatih kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif siswa. Banyak penelitian terkait pengembangan LKPD namun pengembangan LKPD pada penelitian ini berfokus pada basis serta materi yang akan digunakan yang diharapkan mampu melatih kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif. Oleh sebab itu, tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengembangkan *e*-LKPD berbasis Inquiry terintegrasi STEM untuk melatih kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif. Pengembangan *e*-LKPD ini dilakukan menggunakan aplikasi *ISpring Suite 11* dimana luaran dari pengembangan berupa aplikasi yang dapat dipasangkan pada telepon genggam sehingga akan mudah dioperasikan oleh siswa dimanapun dan kapanpun.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut maka rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana *e*-LKPD berbasis Inquiry terintegrasi STEM yang valid untuk melatih kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif?
2. Bagaimanakah kepraktisan *e*-LKPD berbasis Inquiry terintegrasi STEM untuk melatih kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif?
3. Bagaimanakah keefektifan *e*-LKPD berbasis Inquiry terintegrasi STEM untuk melatih kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan *e*-LKPD berbasis Inquiry terintegrasi STEM yang valid untuk melatih kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif.

2. Mengetahui kepraktisan *e-LKPD* berbasis *Inquiry* terintegrasi STEM untuk melatih kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif.
3. Mendeskripsikan keefektifan *e-LKPD* berbasis *Inquiry* terintegrasi STEM untuk melatih kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini materi yang digunakan dalam pengembangan *e-LKPD* adalah materi teori kinetik gas untuk SMA yang terintegrasi dengan STEM.
2. *e-LKPD* terintegrasi STEM meliputi materi, animasi, video, gambar, *link* pembelajaran, kuis interaktif, soal yang dikembangkan menggunakan *software iSpring Suite 11*.
3. Subjek uji coba adalah peserta didik dan pendidik untuk menguji kepraktisan dan keefektifan penggunaan *e-LKPD*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari pelaksanaan penelitian ini yaitu:

1. Bagi peneliti, dapat memperoleh wawasan dan menambah pengetahuan tentang pengembangan *e-LKPD* berbasis *Inquiry* terintegrasi STEM untuk melatih kemampuan berpikir kreatif dan kolaborasi peserta didik.
2. Bagi guru, dengan dikembangkannya *e-LKPD* berbasis *Inquiry* terintegrasi STEM mempermudah guru dalam menyampaikan materi serta mempermudah guru dalam penggunaan bahan ajar selama proses pembelajaran.
3. Bagi peserta didik, dengan dikembangkannya *e-LKPD* berbasis *Inquiry* terintegrasi STEM dapat melatih kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif siswa serta dapat memberikan pengalaman belajar yang berbeda.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *E-learning* dan *M-Learning*

E-learning didefinisikan sebagai segala pemanfaatan atau penggunaan teknologi internet dan web untuk menciptakan pengalaman belajar (El-Seoud *et al.* 2014). Prinsip *E-learning* yaitu terhubung dengan *network* (jaringan komputer) melalui internet mempermudah pengguna melakukan *update* data, menyimpan, mendistribusikan, serta berbagi intruksi dan informasi secara instan (Sari, 2015).

E-learning memiliki pengertian yang sangat luas, sehingga banyak didefinisikan dari berbagai sudut pandang. *E-learning* merupakan pembelajaran yang menggunakan peralatan atau jaringan elektronik (LAN, WAN, atau internet) untuk menyampaikan isi pembelajaran, interaksi, atau bimbingan (Alimuddin dkk., 2015). Menurut Rosenberg (2001), *e-learning* menekankan pada penggunaan alat untuk penyampaian informasi dan serangkaian solusi berbasis teknologi internet, yang bertujuan untuk meningkatkan performansi individu dan organisasi.

Pembelajaran berbasis elektronik memiliki beberapa manfaat terutama kemampuannya dalam mengatasi batasan ruang dan waktu dari proses pembelajaran tatap muka langsung (Kashive *et al.*, 2020). Adapun karakteristik *e-learning* antara lain yaitu: (1) Memanfaatkan jasa teknologi elektronik sehingga dapat memperoleh informasi dan melakukan komunikasi dengan mudah dan cepat, baik antara pengajar dengan pembelajar, atau pembelajar dengan pembelajar; (2) Memanfaatkan media komputer, seperti

jaingan komputer (*computer networks*) atau digital media; (3) Menggunakan materi pembelajaran untuk dipelajari secara mandiri (*self learning materials*); (4) Materi pembelajaran dapat disimpan di komputer sehingga dapat diakses oleh guru dan siswa kapan saja dan di mana saja bila yang bersangkutan memerlukannya; (5) Memanfaatkan komputer untuk proses pembelajaran dan juga untuk mengetahui hasil kemajuan belajar, atau administrasi pendidikan serta untuk memperoleh informasi yang banyak dari berbagai sumber informasi.

E-learning memiliki dua tipe yaitu *synchronous* dan *asynchronous* (Erma Susanti dan Sholeh, 2008). *Synchronous* berarti pada waktu yang sama (Astini, 2020). Proses pembelajaran terjadi pada saat yang sama antara pendidik dan peserta didik. Hal ini memungkinkan interaksi langsung antara pendidik dan peserta didik secara *online*. *Synchronous training* mengharuskan pendidik dan peserta didik mengakses internet secara bersamaan (Hartanto, 2016). Pendidik memberikan materi pembelajaran dalam bentuk makalah atau slide presentasi dan peserta didik dapat mendengarkan presentasi secara langsung melalui internet. Peserta didik juga dapat mengajukan pertanyaan atau komentar secara langsung ataupun melalui *chat window*. *Synchronous training* merupakan gambaran dari kelas nyata, namun bersifat maya (virtual) dan semua peserta didik terhubung melalui internet (Ameli dkk., 2020). *Synchronous training* sering juga disebut sebagai *virtual classroom* (Pakpahan dan Fitriani, 2020).

Asynchronous berarti tidak pada waktu bersamaan. Peserta didik dapat mengambil waktu pembelajaran berbeda dengan pendidik memberikan materi. *Asynchronous training* populer dalam *e-learning* karena peserta didik dapat mengakses materi pembelajaran dimanapun dan kapanpun (Sari dan Priatna, 2020). Peserta didik dapat melaksanakan pembelajaran dan menyelesaikannya setiap saat sesuai rentang jadwal yang sudah ditentukan. Pembelajaran dapat berbentuk bacaan, animasi, simulasi, permainan edukatif, tes, quis dan pengumpulan tugas.

Pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi di dalam dunia pendidikan terus berkembang dalam berbagai strategi dan pola, yang pada dasarnya dapat dikelompokkan ke dalam sistem *e-learning* sebagai bentuk pembelajaran yang memanfaatkan perangkat elektronik dan media digital, maupun *mobile learning (m-learning)* sebagai bentuk pembelajaran yang khusus memanfaatkan perangkat dan teknologi komunikasi bergerak.

Mobile learning (m-learning) merupakan sebuah model pembelajaran yang mengadopsi perkembangan teknologi seluler dan perangkat *handphone* (HP) yang dimanfaatkan sebagai sebuah media pembelajaran (Ammatulloh dkk., 2021). *M-learning* merupakan model pembelajaran alternatif yang memiliki karakteristik tidak tergantung tempat dan waktu. Potensi dan prospek pengembangan *mobile learning* ke depan, sangat terbuka lebar mengingat kecenderungan masyarakat yang semakin dinamis dan mobile serta tuntutan kebutuhan pendidikan yang berkualitas dan beragam. Pembelajaran yang menggunakan *mobile learning* menjadikan siswa dapat mengakses materi pembelajaran melalui *device* bergerak seperti *smartphone* dan tablet, atau segala piranti yang terhubung dengan jaringan internet, sehingga siswa dapat mengakses pembelajaran dimana saja mereka berada tanpa mengenal ruang dan waktu (Rahmat dkk., 2019). Konsep pembelajaran tersebut di harapkan dapat mendorong terwujudnya suasana pembelajaran yang efektif dan inovatif sehingga dapat memotivasi semangat belajar peserta didik dan guru.

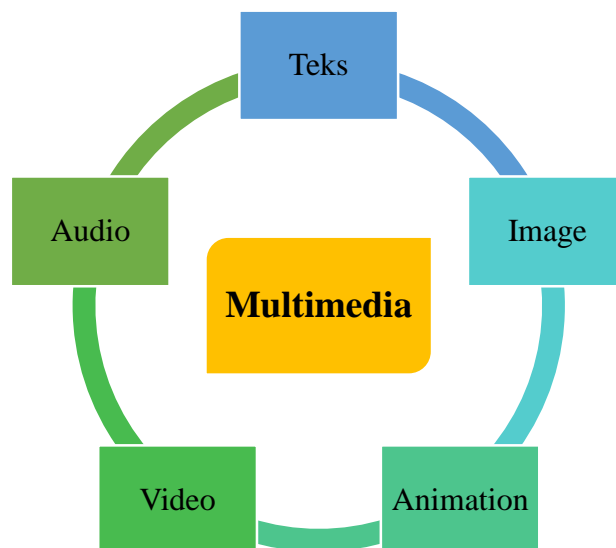
Oleh sebab itu, pada penelitian ini akan mengembangkan bahan ajar berupa e-LKPD. E-LKPD yang dikembangkan akan dirancang agar dapat diakses oleh siswa melalui *smartphone* dengan tujuan untuk membantu dan memfasilitasi kegiatan belajar mengajar sehingga akan terbentuk interaksi yang efektif antara siswa dan guru sehingga dapat meningkatkan aktivitas siswa dalam meningkatkan hasil belajar karena dapat diakses dimana saja dan kapan saja oleh siswa maupun guru.

2.2. Multimedia Interaktif

Media menurut Atapukang (2016) adalah segala sesuatu yang digunakan sebagai penyalur pesan dan mengirim pesan, sehingga dapat merangsang pikiran, perhatian, perasaan dan juga minat serta perhatian dari siswa sedemikian rupa, sehingga di dalam proses mengajar dapat berlangsung dengan efektif dan juga efisien sesuai dengan apa yang diharapkan.

Multimedia merupakan alat yang dapat menciptakan presentasi yang dinamis dan interaktif yang mengkombinasikan teks, grafik, animasi, audio dan gambar video (Liu, 2021). Multimedia adalah kombinasi dari komputer dan video (Rosch, 1996) atau Multimedia adalah pemanfaatan komputer untuk membuat dan menggabungkan teks, grafik, audio, gambar bergerak (video dan animasi) dengan menggabungkan link dan tool yang memungkinkan pemakai melakukan navigasi, berinteraksi, berkreasi dan berkomunikasi (Hofstetter, 2001).

Menurut Senn (1998), multimedia terbagi dalam beberapa elemen seperti yang terlihat dalam gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1 Elemen Multimedia

a. *Text*

Bentuk data multimedia yang paling mudah disimpan dan dikendalikan adalah text. Teks dapat membentuk kata, surat atau narasi dalam multimedia yang menyajikan bahasa. Kebutuhan teks bergantung pada penggunaan aplikasi multimedia.

b. *Image*

Image (grafik) adalah hasil sebuah pengambilan citra yang didapat melalui alat penangkap citra, seperti kamera dan scanner, yang hasilnya sering disebut dengan gambar. Gambar bisa berwujud sebuah ikon, foto ataupun simbol.

c. *Audio*

Audio (suara) adalah komponen multimedia yang dapat berwujud narasi, musik, efek suara atau penggabungan di antara ketiganya.

d. *Video*

Video merupakan sajian gambar dan suara yang ditangkap oleh sebuah kamera, yang kemudian disusun ke dalam urutan frame untuk dibaca dalam satuan detik.

e. *Animation*

Animation (animasi) merupakan penggunaan komputer untuk menciptakan gerak pada layer.

Menurut Binanto (2010), multimedia dibagi menjadi tiga jenis yaitu:

a. *Multimedia Interaktif*

Pengguna dapat mengontrol apa dan kapan elemen-elemen multimedia akan dikirimkan atau ditampilkan. Misalnya *game*, multimedia pembelajaran, website.

b. *Multimedia Hiperaktif*

Multimedia jenis ini mempunyai suatu struktur dari elemen-elemen terkait dengan pengguna yang dapat mengarahkannya. Dapat dikatakan bahwa multimedia jenis ini mempunyai banyak tautan (link) yang

menghubungkan elemen-elemen multimedia yang ada. Contoh: world wide web, website, game online.

c. Multimedia Linear

Pengguna hanya menjadi penonton dan menikmati produk multimedia yang disajikan dari awal hingga akhir. Misalnya televisi, film, majalah, koran.

Salah satu aplikasi yang dapat digunakan untuk merancang dan membuat media pembelajaran semacam ini adalah *iSpring Suite*. *iSpring Suite* merupakan perangkat lunak yang dirancang untuk menciptakan media pembelajaran, yang mencakup berbagai elemen media seperti audio, visual, dan audio-visual. Alat ini kompatibel dengan *PowerPoint* dan dapat bekerja sama dengan berbagai perangkat lunak lainnya, menghasilkan media yang lebih menarik dan interaktif. Lebih jauh, *iSpring Suite* memungkinkan konversi *file PowerPoint* ke format *flash* yang menarik, yang bisa digunakan secara langsung atau dioptimalkan untuk *e-learning*. Oleh karena itu, media pembelajaran yang dihasilkan oleh *iSpring Suite* dapat membantu para guru dalam penyampaian materi, membuat peserta didik menjadi lebih fokus, kondusif dan mudah dalam memahami materi yang diajarkan..

Komponen *iSpring suite* terdiri dari teks, gambar, suara, animasi, dan Video. Menu pada software *iSpring suite* diantaranya terdiri dari:

1. *iSpring Suite Tab*: Ini adalah tab utama pada *iSpring Suite* yang terintegrasi dengan *Microsoft PowerPoint*. Tab ini memberikan akses cepat ke berbagai fitur seperti pembuatan kuis, interaksi, dialog simulasi, penampilan layar, perekaman audio dan video, serta konversi ke format online.
2. *QuizMaker*: *QuizMaker* memungkinkan Anda untuk membuat kuis dan survei interaktif dengan berbagai jenis pertanyaan.
3. *Interactions*: Interaksi memungkinkan Anda untuk membuat konten pembelajaran yang interaktif seperti penjelajahan timeline, tampilan FAQ, buku dan diagram proses.

4. Dialog Simulations: Ini memungkinkan Anda untuk menciptakan dialog interaktif atau simulasi percakapan.
5. Screen Recording: Ini memberikan Anda alat untuk merekam aktivitas pada layar komputer Anda, yang berguna untuk membuat tutorial atau demo.
6. Audio/Video Editor: Ini adalah alat untuk mengedit audio dan video yang telah direkam atau diimpor ke dalam presentasi Anda.
7. Publish: Ini adalah opsi untuk mengubah presentasi PowerPoint Anda menjadi format online yang siap digunakan, seperti SCORM, HTML5, dan lainnya.

Perangkat lunak atau *Software iSpring Suite* memiliki fitur *publish* proyek *flash* menjadi aplikasi Android yang dapat dijadikan sebagai media pembelajaran. File yang berekstensi *.apk* dapat di *copy* ke perangkat mobile berbasis android atau smartphone. *File .apk* yang sudah di salin dapat di pasang pada smartphone berbasis Android, ketika proses *instal* selesai aplikasi sudah dapat dijalankan di smartphone. Berdasarkan penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa kekuatan *iSpring suite* 8 diantaranya sebuah aplikasi yang bisa digunakan dengan mudah oleh pendidik dalam menghasilkan media pembelajaran interaktif yang dapat dijadikan dalam konten *e-learning*, memiliki kompatibilitas yang tinggi karena dapat diakses pada perangkat *modern* apapun, memiliki ukuran file yang cukup kecil sehingga sangat ringan dalam membuat dan menggunakannya, bisa diakses secara online ataupun offline, memiliki fitur tangkap layar yang tidak dimiliki oleh pengembang lain, dapat membuat quiz atau soal-soal dengan mudah dan dengan bentuk soal yang beragam, serta keunggulan-keunggulan lainnya. Oleh karena kemampuan dan kemudahan *software* ini maka dalam penelitian ini, *iSpring Suite* digunakan untuk merancang lembar kerja peserta didik (LKPD) supaya terlihat menarik dan interaktif bagi peserta didik, yang nantinya dapat diakses oleh peserta didik melalui *smartphone*.

2.3. Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD)

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) merupakan sebuah perangkat pembelajaran yang berperan penting dalam pembelajaran (Pulungan dkk., 2020). Menurut Prastowo (2015) LKPD merupakan suatu bahan ajar cetak yang berupa lembaran-lembaran yang berisi materi, ringkasan dan petunjuk yang harus dilaksanakan oleh peserta didik. Dalam hal ini tugas-tugas tersebut sudah disesuaikan dengan kompetensi dasar yang harus dicapai (Gustama dkk., 2018). Tugas-tugas yang diberikan dalam LKPD harus jelas dan sesuai dengan materi yang diajarkan sehingga kompetensi dasar dan tujuan pembelajaran yang akan dicapai dapat tercapai dengan baik, sesuai dengan apa yang diharapkan.

LKPD Menurut Prastowo (2015) LKPD memiliki 4 fungsi sebagai berikut: 1) Sebagai bahan ajar yang meminimalkan peran pendidik, namun lebih mengaktifkan peserta didik. 2) Sebagai bahan ajar yang mempermudah untuk memahami materi yang diberikan. 3) Sebagai bahan ajar yang ringkas dan kaya tugas untuk berlatih. 4) Memudahkan pelaksanaan pengajaran kepada peserta didik. Menurut (Prastowo, 2015) langkah-langkah dalam menyusun LKPD adalah sebagai berikut:

a. Melakukan Analisis Kurikulum

Analisis kurikulum merupakan langkah pertama dalam penyusunan LKPD. Langkah ini dimaksudkan untuk menentukan materi-materi mana yang memerlukan bahan ajar LKPD.

b. Menyusun peta kebutuhan LKPD

Peta kebutuhan LKPD sangat diperlukan untuk mengetahui jumlah yang harus ditulis serta melihat sekuensi atau urutannya. Langkah ini biasanya diawali dengan analisis kurikulum dan analisis sumber belajar.

c. Menentukan judul LKPD

Judul ditentukan dengan melihat hasil analisis standar kompetensi dan kompetensi dasar, materi-materi pokok, atau dari pengalaman belajar yang terdapat dalam kurikulum. Satu kompetensi dasar dapat

dikembangkan menjadi sebuah judul LKPD apabila kompetensi dasar tersebut tidak terlalu besar.

d. Penulisan LKPD

Dalam penulisan LKPD terdapat langkah-langkah yang harus diperhatikan, yaitu: merumuskan kompetensi dasar, menentukan alat penilaian, menyusun materi, memperhatikan struktur LKPD.

Unsur – Unsur Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Bahan ajar Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), merupakan bahan ajar yang lebih sederhana daripada modul. LKPD memuat paling tidak delapan unsur, yaitu judul, kompetensi yang akan dicapai, waktu penyelesaian, peralatan atau bahan, informasi singkat, langkah kerja, tugas yang harus dilakukan, dan laporan yang harus dikerjakan (Sari dan Lepiyanto, 2016). Unsur-unsur tersebut sangat dibutuhkan untuk penyusunan bahan ajar.

Terdapat 4 syarat yang harus dipenuhi dalam mengembangkan LKPD yakni:

a) syarat proses, sesuai dengan Direktorat Pembinaan SMA (2010) tentang langkah penyusunan LKPD, b) syarat struktur, sesuai dengan pendapat Prastowo (2014) tentang struktur LKPD, c) syarat komponen, sesuai dengan PP (Peraturan Pemerintah) No. 19 tahun 2005 pasal 43 poin 5 tentang standar nasional pendidikan, dan Permendiknas No. 41 tahun 2007 tentang standar proses pendidikan melalui BSNP (Badan Standar Nasional Pendidikan), dan d) syarat penggunaan, sesuai dengan validitas dan reliabilitas instrumen.

Perkembangan teknologi melahirkan banyak terobosan baru dalam industri media yang mengarahkan kepada media digital atau elektronik. Bahan ajar yang dapat dimodifikasi penyajiannya kedalam bentuk elektronik salah satunya yaitu LKPD terutama dalam proses pembelajaran *online* (Suryaningsih dan Nurlita, 2021). Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik atau *e-LKPD* merupakan jenis LKPD elektronik yang menjadi sarana untuk membantu dan memfasilitasi kegiatan belajar mengajar sehingga dalam proses belajar mengajar akan terbentuk interaksi yang efektif antara pendidik

dan peserta didik (Ranti dan Usmeldi, 2019). *E-LKPD* merupakan bahan ajar berbantu komputer yang didalamnya terdapat gambar, animasi maupun video-video sehingga pembelajaran lebih afektif dan membuat peserta didik tidak merasa bosan (Awaluddin dan Winarti, 2016). Menggunakan *E-LKPD* yang digabungkan dengan metode pembelajaran yang tepat seperti pembelajaran berbasis masalah yang menuntut peserta didik untuk mencari solusi atau jawaban atas masalah yang diberikan selama pembelajaran (Choo, *et al.* 2011).

e-LKPD merupakan pedoman pembelajaran peserta didik untuk mempermudah peserta didik dalam pelaksanaan proses belajar mengajar secara daring dalam bentuk elektronik yang dapat diakses pada desktop komputer, laptop, *notebook*, dan *handphone*. Kelebihan *E-LKPD* adalah dapat mempermudah dan mempersempit ruang dan waktu sehingga pembelajaran menjadi lebih efektif. Selain itu, *E-LKPD* dapat menjadi sarana yang menarik ketika minat belajar peserta didik berkurang (Suryaningsih dan Nurlita, 2021; Syafitri dan Tressyalina, 2020).

2.4. Inquiry

Pembelajaran berbasis Inquiry adalah salah satu strategi yang menempatkan pertanyaan, ide, pengamatan siswa sebagai pusat pengalaman pembelajaran (Irawan dkk., 2018). Pembelajaran berbasis Inquiry menekankan pada keaktifan siswa dan tanggung jawab siswa untuk menemukan pengetahuan baru dengan cara menyelidiki suatu hubungan (Pedaste *et al.*, 2015).

Pedaste *et al.* (2015) menjelaskan sintaks kegiatan *Inquiry* sebagai berikut:

a. Orientasi (*Orientation*)

Pada tahap orientasi ini menyiapkan siswa dalam pembelajaran. Hal ini meliputi memberikan motivasi siswa dalam pembelajaran, membuat siswa tertarik, membuat siswa ingin tahu secara lebih, dan menghubungkan dengan pengetahuan sebelumnya. Pengenalan terhadap

tujuan pembelajaran dan kriteria keberhasilan memfokuskan siswa untuk menghadapi persoalan penting dan menentukan tingkat penguasaan yang diharapkan. Tahap ini menekankan pada proses merangsang keingintahuan tentang suatu topik dan mengatasi tantangan belajar melalui pernyataan masalah.

b. *Konseptualisasi (Conceptualization)*

Proses menyatakan pertanyaan berbasis teori dan / Mempertanyakan atau hipotesis. Proses ini menghasilkan pertanyaan penelitian berdasarkan masalah yang dikemukakan. Proses menghasilkan hipotesis tentang masalah yang dinyatakan.

c. *Investigasi (Investigation)*

Proses eksplorasi perencanaan atau eksperimen, pengumpulan dan analisis data berdasarkan desain eksperimental atau eksplorasi. Proses ini menekankan pada pembuatan data yang sistematis dan terencana berdasarkan pertanyaan penelitian. Proses merancang dan melakukan percobaan untuk menguji hipotesis. Proses memaknai data yang dikumpulkan dan mensintesis pengetahuan baru.

d. *Menyimpulkan (Conclusion)*

Proses menarik kesimpulan dari data. Membandingkan kesimpulan yang dibuat berdasarkan data dengan hipotesis atau pertanyaan penelitian.

e. *Diskusi (Discussion)*

Proses penyajian temuan fase tertentu atau seluruh siklus penyelidikan oleh berkomunikasi dengan orang lain dan / atau mengendalikan seluruh proses pembelajaran atau tahapannya dengan melakukan kegiatan reflektif. Proses menyajikan hasil dari fase inkuiri atau seluruh siklus inkuiri kepada orang lain (rekan, guru) dan mengumpulkan umpan balik dari mereka. Diskusi dengan orang lain. Proses mendeskripsikan, mengkritik, mengevaluasi, dan mendiskusikan seluruh siklus inkuiri atau fase tertentu. Diskusi batin

Proses Investigasi dalam *Inquiry* melibatkan upaya bagi siswa untuk menemukan jawaban atas pertanyaan/masalah baik yang diajukan oleh anak itu sendiri pada berbagai tahap proses pembelajaran atau diusulkan oleh guru dan diadopsi oleh anak. Mereka mungkin berasal dari kebutuhan untuk mengumpulkan informasi tambahan, untuk menambah pengetahuan mereka, atau untuk bereksperimen untuk menguji ide, hipotesis dan pertanyaan yang muncul selama sesi bermain bebas, selama diskusi kelompok, atau pada kesempatan lain, seperti kunjungan atau peristiwa terkini. Ekspresi kreatif mempengaruhi kompetensi anak yang berkembang sebagai pemecah masalah yang kreatif dan memberikan wawasan tentang dunia di sekitar mereka (Michalopoulou, 2014).

Mengadopsi pembelajaran berbasis *Inquiry* terfokus pada keterlibatan siswa serta memaksimalkan proses pembelajaran (Gholam, 2019). *Inquiry* mampu mendukung pengembangan pemecahan masalah yang mencakup penemuan, analisis, sampai dengan pemikiran kreatif siswa (Saunders-Stewart *et al.*, 2012). Pembelajaran berbasis *Inquiry* berpusat pada siswa yang memanfaatkan tugas-tugas bermakna seperti kasus, proyek, dan penelitian untuk menempatkan pembelajaran (Avsec and Kocijancic, 2016). Dengan *Inquiry* siswa terlibat dalam proses pembelajaran dan memahami fenomena yang ada di sekitar mereka. Selama proses *Inquiry* siswa diharapkan bekerja secara kolaboratif untuk mengidentifikasi bagaimana memecahkan masalah, memperoleh keterampilan penelitian, dan kapasitas trade-of (Avsec *et al.*, 2014; Gholam, 2019). Jika pembelajaran berbasis *Inquiry* diterapkan secara efektif oleh guru terampil yang bersedia mengajar, mengajarkan, dan mencontoh pola berpikir, maka siswa akan terlibat dalam budaya kelas yang memperkuat kolaborasi, pemecahan masalah, refleksi, diferensiasi, motivasi, dan yang terpenting, transfer pengetahuan dan keterampilan untuk situasi baru di dalam dan di luar kelas. Dengan pengembangan profesional berkelanjutan, kolaborasi dengan pendidik berbasis inkuiri yang berpengalaman, dan dengan perencanaan yang cermat dan implementasi (Gholam, 2019).

2.5. *Sains, Technology, Engineering, Mathematics (STEM)*

Pendidikan abad ke-21 menuntut siswa memiliki keterampilan, pengetahuan, dan kemampuan untuk menguasai bidang teknologi, media, dan informasi. STEM merupakan sebuah pendekatan pembelajaran yang menggunakan pendekatan antar ilmu dimana pengaplikasiannya dilakukan dengan pembelajaran aktif berbasis permasalahan (Kelley and Knowles, 2016; Lämsä *et al.*, 2018). STEM diharapkan dapat menghasilkan pembelajaran yang bermakna bagi peserta didik melalui integrasi pengetahuan, konsep dan keterampilan secara sistematis (Afriana dkk., 2016). Kemudian peserta didik memiliki cara berpikir yang berbeda dan mengembangkan daya kritis serta membentuk logika berpikir, sehingga bisa diaplikasikan di berbagai ilmu (Ntemngwa and Oliver, 2018). Selain itu, para peserta didik akan terbiasa memecahkan masalah dengan baik. Berdasarkan pendapat di atas dapat disimpulkan bahwa STEM adalah pembelajaran yang menekankan pembelajaran bermakna melalui penerapan dalam kehidupan sehari-hari diberbagai bidang ilmu agar terbiasa memecahkan masalah dengan baik.

Merangkai Pendidikan STEM menjadi satu kesatuan yang menekankan hubungan antara empat disiplin sangat sulit karena berpengaruh terhadap efektivitas program Pendidikan STEM (Barakos *et al.*, 2012). Roberts dan Cantu telah mengembangkan tiga pendekatan yang dapat digunakan dalam praktik pengintegrasian disiplin-disiplin STEM (Roberts and Cantu, 2012). Tiga pendekatan pendidikan STEM tersebut yaitu pendekatan terpisah (silo), pendekatan tertanam (*embeded*), dan pendekatan terpadu (terintegrasi). Berikut uraian penjelasannya:

- 1) Pendekatan silo (terpisah) pada pendidikan STEM mengacu empat mata pelajaran (sains, teknologi, teknik, dan matematika) diajarkan secara terpisah satu sama lain dan tidak terintegrasi, keadaan ini digambarkan sebagai S-T-E-M daripada STEM (Dugger, 2015). Pendekatan silo memberikan penekanan bagaimana ilmu pengetahuan, teknologi dan

rekayasa, dan pendidikan matematika telah didekati dalam desain kurikulum dan pengajaran (Asmuniv, 2015).

- 2) Pendekatan *embedded* (tertanam) lebih menekankan untuk mempertahankan integritas materi pelajaran, bukan fokus pada interdisiplin mata pelajaran.
- 3) Pendekatan terpadu (terintegrasi) bertujuan untuk menghapus dinding pemisah antara keempat disiplin STEM pada pendekatan silo dan pendekatan *embedded* dan mengajar peserta didik sebagai salah satu subyek. Pendekatan terintegrasi berbeda dengan pendekatan tertanam dalam hal standar evaluasi dan menilai atau tujuan dari masing-masing daerah kurikulum yang telah dimasukkan dalam pelajaran (Juniaty and Supriyono, 2016).

Ketiga pendekatan tersebut untuk mempermudah menerapkan pembelajaran yang bermakna bagi peserta didik, mempermudah mengintegrasikan pengetahuan, konsep dan keterampilan secara sistematis pada pembelajaran STEM (Kelley and Knowles, 2016).

Berbagai kemudahan yang diperoleh dengan menerapkan STEM, berikut beberapa kelebihan penerapan STEM pada pembelajaran (Beatty, 2011):

- a) Menumbuhkan pemahaman tentang hubungan antara prinsip, konsep dan keterampilan domain di disiplin tertentu.
- b) Membangkitkan rasa ingin tahu peserta didik dan memicu imajinasi kreatif dan berpikir kritis.
- c) Membantu peserta didik untuk memahami dan mengalami proses penyelidikan ilmiah.
- d) Mendorong kolaborasi pemecahan masalah dan saling ketergantungan dalam kerja kelompok.
- e) Memperluas pengetahuan peserta didik diantaranya pengetahuan matematika dan ilmiah.
- f) Membangun pengetahuan aktif dan ingatan melalui pembelajaran mandiri.

- g) Memupuk hubungan antara berpikir, melakukan, dan belajar.
- h) Meningkatkan minat peserta didik, partisipasi dan meningkatkan kehadiran.
- i) Mengembangkan kemampuan peserta didik untuk menerapkan pengetahuan.

Beberapa kelebihan STEM yang telah dipaparkan bahwa STEM dapat membantu peserta didik berpikir kreatif dan berkolaborasi dengan baik. Sesuai dengan variabel penelitian ini yaitu kemampuan berpikir kreatif dan kolaborasi.

2.6. Teori Belajar Kognitif

Teori perkembangan kognitif Jean Piaget atau teori Piaget menunjukkan bahwa kecerdasan berubah seiring dengan pertumbuhan anak. Perkembangan kognitif seorang anak bukan hanya tentang memperoleh pengetahuan, anak juga harus mengembangkan atau membangun mentalnya (Jarvis, 2000). Menurut Piaget, anak dilahirkan dengan beberapa skemata sensorimotor, yang memberi kerangka bagi interaksi awal anak dengan lingkungannya (Wilis, 2011). Pengalaman awal si anak akan ditentukan oleh skemata sensorimotor ini. Dengan kata lain, hanya kejadian yang dapat diasimilasikan ke skemata itulah yang dapat di respons oleh si anak, dan karenanya kejadian itu akan menentukan batasan pengalaman anak. Tetapi melalui pengalaman yang dialami anak, skemata awal ini dimodifikasi.

Pertumbuhan intelektual yang dimulai dengan respons reflektif anak terhadap lingkungan akan terus berkembang sampai ke titik di mana anak mampu memikirkan kejadian potensial dan mampu secara mental mengeksplorasi kemungkinan akibatnya (Jarvis, 2011). Ada 4 tahapan perkembangan anak menurut Piaget yaitu, tahap sensorimotor (usia 18 – 24 bulan), tahap pra-operasional (usia 2 – 7 Tahun), tahap operasional konkret (usia 7 – 11 Tahun), tahap operasional formal (usia 12 tahun ke atas).

2.7. Teori Konstruktivisme

Konstruktivisme adalah teori belajar yang menekankan bagaimana siswa membangun pengetahuan mereka sendiri dan pemahaman tentang dunia melalui pengalaman dan refleksi tentang pengalaman tersebut. Dengan kata lain, pembelajaran merupakan proses konstruksi aktif, bukan penerimaan pasif.

Konstruktivisme memiliki dua varian utama: konstruktivisme kognitif dan konstruktivisme sosial. Konstruktivisme kognitif, dipelopori oleh Jean Piaget, berfokus pada proses kognitif internal individu dan bagaimana mereka memahami dan menafsirkan dunia mereka sendiri. Sementara itu, konstruktivisme sosial, sering dikaitkan dengan Lev Vygotsky, menekankan pada bagaimana individu belajar dalam konteks sosial dan budaya.

Jean Piaget berpendapat bahwa, “Pengetahuan bukanlah sesuatu yang dapat ditransfer, melainkan sesuatu yang dibangun oleh pelajar itu sendiri dalam proses aktif” (Piaget, 1973). Ini menunjukkan pandangan konstruktivisme bahwa pembelajaran terjadi melalui proses konstruksi aktif pengetahuan, bukan melalui transfer pengetahuan dari guru ke siswa.

Dalam teori konstruktivisme sosial Vygotsky, ia berpendapat bahwa, “Melalui orang lain, kita menjadi diri kita sendiri” (Vygotsky, 1978). Ini menunjukkan bahwa dalam konstruktivisme sosial, proses belajar dan pembangunan pengetahuan terjadi dalam konteks sosial dan budaya.

Untuk mengimplementasikan pendekatan konstruktivis dalam pendidikan, guru perlu menciptakan lingkungan belajar yang mendukung proses konstruksi pengetahuan, memfasilitasi pengalaman belajar yang bermakna, dan mendorong interaksi sosial dan kolaborasi. LKPD adalah salah satu alat yang bisa digunakan oleh guru untuk merancang pengalaman belajar siswa yang mendukung pembentukan pengetahuan secara aktif, yang merupakan

prinsip dasar teori konstruktivisme. Penggunaan LKPD yang efektif bisa mendukung pendekatan konstruktivistik dalam pembelajaran. Guru harus merancang LKPD dengan hati-hati untuk memastikan bahwa itu mendorong siswa untuk aktif dalam pembentukan pengetahuan mereka sendiri

2.8. Teori Belajar Bermakna

Pembelajaran bermakna merupakan suatu proses menghubungkan informasi baru pada konsep-konsep relevan yang terdapat dalam struktur kognitif seseorang. Menurut Bruner belajar bermakna hanya dapat terjadi melalui belajar penemuan. Pengetahuan yang diperoleh melalui belajar penemuan bertahan lama, dan mempunyai efek transfer yang lebih baik. Belajar penemuan meningkatkan penalaran dan kemampuan berfikir secara bebas dan melatih keterampilan-keterampilan kognitif untuk menemukan dan memecahkan masalah.

Pembelajaran bermakna diawali dengan pengamatan. Artinya, konstruksi pengetahuan dimulai dengan pengamatan dari peristiwa dan objek melalui konsep-konsep yang sudah dimiliki. Dalam pembelajaran bermakna, seseorang harus menghubungkan pengetahuan baru pada konsep yang relevan dengan apa yang telah mereka ketahui, dengan kata lain bahwa pengetahuan baru harus berinteraksi dengan struktur kognitif pembelajar. Kemudian belajar dikategorikan menjadi dua yaitu; (1) Berhubungan dengan cara informasi itu disajikan kepada peserta didik melalui penerimaan dan penemuan; (2) Berhubungan dengan cara peserta didik menghubungkan informasi tersebut ke dalam struktur kognitifnya dalam bentuk fakta, konsep dan generalisasi yang telah dipelajari dan diingat peserta didik (Ausubel and Fitzgerald, 1961). Berdasarkan uraian diatas ada tiga persyaratan yang diperlukan agar berlangsungnya suatu pembelajaran bermakna yaitu (Novak, 2011):

- 1) Materi yang akan dipelajari harus bermakna secara potensial artinya, materi harus memiliki kebermaknaan logis, konsisten dengan yang telah

diketahui peserta didik, dan sesuai dengan tingkat perkembangan dalam struktur kognitif peserta didik.

- 2) Harus memiliki konsep dan proposisi yang relevan dalam struktur kognitifnya.
- 3) Peserta didik harus memilih untuk menghubungkan dan menginterpretasikan pengetahuan baru dengan pengetahuan yang telah dimiliki yang relevan dalam struktur kognitifnya.

2.9. Berpikir Kreatif

Berpikir merupakan suatu aspek dari eksistensi manusia. Kemampuan untuk mewujudkan eksistensinya itu ialah dengan jalan proses berpikir. Proses berpikir itu dapat diwujudkan dalam dua bentuk, yaitu proses berpikir tingkat rendah dan proses berpikir tingkat tinggi. Salah satu dasar dari hakikat sains adalah bahwa pengetahuan ilmiah merupakan produk kreativitas dan imajinasi (Al-Abdali and Al-Balushi, 2016). Berpikir kreatif adalah proses yang digunakan untuk menghasilkan ide-ide baru, untuk memberikan solusi baru untuk suatu masalah, dan untuk memberikan pandangan pemikiran yang orisinal (Al-Abdali and Al-Balushi, 2016; Rivas, 2017). Pemikiran kreatif menjadi sangat penting karena pemikiran kreatif mempertimbangkan peran ide-ide baru dalam mengubah dunia. Melalui penemuan ide-ide baru dalam proses pembelajaran diharapkan siswa menyukai kegiatan pembelajaran sehingga dapat memperkuat keterampilannya (Alkathiri *et al.*, 2018; Atun, 2021).

Pada hakikatnya berpikir kreatif berhubungan dengan penemuan sesuatu, mengenai hal yang menghasilkan sesuatu yang baru dengan menggunakan sesuatu yang telah ada. Secara tradisional kreativitas dibatasi sebagai mewujudkan sesuatu yang baru dalam kenyataan. Sesuatu yang baru itu mungkin berupa perbuatan atau tingkah laku, suatu bangunan misalnya gedung, dan hasil lainnya. Berpikir adalah suatu kegiatan akal untuk mengolah pengetahuan yang telah diperoleh melalui indra dan ditujukan

untuk mencapai kebenaran (Wulandari dkk., 2019). Maxwell dalam (Wulandari dkk., 2019) mengartikan berpikir sebagai segala aktivitas mental yang membantu merumuskan atau memecahkan masalah, membuat keputusan, atau memenuhi keinginan untuk memahami; berpikir adalah sebuah pencarian jawaban, sebuah pencapaian makna. Menurut Paul and Elder, (2014) berpikir adalah melatih ide-ide dengan cara yang tepat dan seksama yang dimulai dengan adanya masalah. Berpikir adalah sebuah proses dimana representasi mental baru dibentuk melalui transformasi informasi dengan interaksi yang kompleks atribut-atribut mental seperti penilaian, abstraksi, logika, imajinasi, dan pemecahan masalah (Sanjaya dkk., 2018).

Ada empat ciri kreativitas yang didefinisikan oleh Torrance (1974) yaitu; orisinalitas, kelancaran, fleksibilitas, dan elaborasi. *fluency*, yaitu banyaknya jawaban yang diberikan siswa tentang suatu masalah. *flexibility* dapat diartikan sebagai potensi siswa untuk berubah dari satu jenis pemikiran ke pemikiran lain ketika menciptakan solusi. Terakhir, *originality* diartikan sebagai kemampuan seseorang untuk keluar dengan ide-ide unik, suka melakukan hal-hal yang tidak terduga atau menunjukkan kemampuan yang berbeda dari orang lain (Şener and Taş, 2017).

Berpikir kreatif adalah aktivitas berpikir untuk menghasilkan sesuatu yang kreatif dan orisinal (Kuo, 2016). Berpikir kritis juga merupakan aktivitas kognitif yang melibatkan proses musyawarah yang kompleks untuk menganalisis informasi dan membuat keputusan yang tepat (Yu *et al.*, 2015). Baer, (2016) mengemukakan berpikir kreatif yaitu (1) lancar, adalah kemampuan menghasilkan banyak ide, (2) luwes, adalah kemampuan menghasilkan ide-ide yang bervariasi, (3) orisinal, adalah kemampuan menghasilkan ide baru atau ide yang sebelumnya tidak ada, dan (4) memerinci, adalah kemampuan mengembangkan atau menambahkan ide-ide sehingga dihasilkan ide yang rinci atau detail. Indikator kemampuan berpikir kreatif oleh (Treffinger *et al.*, 2002) terdapat 4 aspek, yaitu *fluency* (berpikir

lancar), *flexibility* (berpikir luwes), *originality* (orisinal), dan *elaboration* (elaborasi).

Tabel 2.1. Indikator Kemampuan Berpikir Kreatif

Indikator	Deskripsi
<i>fluency</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengacu pada kuantitas atau kemampuan untuk menghasilkan sejumlah besar ide dalam menanggapi pertanyaan terbuka atau mengacu pada proses berpikir seseorang. 2. Kefasihan dibangun di atas premis bahwa kuantitas generasi ide dapat merangsang produksi ide-ide yang baru dan berguna. 3. Kuantitas memberikan peluang untuk kualitas
<i>flexibility</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengacu pada kemampuan untuk mengubah arah pemikiran seseorang atau mengubah sudut pandang seseorang. 2. Fleksibilitas melibatkan keterbukaan untuk memeriksa ide-ide dan pengalaman dengan cara yang tidak terduga atau bervariasi, dan dengan demikian, untuk menemukan kemungkinan yang mengejutkan dan menjanjikan.
<i>originality</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengacu pada kemampuan untuk menghasilkan ide-ide baru dan tidak biasa. 2. Orisinalitas berkaitan dengan menghasilkan opsi yang tidak biasa atau secara statis jarang terjadi (yaitu gagasan yang mungkin ditawarkan oleh sedikit orang dalam kelompok mana pun).
<i>elaboration</i>	<p>Mengacu pada kemampuan untuk menambahkan detail dan memperluas ide.</p> <p>Elaborasi melibatkan membuat ide lebih kaya, lebih menarik, atau lebih lengkap.</p>

(Treffinger *et al.*, 2002)

Pembelajaran yang dapat memberikan peserta didik kesempatan yang lebih untuk mengeksplorasi permasalahan yang memberikan solusi dapat meningkatkan kemampuan peserta didik dalam berpikir kreatif. Faktor pendorong kreativitas yaitu: (Febrianti dkk., 2016)

- a. Kepekaan dalam melihat lingkungan: peserta didik sadar bahwa berada di tempat yang nyata.

- b. Kebebasan dalam melihat lingkungan: mampu melihat masalah dari segala arah.
- c. Komitmen kuat untuk maju dan berhasil: hasrat ingin tahu besar.
- d. Optimis dan berani mengambil risiko: suka tugas yang menantang.
- e. Ketekunan untuk berlatih: wawasan yang luas.
- f. Lingkungan kondusif, tidak kaku, dan otoriter.

2.10. Kemampuan Kolaboratif

Pembelajaran kolaboratif adalah pembelajaran yang menggunakan kelompok-kelompok kecil siswa yang bekerja sama untuk memaksimalkan hasil belajar mereka. Kolaborasi memungkinkan kelompok membuat keputusan yang lebih baik daripada melakukannya secara individu (Atun, 2021). Hal ini terjadi karena mereka akan mempertimbangkan berbagai perspektif. Pembelajaran kolaboratif memiliki dapat membantu siswa dengan cara belajar Bersama dalam perjalanan pemerolehan pengetahuan dan keterampilan (Chang *et al.*, 2015). Menurut Panitz (1997), pembelajaran kolaboratif merupakan metode pembelajaran yang menempatkan kerjasama sebagai kunci keberhasilan suatu kelompok dalam mencapai tujuan bersama. Bekerja sama, membangun bersama, belajar bersama, maju bersama, dan berhasil bersama adalah ide-ide kunci dalam pembelajaran kolaboratif. Melalui kegiatan diskusi, aktivitas pemecahan masalah dalam kelompok, dan *sharing* pengalaman masing-masing pembelajar, telah memberikan suasana yang lebih bermakna dan tentu berujung pada peningkatan kompetensi pembelajar baik individu maupun kelompok khususnya dalam menemukan alternatif solusi terhadap kasus yang ada.

Terdapat lima unsur dasar agar dalam suatu kelompok dapat dikatakan sebagai pembelajaran kolaboratif (Johnson and Johnson, 2017):

- a. Saling ketergantungan positif. Dalam pembelajaran ini setiap siswa harus merasa bahwa ia bergantung secara positif dan terikat dengan antarsesama anggota kelompoknya dengan tanggung jawab: (1)

menguasai bahan pelajaran; dan (2) memastikan bahwa semua anggota kelompoknya pun menguasainya.

- b. Interaksi langsung antarsiswa. Hasil belajar yang terbaik dapat diperoleh dengan adanya komunikasi verbal antarsiswa yang didukung oleh saling ketergantungan positing. Siswa harus saling berhadapan dan saling membantu dalam pencapaian tujuan belajar.
- c. Pertanggung jawaban individu. Dalam suatu kelompok siswa dapat menyumbang, mendukung dan membantu satu sama lain, setiap siswa dituntut harus menguasai materi yang dijadikan pokok bahasan. Dengan demikian setiap anggota kelompok bertanggung jawab untuk mempelajari pokok bahasan dan bertanggung jawab pula terhadap hasil belajar kelompok.
- d. Keterampilan berkolaborasi. Keterampilan sosial siswa sangat penting dalam pembelajaran. Siswa dituntut mempunyai keterampilan berkolaborasi, sehingga dalam kelompok tercipta interaksi yang dinamis untuk saling belajar dan membelajarkan sebagai bagian dari proses belajar kolaboratif.
- e. Keefektifan proses kelompok. Siswa memproses keefektifan kelompok belajarnya dengan cara menjelaskan tindakan mana yang dapat menyumbang belajar dan mana yang tidak serta membuat keputusan-keputusan Tindakan yang dilanjutkan atau yang perlu diubah.

Oleh karena itu keterampilan kolaborasi khususnya dalam pembelajaran perlu mendapatkan perhatian dari orang tua dan pendidik untuk diberikan kepada anak semenjak usia dini, agar menjadi suatu kebiasaan bagi peserta didik dalam kehidupan sehari-hari. Keterampilan kolaborasi dapat diajarkan melalui keluarga, lembaga sekolah, lembaga agama, dan lembaga sosial yang lainnya, juga dalam proses pembelajaran khususnya dalam pembelajaran fisika (Sholeha et al., 2019). Berikut Tabel 2.2 adalah rubrik keterampilan kolaborasi yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 2.2. Rubrik *Collaboration Skills*

Indikator	4	3	2	1
Partisipasi	Berpartisipasi penuh dan selalu ada dalam kelas	Berpartisipasi penuh dan selalu ada dalam kelas	Anggota kelompok berpartisipasi tetapi membuang waktu secara teratur dan / atau jarang bertugas.	Anggota kelompok tidak berpartisipasi, membuang waktu, atau mengerjakan materi yang tidak berhubungan
Kepemimpinan	Anggota kelompok mengambil kepemimpinan dengan cara yang tepat bila perlu dengan membantu kelompok tetap di jalur, mendorong partisipasi kelompok, mengajukan solusi untuk masalah, dan memiliki sikap positif	Anggota kelompok terkadang mengambil kepemimpinan dengan cara yang tepat	Anggota kelompok biasanya mengizinkan orang lain untuk mengambil alih kepemimpinan atau sering mendominasi kelompok	Anggota kelompok tidak mengambil kepemimpinan atau menganggapnya tidak produktif.
Mendengar	Anggota grup mendengarkan ide orang lain dengan cermat	Anggota grup biasanya mendengarkan ide orang lain.	Anggota kelompok terkadang tidak mendengarkan gagasan orang lain.	Anggota kelompok tidak mendengarkan orang lain dan sering menyela mereka
Umpan Balik	Anggota kelompok menawarkan umpan balik yang rinci dan konstruktif bila perlu	Anggota kelompok menawarkan umpan balik yang konstruktif bila perlu	Anggota kelompok sesekali menawarkan umpan balik yang konstruktif, tetapi terkadang komentarnya tidak sesuai atau tidak berguna.	Anggota grup tidak menawarkan umpan balik yang konstruktif atau bermanfaat.
Kerja sama	Anggota kelompok memperlakukan orang lain dengan hormat dan membagi beban pekerjaan dengan adil.	Anggota kelompok biasanya memperlakukan orang lain dengan hormat dan membagi beban pekerjaan dengan adil.	Anggota kelompok terkadang memperlakukan orang lain dengan tidak hormat dan / atau tidak membagi beban	Anggota kelompok sering memperlakukan orang lain dengan tidak hormat dan / atau tidak membagi beban

			pekerjaan dengan adil	pekerjaan dengan adil
Manajemen Waktu	Anggota grup menyelesaikan tugas yang diberikan tepat waktu.	Anggota kelompok biasanya menyelesaikan tugas yang diberikan tepat waktu dan tidak menunda kemajuan di surat kabar karena pekerjaan yang tidak lengkap	Anggota kelompok sering tidak menyelesaikan tugas yang diberikan tepat waktu, dan sering menunda penyelesaian tugas.	Anggota kelompok tidak menyelesaikan sebagian besar tugas yang diberikan tepat waktu dan sering memaksa kelompok untuk melakukan penyesuaian dan perubahan pada menit terakhir

(Project, 2010)

2.11. Penelitian yang Relevan

Adapun beberapa penelitian yang relevan terkait penelitian ini dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut.

Tabel 2.3. Penelitian yang relevan

Nama Peneliti	Nama Jurnal	Judul Artikel	Hasil Penelitian
(Atika Nur Hidayah, Puji Hariati Winingsih, dan Ayu Fitri Amalia 2020)	Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika-COMPTON	<i>Development Of Physics E-LKPD (Electronic Worksheets) Using 3D Pageflip Based on Problem Based Learning on Balancing and Rotation Dynamics</i>	Diperoleh produk berupa e-LKPD (Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik) Fisika dengan 3D Pageflip Berbasis Problem Based Learning pada Pokok Bahasan Keseimbangan dan Dinamika Rotasi. E-LKPD Fisika ini telah berhasil disusun melalui beberapa tahapan yaitu: potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi e-LKPD, revisi e-LKPD, uji coba e-LKPD, validasi e-LKPD, dan produk akhir. Kelayakan produk ini menurut validator adalah Sangat Baik (91%) dan Baik

Nama Peneliti	Nama Jurnal	Judul Artikel	Hasil Penelitian
(Hamidah & Widyastuti, 2020)	Jurnal Pendidikan Matematika Raflesia	Aplikasi <i>construct 2</i> pengembangan E-LKPD dengan berbasis STEM	(9%). Sehingga layak untuk digunakan di sekolah sebagai salah satu bahan ajar bagi peserta didik hasil penelitian Respon peserta didik terhadap e-LKPD berbasis STEM “yaitu “Sangat menarik” dari perhitungan skor rata-rata pada uji coba skala kecil yaitu 3,65% dan pada uji coba lapangan skala besar yang diikuti oleh 30 peserta didik skor rata-rata kemenarikan yang diperoleh yaitu 3,55 pada kriteria “Sangat menarik” dan dikategorikan sangat layak untuk digunakan
(Irfana <i>et al.</i> , 2019)	<i>Unnes Physics Education Journal</i>	Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis <i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i> untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik	hasil uji kelayakan yang ditinjau dari aspek kelayakan isi, penyajian, dan bahasa, sebesar 85,21% menunjukkan bahwa LKPD berbasis STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif sangat layak digunakan. Hasil uji keterbacaan sebesar 89,66% menunjukkan bahwa LKPD berbasis STEM mudah dipahami. Berdasarkan uji coba kelompok besar, LKPD berbasis STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif, yaitu pada aspek

Nama Peneliti	Nama Jurnal	Judul Artikel	Hasil Penelitian
(Apriyanto et al., 2019)	<i>Journal of Indonesian Society of Integrated Chemistry</i>	<i>Development of E-LKPD with Scientific Approach of Electrolyte and Non-Electrolyte Solutions</i>	kelancaran, keluwesan, elaborasi, dan keaslian yang ditandai dengan peningkatan nilai <i>pretest-posttest</i>
(Fhadhila et al., 2018)	Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni	<i>Developing Student Worksheet of Temperature and Heat Based on Scientific Process Skill</i>	hasil respon siswa pada uji coba kelompok kecil diperoleh persentasi skor sebesar 81,7% dan melihat data tabel kriteria penilaian kualifikasi produk, maka produk yang dikembangkan oleh pengembang dapat dikategorikan sangat baik. Sedangkan pada uji coba kelompok besar diperoleh persentasi skor sebesar 82,3% yang mengidentifikasi produk yang dikembangkan termasuk kategori sangat baik
			hasil hasil penelitian dapat dikatakan bahwa LKPD mencapai tujuan pengembangan karakteristik yaitu memiliki validitas isi dan validitas konstruk dalam kategori baik, angket masukan pengguna dengan hasil sangat mudah digunakan, sangat menarik dan bermanfaat, dan keefektifan peningkatan rata-rata hasil belajar siswa pada kategori sangat tinggi. Untuk penelitian selanjutnya, peneliti menyarankan agar LKPD berbasis Keterampilan

Nama Peneliti	Nama Jurnal	Judul Artikel	Hasil Penelitian
(Mutlu, 2020)	<i>Reflective Practice</i>	<i>Evaluation of students' scientific process skills through reflective worksheets in the Inquiry-based learning environments</i>	Proses Sains tidak hanya diterapkan pada materi suhu dan panas tetapi dapat diterapkan pada cabang ilmu lain Hasil yang diperoleh bahwa LKPD refleksi menunjukkan bahwa kegiatan pembelajaran berbasis inkuiri meningkatkan keterampilan proses ilmiah siswa seperti mendefinisikan masalah, merumuskan hipotesis, mengamati dan menginterpretasikan hasil selama proses pembelajaran berbasis inkuiri. Siswa juga ditingkatkan kemampuannya seperti menggunakan istilah-istilah ilmiah, menggambar angka-angka ilmiah dan dapat dipahami, serta membuat penjelasan ilmiah. Selain itu, ditemukan bahwa siswa memiliki pendapat yang lebih positif tentang proses pembelajaran
(Silvia & Bukhori, 2021)	<i>Economics and Education Journal (Ecoducation)</i>	Pengembangan Mobile Learning Menggunakan Adobe Animate CC untuk Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Peserta Didik	Pengembangan mobile learning yang dilakukan berdasarkan hasil validasi dan uji coba dinyatakan sangat layak dan penerapan produk berhasil meningkatkan motivasi dan hasil belajar peserta didik

Nama Peneliti	Nama Jurnal	Judul Artikel	Hasil Penelitian
Kebaruan Penelitian saya		1. Menggunakan pembelajaran berbasis <i>Inquiry</i> terintegrasi STEM.	2. Melatihkan kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif siswa. 3. Software pengembangan menggunakan <i>iSpring Suite 11</i> . 4. Keluaran produk berupa aplikasi sehingga akan mudah diakses oleh guru dan siswa.

2.12. Kualitas Produk Pengembangan

Nieveen (1999), menyatakan bahwa banyak produk pembelajaran yang berperan penting dalam pendidikan, sehingga diperlukan produk pembelajaran yang berkualitas tinggi. Suatu produk pembelajaran dikatakan berkualitas jika memenuhi tiga kriteria validitas, kepraktisan, dan keefektifan. Ketika datang ke materi berkualitas tinggi, hal pertama yang harus dilakukan adalah mempertimbangkan dengan cermat materi itu sendiri (kurikulum yang dimaksud). Komponen material harus didasarkan pada pengetahuan saat ini (efektivitas konten) dan semua komponen harus secara konsisten terkait satu sama lain (efektivitas konfigurasi). Jika suatu produk memenuhi persyaratan ini, itu dianggap valid. Fitur kedua dari materi berkualitas tinggi adalah bahwa guru (dan profesional lainnya) menganggapnya mudah digunakan dan sederhana baik untuk guru maupun siswa. Artinya harus ada konsistensi antara kurikulum yang dimaksud dengan kurikulum yang dipersepsikan dan kurikulum operasional yang dimaksud. Suatu produk dapat dianggap praktis jika kedua konsistensi tersebut ada. Ciri ketiga bahan ajar berkualitas tinggi adalah siswa menghargai program pembelajaran dan pembelajaran yang diinginkan tercapai. Dalam materi yang efektif tersebut, terdapat kesesuaian antara kurikulum empiris yang dimaksudkan dengan kurikulum yang diinginkan dan dicapai.

2.13. Teori Kinetik Gas

Teori kinetik gas membahas tentang perilaku dan sifat-sifat gas. Materi ini didasarkan pada beberapa asumsi utama:

- a. Gas terdiri dari partikel-partikel (molekul atau atom) yang sangat kecil dan seringkali dianggap sebagai titik massa
- b. Partikel-partikel ini bergerak dalam semua arah dan dengan kecepatan yang berbeda-beda
- c. Tidak ada gaya tarik-menarik antara partikel-partikel ini, kecuali selama tumbukan yang singkat dan langsung
- d. Tumbukan antar partikel, atau antara partikel dan dinding wadah, adalah tumbukan sempurna yang tidak mengubah energi kinetik total sistem
- e. Energi kinetik rata-rata partikel gas sebanding dengan suhu absolut gas

Namun, siswa masih sering mengalami kesulitan dalam beberapa aspek berikut:

1. Konsep Abstrak: Teori kinetik gas melibatkan konsep dan asumsi yang cukup abstrak, seperti partikel gas yang bergerak secara acak dan terus menerus tanpa energi hilang, atau interaksi antara molekul gas yang dapat diabaikan. Konsep ini bisa sulit dipahami karena jarang ada analogi sehari-hari yang tepat.
2. Penerapan Matematika: Teori ini juga melibatkan beberapa rumus dan konsep matematika yang mungkin rumit, seperti penggunaan integral dalam derivasi persamaan-persamaan tertentu.
3. Keterampilan Interpretasi Grafik: Seringkali, data dari eksperimen yang melibatkan gas ditampilkan dalam bentuk grafik. Memahami bagaimana membaca dan menerjemahkan grafik ini bisa menjadi tantangan.

Beberapa solusi yang bisa digunakan untuk mengatasi kendala dalam memahami teori ini meliputi:

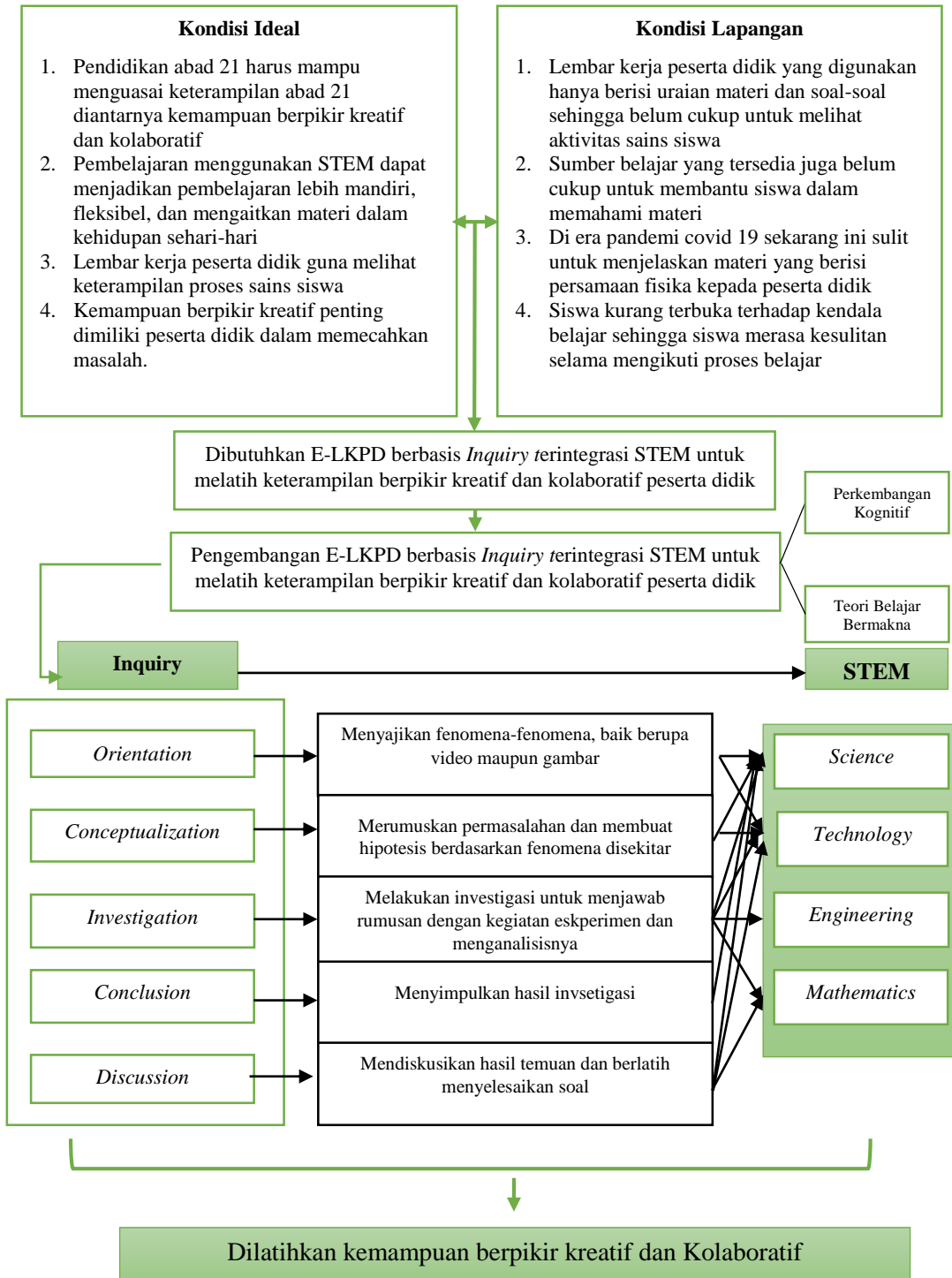
1. Penggunaan Visualisasi dan Simulasi: Ada banyak sumber daya digital dan simulasi online yang dapat membantu memvisualisasikan konsep teori kinetik gas. Misalnya, PhET Interactive Simulations dari University of Colorado Boulder menyediakan berbagai simulasi interaktif yang membantu pemahaman teori ini.
2. Pembelajaran Berbasis Masalah, di mana siswa menyelesaikan masalah yang berhubungan dengan kehidupan nyata, dapat membantu mereka memahami relevansi dan penerapan teori ini.
3. Pendekatan Pembelajaran Langsung: Melakukan eksperimen sederhana dalam kelas atau laboratorium bisa sangat membantu. Misalnya, melakukan percobaan yang menggambarkan hukum Boyle atau hukum Charles dapat memberikan pemahaman praktis tentang bagaimana teori kinetik gas bekerja.
4. Bimbingan Pribadi dan Grup Kecil: Siswa yang masih merasa kesulitan memahami konsep ini mungkin memerlukan bimbingan pribadi atau belajar dalam grup kecil. Dalam setting ini, instruktur dapat memberikan penjelasan yang lebih terperinci dan siswa memiliki kesempatan lebih banyak untuk mengajukan pertanyaan.

2.14. Kerangka Hipotetik Pengembangan e-LKPD

Berdasarkan kajian teori, maka penelitian dan pengembangan *e-LKPD* berbasis *Inquiry* terintegrasi STEM sebagai upaya untuk melatih kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif siswa khususnya pada materi teori kinetik gas menjadi penting untuk dilakukan. Kerangka Hipotetik dari penelitian pengembangan ini dapat dilihat pada Gambar 2.2.

Pembelajaran menggunakan *e*-LKPD berbasis Inquiry terintegrasi STEM ini dapat membuat peserta didik menyelesaikan permasalahan menggunakan konsep atau materi yang berkaitan dengan masalah tersebut dan menumbuhkan keterampilan berpikir kreatif dan melatih kemampuan kolaboratif siswa.

Bahan ajar yang dikembangkan berupa *e*-LKPD berbasis Inquiry terintegrasi STEM. *E*-LKPD dapat membantu guru dalam kegiatan belajar mengajar terutama untuk melihat aktivitas sains siswa. Pengembangan LKPD berupa elektronik ini dimaksudkan untuk mempermudah siswa dalam mengaksesnya sehingga dapat digunakan dimanapun dan kapanpun. *E*-LKPD yang dikembangkan berbasis *Inquiry* terintegrasi STEM. *Inquiry* terintegrasi STEM diharapkan dapat membangkitkan rasa ingin tahu, melatih keterampilan kognitif siswa serta memberikan pengalaman konkret bagi siswa. Berdasarkan uraian pemikiran, diagram yang dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai kerangka pemikiran dapat dilihat pada Gambar 2.3.

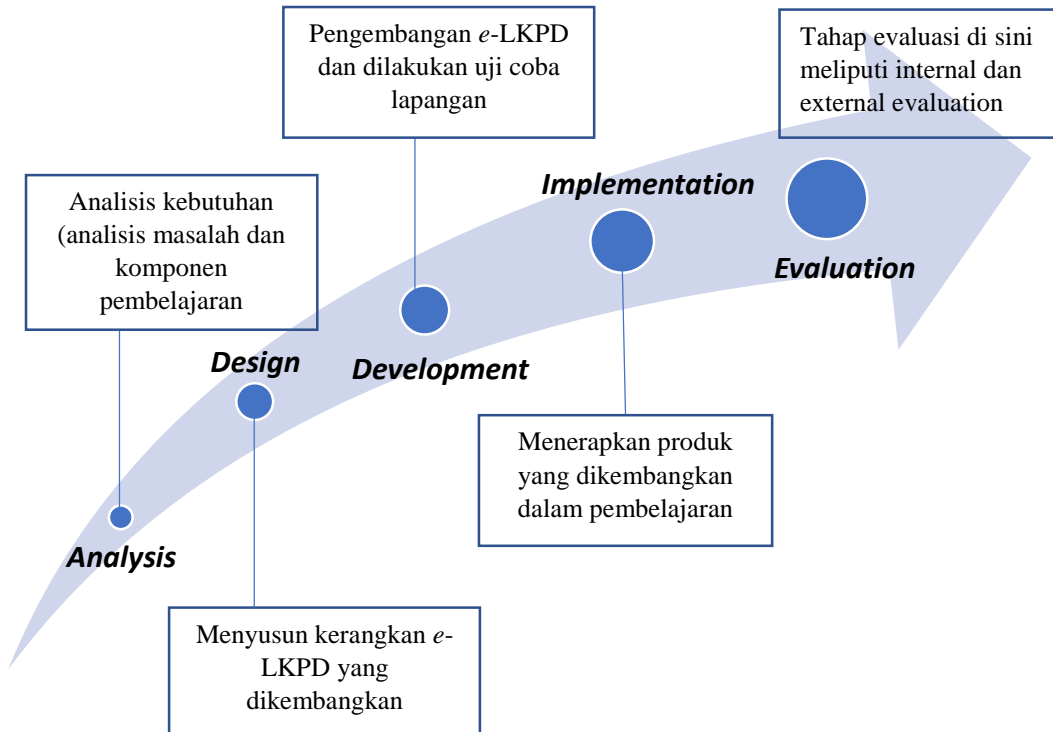


Gambar 2.2. Kerangka Pemikiran

III. METODE PENELITIAN

3.1. Desain Penelitian

Mixed Method Research dengan *Sequential Exploratory Design* digunakan sebagai metode dalam penelitian pengembangan ini. Adapun desain pengembangan ADDIE dipilih dalam proses pengembangan yang meliputi lima tahapan, yaitu: (1) *analysis*, (2) *design*, (3) *development*, (4) *implementation*, dan (5) *evaluation* (Branch, 2009). Adapun desain pengembangan ADDIE disajikan dalam gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1. Desain pengembangan ADDIE

Analysis (Analisis): Tahap ini melibatkan penentuan kebutuhan dan tujuan pengajaran baik itu kebutuhan untuk belajar, dan bagaimana hasil belajar akan digunakan. Tahap ini juga mencakup pemahaman tentang konteks belajar dan keterbatasan apa pun yang mungkin ada.

Design (Desain): Setelah analisis selesai, peneliti pindah ke tahap desain. Dalam tahap ini, merumuskan strategi pengajaran, merancang konten dan memilih alat dan teknologi yang akan digunakan. Ini juga melibatkan penulisan skenario pembelajaran dan merencanakan evaluasi formatif dan sumatif.

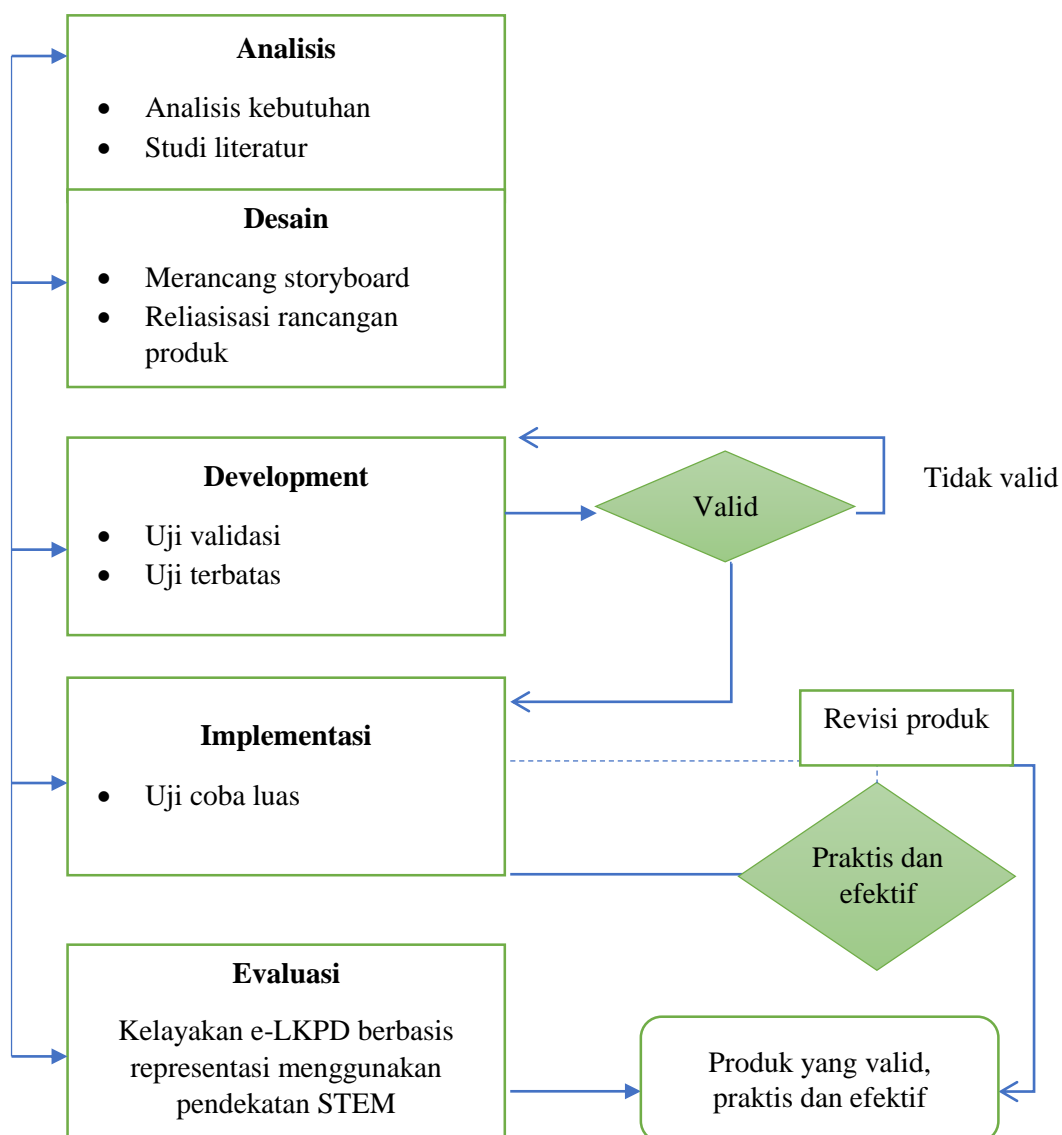
Development (Pengembangan): Di sini, peneliti membuat dan mengumpulkan materi yang telah dirancang dalam tahap sebelumnya. Konten, materi belajar, dan asesmen dibuat dan disesuaikan untuk memenuhi tujuan pengajaran. Selain itu, ini adalah tahap di mana peneliti menguji materi untuk memastikan bahwa semuanya berfungsi dengan baik sebelum diterapkan.

Implementation (Implementasi): Ini adalah tahap di mana instruksi diimplementasikan. Peneliti memantau proses ini untuk memastikan bahwa materi dan strategi yang dirancang berfungsi dengan baik dalam praktek. Ini juga bisa mencakup pelatihan untuk instruktur atau fasilitator yang akan memberikan instruksi.

Evaluation (Evaluasi): Tahap terakhir melibatkan evaluasi efektivitas instruksi. Evaluasi ini dapat berupa formatif (dilakukan selama proses desain dan pengembangan untuk membuat perbaikan berkelanjutan) dan sumatif (dilakukan setelah implementasi untuk menilai hasil akhir). Berdasarkan hasil evaluasi, siklus bisa kembali ke tahap analisis atau desain untuk membuat perbaikan dan penyesuaian.

3.2. Prosedur Pengembangan Produk

Langkah-langkah pengembangan e-LKPD berpedoman pada model pengembangan instruksional ADDIE terdiri atas lima langkah, yaitu: (1) *analyze*, (2) *design*, (3) *development*, (4) *implementation*, dan (5) *evaluation* (Branch, 2009). Model tahapan pengembangan ini dipilih karena langkah-langkahnya sesuai dengan rancangan penelitian untuk menghasilkan e-LKPD yang bermanfaat dalam melatih keterampilan komunikasi dan kolaborasi peserta didik. Alur penelitian pada penelitian ini secara ringkas yang terlihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian dan Pengembangan

3.3.1. Tahap Analisis (*Analysis*)

Tahap analisis mencakup dua kegiatan, yaitu:

a) Analisis Masalah

Pada tahap ini dilakukan investigasi terhadap persoalan-persoalan yang muncul dalam kegiatan pembelajaran di lapangan dan mengidentifikasi kemungkinan-kemungkinan solusi yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah tersebut. Analisis masalah pada penelitian ini adalah kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif masih rendah dan bahan ajar yang digunakan pada proses pembelajaran masih informatif.

b) Analisis Komponen Pembelajaran

Pada tahap ini mencakup analisis tujuan pembelajaran/kompetensi, analisis situasi pembelajaran, analisis peserta didik, dan analisis isi pembelajaran. Berdasarkan analisis yang dilakukan peneliti, maka peneliti perlu mengembangkan bahan ajar *e-LKPD* berbasis *Inquiry* terintegrasi STEM untuk melatih kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif.

3.3.2. Tahap Desain (*Design*)

Tahap desain mencakup:

- a. Penyusunan kerangka struktur bahan ajar *e-LKPD* berbasis *Inquiry* terintegrasi STEM untuk melatih kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif.
- b. Penentuan sistematika penyajian materi, ilustrasi dan visualisasi.
- c. Penulisan draft produk awal *e-LKPD* berbasis *Inquiry* terintegrasi STEM dan pembuatan *story board*. Pada tahap ini, peneliti juga membuat instrumen validitas *e-LKPD*, instrumen kemenarikan *e-LKPD*, instrumen soal tes dan kuesioner.

E-LKPD dikembangkan menggunakan software Smart Apps Creator yang dapat diakses secara *online* maupun *offline*. Desain e-LKPD yang dikembangkan dapat dilihat pada *storyboard* Tabel 3.1.

Tabel 3.1. *Storyboard e-LKPD berbasis Inquiry*

No	Bagian	Keterangan
1	Sampul	1. Sampul depan akan dibuat dengan penuh warna. Yang didominasi oleh warna biru dan kuning. Gambar yang disajikan pada cover disesuaikan dengan fenomenan materi teori kinetik gas. 2. Judul berada di bagian atas sebelah kiri 3. Nama penulis akan tertera pada bagian kiri bawah. Pada bagian tengah di sediakan tombol START untuk masuk ke dalam menu
2	Menu	Pada bagian menu terdapat 6 tombol untuk mengakses fitur lainnya dalam e-LKPD. Adapun bagian menu terdiri dari Kata Pengantar, Petunjuk Penggunaan, KI dan KD, Topik, Bahan Bacaan, dan Evaluasi.
3	Kata Pengantar	Halaman ini berisi prakata yang tersusun atas pujian syukur, manfaat e-LKPD bagi pembaca dan ucapan terimakasih penulis terhadap semua pihak yang telah membantu proses pembuatan e-LKPD
3	Petunjuk Penggunaan	Halaman ini berisikan petunjuk penggunaan e-LKPD dan fitur-fitur yang ada pada e-LKPD
4	Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar	Halaman ini berisi kompetensi inti dan kompetensi dasar yang telah disesuaikan dengan silabus.
5	Topik	Terdapat 3 topik yaitu: Gas Ideal dan Hukum Boyle, Hukum Charles, dan Hukum Gay-Lussac. Dengan tahapan kegiatan yaitu: 1. Orientasi, Menampilkan fenomena-fenomena hukum-hukum pada teori kinetik gas dan penyajian masalah. 2. Konseptualisasi. Memberikan pertanyaan berbasis teori berdasarkan fenomena yang disajikan dalam bentuk video sehingga menghasilkan hipotesis tentang masalah tersebut; 3. Investigasi, Melakukan percobaan atau eksperimen 4. Conclusion, membuat kesimpulan dari hasil investigasi; 5.

No	Bagian	Keterangan
6	Bahan Bacaan	Discussion, mengkomunikasikan dan merefleksi kembali kegiatan belajar. Halaman ini berisi bahan bacaan yang dapat dijadikan tambahan informasi untuk memperdalam materi
7	Evaluasi	Terdiri atas Quiz berupa pilihan jamak dan soal Essay untuk menguji kompetensi siswa
8	Daftar Pustaka	Berisi Referensi rujukan dalam pembuatan <i>e-LKPD</i>

3.3.3. Tahap Pengembangan (*Develop*)

Pada tahap pembangan produk ini dilakukan pembuatan bahan ajar berupa *e-LKPD* meliputi penyesuain kompetensi inti, kompetensi dasar, tujuan, petunjuk penggunaan, uraian materi, membuat proyek sesuai STEM, contoh soal, pembahasan dan latihan soal. Selain itu, dilakukan validasi terhadap *e-LKPD* menggunakan kuesioner. Tujuan validasi untuk mengetahui kelayakan produk yang dikembangkan untuk diimplementasikan pada pembelajaran. Sehingga nanti akan didapat saran untuk memperbaiki *e-LKPD* sebelum diujicobakan di lapangan (Lumbantobing dkk., 2019).

Validasi yang dilakukan pada penelitian ini meliputi validasi media dan validasi materi. Validasi dilakukan secara bersiklus hingga diperoleh produk yang valid. Adapun indikator kevalidan produk jika skor pada masing-masing item ≥ 3 , sehingga total skor keseluruhan ≥ 3 . Selain validitas pada tahap pengembangan juga dilakukan ujicoba produk. Tujuan ujicoba produk untuk mengetahui respon dari pendidik dan peserta didik.

a. Validasi Konstruk

Validasi konstruk dilakukan dengan menunjuk ahli sesuai dengan kriteria validator. Komponen yang divalidasi oleh ahli konstruk adalah kualitas teknis berupa tampilan, bahasa, isi dan interaktivitas.

b. Validasi Isi

Validasi isi dilakukan dengan menunjuk ahli sesuai dengan kriteria validator. Komponen yang divalidasi adalah kualitas pembelajaran (*appropriateness*) dan komponen kualitas materi (*accuracy, currency, and clarity*).

3.3.4. Tahap Implementasi (*Implementation*)

Pada tahap ini dimaksudkan untuk mengetahui *e-LKPD* berbasis *Inquiry* terintegrasi STEM untuk melatih kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif. Pada penelitian ini digunakan angket respon menggunakan (*google form*) untuk mengetahui kepraktisan *e-LKPD* berbasis *Inquiry* terintegrasi STEM. Keefektifan produk pada penelitian ini diukur menggunakan tes soal kemampuan berpikir kreatif yang terdapat pada *e-LKPD* pada subjek kelompok kecil dan lembar observasi untuk melihat kemampuan kolaborasi siswa. Teknik analisis data kepraktisan penggunaan *e-LKPD* dilakukan dengan teknik persentase. Sedangkan teknik analisis data pengaruh *e-LKPD* dilakukan dengan uji normalitas dan uji homogenitas sebagai uji prasyarat dan hipotesis dilakukan dengan uji *MANOVA*.

Penelitian ini dilakukan di SMA N 1 Padang Cermin, Pesawaran, Lampung. Penelitian ini dilakukan pada siswa kelas XI MIPA pada bulan April 2023. Pengembangan produk pada penelitian ini ditujukan pada siswa SMA dengan subjek penelitian pengembangan yaitu *e-LKPD*. Subjek ujicoba produk dilakukan dengan pengambilan sampel menggunakan teknik *purposive sampling*. *Purposive sampling* yakni penetapan responden sebagai sampel karena berdasarkan adanya tujuan tertentu atau kriteria-kriteria tertentu, bukan berdasar atas random dan strata (Sugiyono, 2010). Kriteria pengambilan sampel ini dilakukan berdasarkan pertimbangan kondisi sekolah setelah dilakukan analisis kebutuhan pada tahap pendahuluan.

Pada tahap implementasi, produk akan di ujikan ke satu kelas eksperimen selama 3 kali pertemuan. Model pembelajaran Inquiry digunakan selama pembelajaran. Namun, sebelum produk yang dikembangkan diimplementasikan, dilakukakan pretest terlebih dahulu kepada siswa dikelas tersebut. Setelah implementasi terlaksana maka dilakukan posttest.

3.3.5. Tahap Evaluasi (*Evaluate*)

Tahap evaluasi di sini meliputi *internal* dan *external evaluation* (Putra dan Ayuningtyas, 2019). Evaluasi internal dilaksanakan untuk mengetahui kualitas produk. Hasil evaluasi digunakan sebagai umpan balik untuk memperbaiki produk. Evaluasi internal dalam penelitian ini adalah analisis masalah, perbaikan desain, validasi dari ahli isi dan konstruk, respon dari pendidik dan peserta didik. Evaluasi eksternal dimaksudkan untuk mengetahui tingkat kemampuan berpikir kreatif siswa dan kemampuan kolaboratif siswa. Hal ini untuk mengetahui efektivitas *e-LKPD* berbasis *Inquiry* terintegrasi STEM untuk melatih kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif. Hasil produk pada tahap evaluasi ini adalah *e-LKPD* yang praktis dan efektif.

3.3. Teknik Pengumpulan Data

Pengambilan data dilakukan berdasarkan jenis instrument penelitian yang terdiri atas:

3.3.1. Analisis Kebutuhan

Teknik pengumpulan data pada tahap analisis kebutuhan dilakukan dengan memberikan angket kebutuhan peserta didik dan guru mengenai sumber belajar yang terdapat di sekolah, ketertarikan peserta didik terhadap sumber belajar yang disediakan di sekolah, dan kegiatan pembelajaran di kelas.

3.3.2. Validitas Produk

Data validitas produk yang dikembangkan terdiri dari uji validasi isi materi yang berisi tentang kelayakan materi pembelajaran fisika yaitu *e-LKPD* pada materi teori kinetik gas sesuai dengan kompetensi inti dan tujuan pembelajaran yang telah disusun menggunakan *skala likert* menjadi beberapa pernyataan. Selain itu, data validasi produk juga berupa validasi isi media yang menganalisis dan mengkaji dari segi tampilan media, aspek suara, kemenarikan media dan aspek kemudahan penggunaan media secara menyeluruh yang dikembangkan menggunakan *skala likert* menjadi beberapa pernyataan.

3.3.3. Kepraktisan Produk

Angket digunakan untuk mengetahui respon peserta didik dan pendidik setelah menggunakan *e-LKPD* berbasis *Inquiry* terintegrasi STEM pada materi teori kinetik gas. Peserta didik diminta kesediaannya untuk memberikan tanggapan terhadap *e-LKPD* yang dikembangkan dengan memberikan tanda (√) pada pilihan yang disajikan dalam bentuk skala likert untuk setiap item pernyataan yang ada pada angket respon peserta didik setelah penggunaan *e-LKPD*. Data keterlaksanaan pembelajaran diambil menggunakan angket yang diberikan kepada guru.

3.3.4. Keefektifan Produk

Data keefektifan produk digunakan untuk mengetahui penggunaan *e-LKPD* yang dikembangkan terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa dan kolaborasi siswa. Pengambilan data kemampuan berpikir kreatif diperoleh melalui soal tes kemampuan berpikir kreatif dan angket penilaian diri terhadap kemampuan kolaboratif dan lembar

observasi. Soal tes dan angket akan diuji validitas dan reliabilitasnya sebelum digunakan.

3.4. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data pada penelitian ini dijelaskan pada tiga tahap, yaitu tahap studi pendahuluan, tahap pengembangan, dan uji coba lapangan.

3.4.1 Analisis Data Kevalidan Produk

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik *e*-LKPD yang valid yang telah dikembangkan. Langkah-langkah yang dilakukan dalam analisis kevalidan sebagai berikut:

Menghitung skor rata-rata setiap validator menggunakan rumus:

$$\bar{V} = \frac{\sum V}{n}$$

Keterangan:

\bar{V} = Nilai rata-rata setiap pernyataan

$\sum V$ = Jumlah total skor dari responden n

n = Banyak responden

Kriteria analisis rata-rata yang digunakan validator ahli dapat dilihat pada tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2. Kriteria Validasi Analisis Rata-rata Setiap Pernyataan

Rata-rata	Kriteria Validasi
$3,40 \leq V < 4,00$	Baik Sekali
$3,00 \leq V < 3,40$	Baik
$2,00 \leq V < 3,00$	Kurang Baik
$1,00 \leq V < 2,00$	Tidak Baik

Kemudian menganalisis pernyataan secara keseluruhan, setelah setiap pernyataan dianalisis, menggunakan *skala likert* dengan rumus:

$$P = \frac{\sum Skor \times f}{Skor \text{ tertinggi}} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Jumlah persentase; f = Frekuensi validator

Hasil analisis lembar instrumen digunakan untuk mengetahui kriteria tampilan, penyajian materi, kesesuaian bahasa, ketertarikan dengan *e-LKPD* yang dikembangkan dengan interpretasi seperti pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Interpretasi Skor Kuesioner Validasi

Skor	Tingkat Pencapaian (%)	Kualifikasi
4	$75 < V \leq 100$	Sangat Valid
3	$50 < V \leq 75$	Valid
2	$25 < V \leq 50$	Kurang Valid
1	$0 < V \leq 25$	Tidak Valid

3.4.2 Analisis Kepraktisan *e-LKPD*

Kepraktisan *e-LKPD* meliputi keterlaksanaan dan respon peserta didik yang menggunakan angket dan respon baik bagi pendidik maupun peserta didik yang dianalisis menggunakan skala likert seperti pada Tabel 3.4 berikut.

Tabel 3.4 Skor Respon Pendidik dan Peserta Didik

Skor Pernyataan Positif	Pernyataan	Skor Pernyataan Negatif
5	Sangat praktis	1
4	Praktis	2
3	Cukup praktis	3
2	Tidak praktis	4
1	Sangat tidak praktis	5

Kemudian kuesioner dianalisis dan dipersentasekan dengan menggunakan rumus:

$$P = \frac{\sum Skor \times f}{Skor\ tertinggi} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Jumlah presentase yang dicapai pada setiap alternatif jawaban

f = Frekuensi yang memilih suatu alternatif jawaban

Tanggapan atau pendapat pendidik dan peserta didik dilihat dari hasil persentase setiap pernyataan. Pedoman interpretasi data yang digunakan dapat dilihat pada tabel 3.5.

Tabel 3.5. Interpretasi Skor Kuesioner Respon Pendidik dan Peserta Didik

Skor	Tingkat Pencapaian (%)	Keterangan Respon	
		Pernyataan Positif	Pernyataan Negatif
5	$80 < P \leq 100$	Sangat praktis	Sangat tidak praktis
4	$60 < P \leq 80$	Praktis	Tidak praktis
3	$40 < P \leq 60$	Cukup praktis	Cukup praktis
2	$20 < P \leq 40$	Tidak praktis	Praktis
1	$0 \leq P \leq 20$	Sangat tidak praktis	Sangat praktis

3.4.3 Analisis Keefektifan *e*-LKPD

Analisis Keefektifan *e*-LKPD terintegrasi STEM ditentukan oleh hasil angket respon peserta didik dan hasil tes kemampuan berpikir kreatif pada *e*-LKPD. Sebelum instrumen tes kemampuan berpikir kreatif pada *e*-LKPD di uji keefektifannya, terlebih dahulu instrumen tes kemampuan berpikir kreatif dilakukan validitas teoritis atau validasi oleh ahli yang relevan dalam bidangnya yaitu dosen ahli dalam pendidikan fisika. Hasil validasi oleh ahli dianalisis secara kualitatif dan diperbaiki sesuai saran dari para ahli sampai instrumen tes berpikir kreatif pada *e*-LKPD dinyatakan valid. Setelah dilakukan validitas teoritis, selanjutnya dilakukan validitas empirik atau ujicoba butir soal dalam tes kemampuan berpikir kreatif kepada peserta didik yang telah menerima materi teori kinetik gas. Setelah melalui uji empirik dan selanjutnya dilakukan analisis validitas dan reliabilitas butir soal secara kuantitatif terhadap hasil uji coba.

1) Uji Validitas Butir Soal

Uji validitas dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan butir soal pada *e*-LKPD yang akan digunakan dalam penelitian ini.

Untuk menghitung validitas butir soal menggunakan uji *pearson correlation* pada program SPSS.

Tabel 3.6. Kriteria Koefisien Validitas

Koefisien Validitas	Keterangan
$0,80 \leq r_{xy} \leq 1,00$	Sangat Tinggi
$0,60 \leq r_{xy} < 0,80$	Tinggi
$0,40 \leq r_{xy} < 0,60$	Sedang
$0,20 \leq r_{xy} < 0,40$	Rendah
$0,00 \leq r_{xy} < 0,20$	Rendah Sekali

2) Uji Reliabilitas Butir Soal

Uji reliabilitas dilakukan untuk mengetahui konsistensi dari suatu butir soal pada *e-LKPD* yang digunakan sebagai alat ukur sehingga hasilnya dapat dipercaya. Dalam penelitian ini untuk menguji reliabilitas butir soal menggunakan uji *cronbach's alpha* pada program SPSS 20. Nilai koefisien reliabel *alpha* r_i akan diinterpretasikan menurut Tabel 3.7.

Tabel 3.7. Kriteria Koefisien Reliabilitas

Koefisien Reliabilitas	Keterangan
$0,80 < r_i = 1,00$	Sangat Tinggi
$0,60 < r_i = 0,80$	Tinggi
$0,40 < r_i = 0,60$	Sedang
$0,20 < r_i = 0,40$	Rendah
$0,00 < r_i = 0,20$	Sangat Rendah

3) Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk menguji data hasil pretest maupun posttest apakah berdistribusi normal atau tidak. Pengujian dilakukan menggunakan uji statistik parametrik *one -sample kolmogorov-smirnov test* menggunakan bantuan program komputer SPSS 20.

1) Hipotesis

H_0 = data terdistribusi secara normal

H_1 = data tidak terdistribusi secara normal

2) Pedoman pengambilan keputusan

i. Nilai Asymp.Sig $\leq 0,05$ maka H_0 ditolak

ii. Nilai Asymp.Sig $> 0,05$ maka H_0 diterima

4) Uji Homogenitas

Uji Homogenitas digunakan untuk mengetahui bahwa dua atau lebih kelompok dari sampel yang digunakan memiliki variasi yang sama. Uji Homogenitas pada penelitian ini menggunakan uji *homogeneity of variances* dengan program SPSS 20.00 dengan taraf signifikansi 5% atau 0,05. Syarat statistic multivariat manova akan terpenuhi jika distribusi homogen dengan ketentuan sebagai berikut:

- i. Nilai Asymp.Sig \leq 0,05 maka H0 ditolak
- ii. Nilai Asymp.Sig $>$ 0,05 maka H0 diterima

5) Uji N-Gain

Nilai *N-Gain* digunakan untuk mengetahui peningkatan kemampuan peserta didik. Nilai N-gain dihitung berdasarkan hasil *pretest* dan *posttest* dengan rumus sebagai berikut:

$$N - Gain = \frac{\text{nilai posttest} - \text{nilai pretest}}{\text{skor maksimal ideal} - \text{nilai pretest}}$$

Kriteria interpretasi nilai n-gain dapat dilihat pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8. Kriteria Interpretasi N-Gain

<i>N-Gain</i>	Kriteria Interpretasi
0,71 – 1,00	Tinggi
0,41 – 0,70	Sedang
0,10 – 0,40	Rendah

6) *Paired Sample T-test*

Setelah melakukan uji normalitas, dan disimpulkan bahwa data *pretest* dan *posttest* kelas eksperimen berdistribusi normal. Maka, untuk membuktikan bahwa terdapat perbedaan rata-rata diperlukan uji *paired sample t-test*.

H0: tidak terdapat peningkatan yang signifikan, sebelum dan sesudah pembelajaran menggunakan e-LKPD berbasis Inquiry terintegrasi STEM terhadap kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif.

H1: terdapat peningkatan yang signifikan, sebelum dan sesudah pembelajaran menggunakan e-LKPD berbasis Inquiry terintegrasi STEM terhadap kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif.

Pengambilan keputusan berdasarkan pada kriteria pengujian yang digunakan yaitu:

Apabila nilai sig. $\leq 0,05$ maka H1 diterima;

Apabila nilai sig. $> 0,05$ maka H1 ditolak (Arikunto, 2011).

Jika data ternyata tidak berdistribusi normal, maka uji pilihan lainnya adalah uji non parametric wilcoxon digunakan untuk menganalisis hasil-hasil pengamatan yang berpasangan dari dua data apakah berbeda atau tidak. Wilcoxon signed Rank test ini digunakan hanya untuk data bertipe interval atau ratio, namun datanya tidak mengikuti distribusi normal.

$$Z = \frac{T - \left[\frac{1}{4}N(N+1) \right]}{\sqrt{\frac{1}{24}N(N+1)(2N+1)}}$$

Uji hipotesis :

H0 : $d = 0$ (tidak ada perbedaan diantara dua perlakuan yang diberikan)

H1 : $d \neq 0$ (ada perbedaan diantara dua perlakuan yang diberikan)

Dengan d menunjukkan selisih nilai antara kedua perlakuan

7) Uji MANOVA

Uji hipotesis yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan uji MANOVA (*Multivariate Analysis of Variance*) dengan bantuan program komputer SPSS 20. Uji Manova adalah teknik statistik yang digunakan untuk menghitung nilai signifikansi perbedaan

rata-rata secara bersamaan antara kelompok dengan dua variable terikat atau lebih (Sarwono, 2013).

Pedoman pengambilan keputusan sebagai berikut.

- i. Nilai Asymp.Sig \leq 0,05 maka H0 ditolak
- ii. Nilai Asymp.Sig $>$ 0,05 maka H0 diterima

Adapun hipotesis dalam penelitian ini yaitu:

H₀: $\mu_1 = \mu_2$: Tidak ada pengaruh penggunaan *e*-LKPD berbasis *Inquiry* terintegrasi STEM untuk melatih kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif peserta didik

H₁: $\mu_1 \neq \mu_2$: Ada pengaruh penggunaan *e*-LKPD berbasis *Inquiry* terintegrasi STEM untuk melatih kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif peserta didik

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. E-LKPD berbasis *Inquiry* terintegrasi *STEM* yang valid untuk melatih kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif harus berisi instruksi dan informasi yang disajikan dengan jelas dan mudah dipahami, fenomena-fenomena yang disajikan diambil dari kehidupan nyata, *e-LKPD* yang dikembangkan terdapat aktivitas-aktivitas yang menuntut siswa harus aktif melatih kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratifnya. Berdasarkan hasil uji validitas, bahwa *e-LKPD* berbasis *Inquiry* terintegrasi *STEM* hasil pengembangan sudah sangat layak secara isi dan konstruk, dengan rata-rata persentase aspek isi sebesar 94,73% dan aspek konstruk 92,93%.
2. E-LKPD berbasis *Inquiry* terintegrasi *STEM* yang praktis untuk melatih kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif merujuk pada sejauh mana *e-LKPD* dapat digunakan dengan efektif dan efisien dalam praktik di kelas. Kepraktisan *e-LKPD* yang dikembangkan terdiri atas keterbacaan, keterlaksanaan dan respon peserta didik. Jika siswa dapat membaca, memahami, dan mengikuti instruksi atau informasi yang disajikan dalam *e-LKPD* dengan mudah maka *e-LKPD* dikatakan praktis. Berdasarkan hasil uji kepraktisan, yang ditunjukkan rata-rata persentase keterbacaan 82,82% dengan kriteria baik, keterlaksanaan yaitu sebesar 91,30 % dengan kriteria sangat baik dan respon positif peserta didik yaitu sebesar 87,45% terhadap *e-LKPD* berbasis *Inquiry* terintegrasi *STEM*.

3. E-LKPD berbasis *Inquiry* terintegrasi STEM efektif jika setelah digunakannya e-LKPD tersebut terdapat peningkatan dalam kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif siswa berdasarkan tahapan-tahapan pembelajaran yang terdapat pada e-LKPD. Keefektifan yang ditunjukkan oleh hasil *N-gain* dan *uji paired t-test*. Terdapat peningkatan kemampuan berpikir kreatif dan kolaborasi. Kemudian berdasarkan hasil uji menggunakan kelas kontrol dengan statistic MANOVA menunjukkan bahwa penggunaan e-LKPD berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif peserta didik. Sehingga e-LKPD berbasis *Inquiry* terintegrasi STEM yang dikembangkan efektif.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan penelitian, maka peneliti memberikan saran sebagai berikut:

1. E-LKPD berbasis *Inquiry* terintegrasi STEM dapat dijadikan sebagai sumber belajar di sekolah guna melatih kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif.
2. Agar pembelajaran dapat terlaksana dengan baik, guru yang akan mengimplementasikan e-LKPD berbasis *Inquiry* terintegrasi STEM perlu mempersiapkan diri dan membaca petunjuk penggunaan e-LKPD dengan seksama. Hal ini penting karena e-LKPD tersebut baru dikembangkan.
3. Untuk peneliti selanjutnya dapat memperluas sampel penelitian yang mencakup lebih banyak sekolah atau peserta didik. Hal ini akan membantu menggeneralisasi temuan ke populasi yang lebih luas. Untuk melihat efek jangka panjang dari penggunaan e-LKPD berbasis *Inquiry* terintegrasi STEM, peneliti selanjutnya dapat merancang penelitian yang melibatkan pengukuran kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif siswa secara berkala dalam rentang waktu yang lebih lama. Penelitian selanjutnya juga dapat memperluas variasi metode

pengajaran yang digunakan dalam penerapan *e-LKPD* berbasis Inquiry terintegrasi *STEM*. Hal ini akan membantu mengidentifikasi metode pengajaran yang paling efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif siswa. Selain kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif, peneliti selanjutnya juga dapat mempertimbangkan pengukuran lain seperti motivasi, kepercayaan diri, atau minat siswa dalam konteks penggunaan *e-LKPD* berbasis Inquiry terintegrasi *STEM*.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Penerapan Project Based Learning Terintegrasi STEM untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Ditinjau dari Gender Implementation Project-Based Learning Integrated STEM to Improve Scientific Literacy Based on Gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 202–212.
- Agustina, M., Yushardi, & Lesmono, A. D. (2018). Analisis penguasaan konsep-konsep teori kinetik gas menggunakan taksonomi Bloom berbasis HOTS pada siswa kelas XI IPA di MAN Jember. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 7(4), 334–340.
- Ahmad Susanto. (2017). Pendidikan IPS : Upaya Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kreatif. *Prosiding Diskusi Panel Pendidikan “Menjadi Guru Pembelajar,”* 1(1), 23–28.
- Al-Abdali, N. S., & Al-Balushi, S. M. (2016). Teaching for Creativity by Science Teachers in Grades 5–10. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14, 251–268. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9612-3>
- Aldig, E., & Arseven, A. (2017). The Contribution of Learning Outcomes for Listening to Creative Thinking Skills. *Journal of Education and Learning*, 6(3), 41. <https://doi.org/10.5539/jel.v6n3p41>
- Alfieri, L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J., & Tenenbaum, H. R. (2011). Does Discovery-Based Instruction Enhance Learning? *Journal of Educational Psychology*, 103(1), 1–18. <https://doi.org/10.1037/A0021017>
- Alimuddin, Rahamma, T., & Nadjib, M. (2015). Intensitas Penggunaan E-Learning Dalam Menunjang Pembelajaran Mahasiswa. *Jurnal Komunikasi KAREBA*, 04(4), 338.
- Alkathiri, F., Alshreef, S., Alajmi, S., Alsowayan, A., & Alahmad, N. (2018). A Systematic Review: The Relationship between Learning Styles and Creative Thinking Skills. *English Language and Literature Studies*, 8(1), 34. <https://doi.org/10.5539/ells.v8n1p34>
- Ameli, A., Hasanah, U., Rahman, H., & Putra, A. M. (2020). Analisis keefektifan pembelajaran online di masa pandemi COVID-19. *Mahaguru: Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 2(1), 28–37.
- Ammatulloh, M. I., Permana, N., Firmansyah, R., Nur, L., & Ihsani, Z. (2021). Strengthening Character Education of Students Through Civics Caring Apps Based on M-Learning During the Covid-19 Pandemic. *Indonesian Journal of Educational Research and Technology*, 1(3), 151–160.

- Anggraini, W., Anwar, Y., & Madang, K. (2016). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Learning Cycle 7E Materi Sistem Sirkulasi Pada Manusia Untuk Kelas XI SMA. *Jurnal Pembelajaran Biologi: Kajian Biologi Dan Pembelajarannya*, 3(1), 49–57.
- Anih, E. (2016). Modernisasi Pembelajaran di Perguruan Tinggi Berbasis Teknologi Informasi dan Komunikasi. *Jurnal Pendidikan Unsika*, 7(1), 185–196. <http://journal.unsika.ac.id/index.php/judika>
- Apriyanto, C., Yusnelti, & Asrial. (2019). Development of E-LKPD with Scientific Approach of Electrolyte and Non-Electrolyte Solutions. *Journal of Indonesian Society of Integrated Chemistry*, 11(1), 38–42. <https://doi.org/https://doi.org/10.22437/jisic.v10i1.6843>
- Asmuniv. (2015). *Pendekatan Terpadu Pendidikan STEM Upaya Mempersiapkan Sumber Daya Manusia Indonesia Yang Memiliki Pengetahuan Interdisipliner Dalam Menyosong Kebutuhan Bidang Karir Pekerjaan Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA)*.
- Astini, N. K. S. (2020). Pemanfaatan teknologi informasi dalam pembelajaran tingkat sekolah dasar pada masa pandemi covid-19. *Lampuhyang*, 11(2), 13–25.
- Astuti, A., Waluya, S. B., & Asikin, M. (2020). The Important of Creative Thinking Ability in Elementary School Students for 4.0 Era. *International Journal of Educational Management and Innovation*, 1(1), 91. <https://doi.org/10.12928/ijemi.v1i1.1512>
- Atapukang, N. (2016). Kreatif Membelajarkan Pembelajar Dengan Menggunakan Media Pembelajaran yang Tepat Sebagai Solusi Dalam Berkomunikasi. *Jurnal Media Komunikasi Geografi*, 17(2), 45–52.
- Atun, S. (2021). Science KIT Teaching Aid for the Earthquake in Improving Students' Collaboration Skills and Creative Thinking in Junior High School. *European Journal of Educational Research*, 10(1), 187–197. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.10.1.187>
- Ausubel, D. P., & Fitzgerald, D. (1961). Meaningful Learning and Retention : Intrapersonal Cognitive Variables. *Journal of Teacher Education*, 500–510.
- Avsec, S., & Kocijancic, S. (2016). A Path Model of Effective Technology-Intensive Inquiry-Based Learning. *Educational Technology & Society*, 19(1), 308–320.
- Avsec, S., Rihtarsic, D., & Kocijancic, S. (2014). A predictive study of learner attitudes toward open learning in a robotics class. *Journal of Science Education and Technology*, 23(5), 692–704. <https://doi.org/10.1007/s10956-014-9496-6>
- Baer, J. (2016). Creativity Doesn't Develop in a Vacuum. *New Directions for Child and Adolescent Development*, 2016(151), 9–20. <https://doi.org/10.1002/cad.20151>

- Barakos, L., Lujan, V., & Strang, C. (2012). *Science, Technology, Engeneering, Mathmatics (STEM): Catalyzing Change Amid the Confusion*. RMC Research Corporation, Center on Instruction.
- Binanto, I. (2010). *Multimedia Digital - Dasar Teori dan Pengembangannya*. Penerbit Andi.
- Branch, M. R. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. springer science & bussines media LCC.
- Chang, S.-H., Yu, L.-C., Kuo, Y.-K., Mai, Y.-T., & Chen, J.-D. (2015). Applying Online Peer Assessment With Total Quality Management To Elevate Project-Based Learning Performance. *Journal of Baltic Science Education*, 14(3), 379–390.
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eue&AN=108337343&lang=ko&site=ehost-live>
- Chatterji, M. (2003). *Designing and Using Tools for Educational Assessment*. Allyn & Bacon.
- Cheung, A. C. K., & Slavin, R. E. (2013). The effectiveness of educational technology applications for enhancing mathematics achievement in K-12 classrooms: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 9(1), 88–113.
<https://doi.org/10.1016/J.EDUREV.2013.01.001>
- Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2016). *e-Learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning*. Wilet.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2011). *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. SAGE.
- Darsih, E. (2018). Learner-Centered Teaching: What Makes It Effective. *Indonesian EFL Journal*, 4(1), 33–42. <https://doi.org/10.25134/ieflij.v4i1.796>
- Dugger, W. E. (2015). Evolution of STEM in the United States. Retrieved from. <Http://Www.Iteea.Org/Resources/PressRoom/AustraliaPaper.Pdf>.
- Ejiwale, J. A. (2013). Barriers To Successful Implementation of STEM Education. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 7(2), 63–74.
<https://doi.org/10.11591/edulearn.v7i2.220>
- El-Seoud, M. S. A., Taj-Eddin, I. A. T. F., Seddiek, N., El-Khouly, M. M., & Nosseir, A. (2014). E-learning and students' motivation: A research study on the effect of e-learning on higher education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 9(4), 20–26.
<https://doi.org/10.3991/ijet.v9i4.3465>
- Erdem, C., Bağcı, H., & Koçyiğit, M. (2019). 21st Century Skills and Education. In *Researchgate* (Issue September). Cambridge Scholars Publishing.
- Febrianti, Y., Djahir, Y., & Fatimah, S. (2016). Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik dengan Memanfaatkan Lingkungan pada Mata Pelajaran Ekonomi di SMA Negeri 6 Palembang. *Jurnal Profit*, 3(1), 121–

127. <http://ejournal.unsri.ac.id/index.php/jp/issue/view/591>
- Fhadhila, F., Ertikanto, C., & Rosidin, U. (2018). Developing Student Worksheet of Temperature and Heat Based on Scientific Process Skill. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 7(1), 21.
<https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v7i1.2318>
- Fosnot, C. T. (2005). *Constructivism: Theory, perspectives, and practice*. Teachers College Press.
- Gholam, A. (2019). Inquiry-Based Learning: Student Teachers' Challenges and Perceptions. *Journal of Inquiry and Action in Education*, 10(2), 112–133.
- Greenstein, L. M. (2012). *Assessing 21st Century Skills: A Guide to Evaluating Mastery and Authentic Learning*. Corwin, A SAGE Company.
- Gunardi. (2020). Inquiry Based Learning dapat Meningkatkan Hasil Belajar Siswa dalam Pelajaran Matematika. *SHEs: Conference Series* 3, 4(1), 2288–2294.
- Gustama, A., Ariyani, F., & Sinaga, T. (2018). Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKPD) Sesikun melalui Model Problem Bas Learning (PBL) untuk Siswa Kelas X SMA. *Jurnal Tiyuh Lampung*, 2(1).
- Hacioglu, Y., & Gulhan, F. (2021). The Effects of STEM Education on the 7th Grade Students' Critical Thinking Skills and STEM Perceptions. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 7(2), 139–155.
<https://doi.org/10.21891/jeseh.771331>
- Hamidah, N., & Widyastuti, R. (2020). Aplikasi Construct 2 Pengembangan E-LKPD dengan Berbasis. *Jurnal Pendidikan Matematika Raflesia*, 05(03), 63–73.
- Hartanto, W. (2016). Penggunaan e-learning sebagai media pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Ekonomi: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan, Ilmu Ekonomi Dan Ilmu Sosial*, 10(1).
- Hattie, J. (2009). *Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*. Routledge.
- Herlina, K., Widodo, W., Nur, M., & Agustini, R. (2016). Implementation of an “ExPReSSion” Learning Model to Improve The Ability In Problem Solving: Numerically and Experimentally. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains 2016-Universitas Tadulako*.
- Hidayah, A. N., Winingsih, P. H., & Amalia, A. F. (2020). Pengembangan E-LKPD Fisika dengan 3D PageFlip Berbasis Problem Based Learning pada Pokok Bahasan Keseimbangan dan Dinamika Rotasi. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika-COMPTON*, 7(2), 36–43.
- Hofstetter, F. T. (2001). *Multimedia Literacy*. McGraw-Hill Irwin.
- Hwang, W. Y., Shadiey, R., Hsu, J. L., Huang, Y. M., Hsu, G. L., & Lin, Y. C. (2014). Effects of storytelling to facilitate EFL speaking using Web-based multimedia system. [Http://Dx.Doi.Org/10.1080/09588221.2014.927367](http://Dx.Doi.Org/10.1080/09588221.2014.927367), 29(2), 215–241. <https://doi.org/10.1080/09588221.2014.927367>

- Irawan, Y., Syahrial, & Sofyan, D. (2018). The Effect of Using Inquiry Based Learning Strategy On Student Speaking Ability. *JOALL (Journal of Applied Linguistics and Literature)*, 3(2), 59–79.
- Irfana, S., Yulianti, D., & Wiyanti. (2019). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Science , Technology , Engineering ,. *Unnes Physics Education Journal*, 8(1), 83–89.
- Iskandar, I., Sastradika, D., Jumadi, Pujiyanto, & Defrianti, D. (2020). Development of creative thinking skills through STEM-based instruction in senior high school student. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(4), 1–6. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/4/042043>
- Jarvis, M. (2000). *Theoretical approaches in psychology*. Psychology Press.
- Jarvis, M. (2011). Treating people with mental disorders-Cognitive behavioral approaches. *Psychology Review*, 16(4), 1–24.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2017). Cooperative Learning. *Innovacion Educacion: I Congreso Internacional*, 11.
- Jonassen, D. H. (2011). *Learning to solve problems: A handbook for designing problem-solving learning environments*. Routledge.
- Juniaty, W., Z., S., & Supriyono, K. H. (2016). STEM: Apa, Mengapa, dan Bagaimana. *Pros. Semnas Pend IPA Pascasarjana UM*, 1, 976–984.
- Kashive, N., Powale, L., & Kashive, K. (2020). Understanding user perception toward artificial intelligence (AI) enabled e-learning. *International Journal of Information and Learning Technology*, 38(1), 1–19. <https://doi.org/10.1108/IJILT-05-2020-0090>
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Khotimah, U. K., Ariani, T., & Gumay, O. P. U. (2018). Efektivitas Model Pembelajaran Quantum Teaching terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa SMA Negeri Jayaloka. *Science and Physics Education Journal (SPEJ)*, 1(2), 103–110. <https://doi.org/10.31539/spej.v1i2.255>
- Kilty, T. J., & Burrows, A. C. (2022). Integrated STEM and Partnerships: What to Do for More Effective Teams in Informal Settings. *Education Sciences*, 12(1), 1–19. <https://doi.org/10.3390/educsci12010058>
- Klare, G. R. (1984). *Readability*. In P. D. Pearson (Ed.), *Handbook of reading research*. Longman.
- Kuo, P. H. (2016). Effects of synchronous web-based instruction on students' thinking styles and creativity. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(3), 609–619. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1234a>
- Lämsä, J., Hämäläinen, R., Koskinen, P., & Viiri, J. (2018). Visualising the temporal aspects of collaborative inquiry-based learning processes in

- technology-enhanced physics learning. *International Journal of Science Education*, 40(14), 1697–1717.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1506594>
- Le, B., Lawrie, G. A., & Wang, J. T. H. (2022). Student Self-perception on Digital Literacy in STEM Blended Learning Environments. *Journal of Science Education and Technology*, 31(3), 303–321. <https://doi.org/10.1007/s10956-022-09956-1>
- Li, Y., Schoenfeld, A. H., diSessa, A. A., Graesser, A. C., Benson, L. C., English, L. D., & Duschl, R. A. (2019). On Thinking and STEM Education. *Journal for STEM Education Research*, 2(1), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s41979-019-00014-x>
- Liu, W. (2021). Research on the Application of Multimedia Elements in Visual Communication Art under the Internet Background. *Mobile Information Systems*, 2021(1), 1–10. <https://doi.org/10.1155/2021/5525648>
- Lumbantobing, M. A., Munadi, S., & Wijanarka, B. S. (2019). Pengembangan e-modul interaktif untuk discovery learning pada pembelajaran mekanika teknik dan elemen mesin. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 4(1), 1–8.
- Marshall, J. C., & Horton, R. M. (2011). The Relationship of Teacher-Facilitated, Inquiry-Based Instruction to Student Higher-Order Thinking. *School Science and Mathematics*, 111(3), 93–101. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2010.00066.x>
- Mason, L., Gava, M., Boldrin, A., & Ariasi, N. (2017). The role of text coherence and graphic annotations in learning from a digital text. *Computers in Human Behavior*, 75(1), 57–67.
- McNamara, D. S., Graesser, A. C., McCarthy, P. M., & Cai, Z. (2014). *Automated Evaluation of Text and Discourse with Coh-Matrix*. Cambridge University Press.
- Messick, S. (1995). Validity of psychological assessment: Validation of inferences from persons' responses and performances as scientific inquiry into score meaning. *American Psychologist*, 50(9), 741.
- Michalopoulou, A. (2014). Inquiry-Based Learning through the Creative Thinking and Expression in Early Years Education. *Creative Education*, 05(06), 377–385. <https://doi.org/10.4236/ce.2014.56047>
- Mutlu, A. (2020). Evaluation of students' scientific process skills through reflective worksheets in the inquiry-based learning environments. *Reflective Practice*, 21(2), 271–286. <https://doi.org/10.1080/14623943.2020.1736999>
- Nagy, J. T. (2018). Evaluation of Online Video Usage and Learning Satisfaction: An Extension of the Technology Acceptance Model. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 19(1), 638–646. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v19i1.2886>

- Napsawati, N. (2020). Analisis situasi pembelajaran IPA fisika dengan metode daring di tengah wabah covid-19. *Karst : Jurnal Pendidikan Fisika Dan Terapannya*, 3(1), 6–12.
- Nielsen, J. (2012). *Usability 101: Introduction to Usability*. Nielsen Norman Group.
- Nieveen, N., & Folmer, E. (2013). *Formative evaluation in educational design research: An introduction*. In *Formative evaluation in practice: Lessons in the science of improvement*. Springer.
- Novak, J. D. (2002). Meaningful Learning : The Essential Factor for Conceptual Change in Limited or Inappropriate Propositional Hierarchies Leading to Empowerment of Learners. *Science & Education*, 88(4), 548–571. <https://doi.org/10.1002/sce.10032>
- Novak, J. D. (2011). A Theory of Education: Meaningful Learning Underlies the Constructive Integration of Thinking, Feeling, and Acting Leading to Empowerment for Commitment and Responsibility. *Aprenzagen Significatia Em Revista/Meaningful Learning Review*, 6(2), 1–4.
- Ntemngwa, C., & Oliver, J. S. (2018). The Implementation of Integrated Science Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Instruction using Robotics in the Middle School Science Classroom. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 6(1), 13–40.
- Nurulsari, N., Abdurrahman, & Suyatna, A. (2017). Development of soft scaffolding strategy to improve student's creative thinking ability in physics. *Journal of Physics: Conference Series*, 909(1), 1–9. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/909/1/012053>
- Pakpahan, R., & Fitriani, Y. (2020). Analisa pemanfaatan teknologi informasi dalam pembelajaran jarak jauh di tengah pandemi virus corona covid-19. *Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research*, 4(2), 30–36.
- Panitz, T. (1997). Collaborative versus Cooperative Learning: A Comparison of the Two Concepts Which Will Help Us Understand the Underlying Nature of Interactive Learning. *Cooperative Learning and College Teaching*, 8(2), 13. http://pirun.ku.ac.th/~btun/pdf/coop_collab.pdf
- Parastiwi, A., Fauziyah, M., & Puspitasari, D. (2018). Teknologi Tepat Guna Pemanfaatan Listrik Daya Kecil Untuk Pengelolaan Kandang Pada Budidaya Ayam Pedaging Di Desa Pucangsongo Kabupaten Malang. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), 29. <https://doi.org/10.22146/jpkm.32973>
- Paul, R., & Elder, L. (2014). Critical Thinking: Intellectual Standards Essential to Reasoning Well Within Every Domain of Human Thought, Part Two. *Journal of Developmental Education*, 37(3), 32–36. <https://eric.ed.gov/?q=Paul%2C+Richard%3B+Elder%2C+Linda&id=EJ1067269>

- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review, 14*, 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Pertiwi, R. S., Abdurrahman, & Rosidin, U. (2017). Efektivitas lks STEM untuk melatih keterampilan berpikir kreatif siswa. *Jurnal Pembelajaran Fisika, 5*(2), 11–19.
- Piaget, J. (1973). *To Understand Is To Invent: The Future of Education*. Grossman.
- Prastowo, A. (2014). *Panduan kreatif membuat bahan ajar inovatif*. Diva Press.
- Prastowo, A. (2015). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Diva Press.
- Prince, M. J., & Felder, R. M. (2006). Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases. *Journal of Engineering Education, 95*(2), 123–138. <https://doi.org/10.1002/J.2168-9830.2006.TB00884.X>
- Projects, A. (2010). Peer Assessment Collaboration Rubric. Intel Corporation.
- Pulungan, M., Usman, N., Suratmi, S., & Harini, B. (2020). Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) pada Pembelajaran Tematik Kurikulum 2013. *Jurnal Inovasi Sekolah Dasar, 7*(1).
- Putra, R. P., & Ayuningtyas, T. R. (2019). Pengembangan media pembelajaran flip chart berbahan dasar bambu. *JURNAL HISTORIA, 7*(1), 79–94.
- Rahayuningsih, D. I., Mustaji, & Subroto, W. T. (2018). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (Lkpd) Dengan Pendekatan Saintifik Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Mata Pelajaran Ips Bagi Siswa Kelas Iv Sekolah Dasar. *Jurnal Review Pendidikan Dasar : Jurnal Kajian Pendidikan Dan Hasil Penelitian, 4*(2), 726. <https://doi.org/10.26740/jrpd.v4n2.p726-733>
- Rahmat, R. F., Mursyida, L., Rizal, F., Krismadinata, K., & Yunus, Y. (2019). Pengembangan media pembelajaran berbasis mobile learning pada mata pelajaran simulasi digital. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan, 6*(2), 116–126. <https://doi.org/10.21831/jitp.v6i2.27414>
- Rahmatillah, R., Halim, A., & Hasan, M. (2017). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Keterampilan Proses Sains Terhadap Aktivitas Pada Materi Koloid. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA, 1*(2), 121–130. <https://doi.org/10.24815/jipi.v1i2.9686>
- Ranti, S., & Usmeldi. (2019). Development of integrated science student ' s worksheet (LKPD) based on research-based learning integrated with religion value Development of integrated science student ' s worksheet (LKPD) based on research-based learning integrated with religion val. *Journal of Physics: Conference Series PAPER, 1185*(1), 1–10. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1185/1/012143>

- Rivas, P. G. (2017). Strategies for Teaching and Dissemination of Artistic Heritage by Promoting Critical and Creative Thinking Among Future Primary Education Teachers. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 237(June 2016), 717–722. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2017.02.112>
- Rizaldi, D. R., Nurhayati, E., & Fatimah, Z. (2020). The Correlation of Digital Literation and STEM Integration to Improve Indonesian Students' Skills in 21st Century. *International Journal of Asian Education*, 1(2), 73–80. <https://doi.org/10.46966/ijae.v1i2.36>
- Roberts, A., & Cantu, D. (2012). *Applying STEM Instructional Strategies to Design and Technology Curriculum*. Departement of STEM Education and Proffesional Studies Old Dominion University.
- Rosch. (1996). *Easy way to understand the multimedia*. Allyn and Bacom.
- Rosenberg, M. J. (2001). E-Learning: strategies for delivering knowledge in the digital age. In *Patient Care* (Vol. 33, Issue 5). McGraw-Hill Companies.
- Rosita, I., & Leonard, L. (2015). Meningkatkan Kerja Sama Siswa Melalui Pembelajaran Kooperatif Tipe Think Pair Share. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 3(1), 1–10. <https://doi.org/10.30998/formatif.v3i1.108>
- Şahin, H. (2021). The Effect os Stem-Based Education Program on Problem Solving Skills of Five Year Old Children. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 9(4), 68–87. <https://doi.org/10.52380/mojet.2021.9.4.325>
- Sanjaya, A., Johar, R., Ikhsan, M., & Khairi, L. (2018). Students' thinking process in solving mathematical problems based on the levels of mathematical ability. *Journal of Physics: Conference Series*, 1088(1), 1–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1088/1/012116>
- Sari, P. (2015). Memotivasi Belajar dengan Menggunakan E-Learning. *Ummul Quro*, 6(2), 20–35. <http://ejournal.kopertais4.or.id/index.php/qura/issue/view/531>
- Sari, P. A. P., & Lepiyanto, A. (2016). Pengembangan lembar kegiatan peserta didik (LKPD) berbasis scientific approach siswa kelas X pada materi fungi. *BIOEDUKASI Jurnal Pendidikan Biologi*, 7(1), 41–48.
- Sari, R. M. M., & Priatna, N. (2020). Model-Model Pembelajaran di Era Revolusi Industri 4.0 (E-Learning, M-Learning, AR-Learning dan VR-Learning). *Biormatika: Jurnal Ilmiah Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan*, 6(1), 107–115.
- Sarwono, J. (2013). *Statistik Multivariat Aplikasi Untuk Riset Skripsi*. CV. Andi Offset.
- Saski, N. H., & Sudarwanto, T. (2021). Kelayakan Media Pembelajaran Market Learning Berbasis Digital pada Mata Kulian Strategi Pemasaran. *Jurnal Pendidikan Tata Niaga*, 9(1), 1118–1124.

- Saunders-Stewart, K. S., Gyles, P. D. T., & Shore, B. M. (2012). Student Outcomes in Inquiry Instruction: A Literature-Derived Inventory. *Journal of Advanced Academics*, 23(1), 5–31.
<https://doi.org/10.1177/1932202X11429860>
- Şener, N., & Taş, E. (2017). Improving of students' creative thinking through purdue model in science education. *Journal of Baltic Science Education*, 16(3), 350–365.
- Senn, J. A. (1998). *Information Technology in Business: Principles, Practices, and Opportunities*. Prentice Hall.
- Shuell, T. (1986). Cognitive Conceptions of Learning. *Review of Educational Research*, 56, 411–436.
- Silvia, S., & Bukhori, I. (2021). Pengembangan Mobile Learning Menggunakan Adobe Animate CC untuk Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Peserta Didik. *Economics and Education Journal (Ecoducation)*, 3(1), 110–124.
<https://doi.org/10.33503/ecoducation.v3i1.1252>
- Sirajudin, N., Suratno, J., & Pamuti. (2021). Developing creativity through STEM education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1806(1), 1–5.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012211>
- SMA, D. P. (2010). *Juknis Pengembangan Bahan Ajar Edisi Revisi*. Ditjen Dikdasmen.
- Sopiah, S., Wiyanto, & Sugianto. (2009). Pembiasaan bekerja ilmiah pada pembelajaran sains fisika untuk siswa smp. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia (Indonesian Journal of Physics Education)*, 5(1), 14–19.
<http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JPMFI>
- Sugiyono. (2010). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Suhada, H. (2017). Model Pembelajaran Inquiry Dan Kemampuan Berpikir Kritis Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas V Pada Mata Pelajaran Ipa. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 8(2), 63–68. <http://doi.org/10.21009/JPD>
- Sulthon, S. (2017). Pembelajaran IPA yang Efektif dan Menyenangkan bagi Siswa MI. *ELEMENTARY: Islamic Teacher Journal*, 4(1), 38–54.
<https://doi.org/10.21043/elementary.v4i1.1969>
- Suryaningsih, S., & Nurlita, R. (2021). Pentingnya lembar kerja peserta didik elektronik (E-LKPD) inovatif dalam proses pembelajaran abad 21. *Jurnal Pendidikan Indonesia (Japendi)*, 2(7), 1256–1268.
- Susanti, E., & Sholeh, M. (2008). Rancang Bangun Aplikasi E-Learning. *Jurnal Teknologi*, 1(1), 53–57.
- Syafitri, R. A., & Tressyalina. (2020). The Importance of the Student Worksheets of Electronic (E-LKPD) Contextual Teaching and Learning (CTL) in Learning to Write Description Text during Pandemic COVID-19. *Proceedings of the 3rd International Conference on Language, Literature, and Education (ICLLE 2020)*, 485(Iclle), 284–287.

- Tabachnick, B. G., Fidell, L. S., & Ullman, J. B. (2007). *Using multivariate statistics*. Pearson Boston, MA.
- Topsakal, I., Yalçın, S. A., & Çakir, Z. (2022). The Effect of Problem-based STEM Education on the Students' Critical Thinking Tendencies and Their Perceptions for Problem Solving Skills. *Science Education International*, 33(2), 136–145. <https://doi.org/10.33828/sei.v33.i2.1>
- Torrance, E. P. (1974). *Torrance tests of creative thinking*. Scholastic Testing Services.
- Treffinger, D. J., Young, G. C., Selby, E. C., & Shepardson, C. (2002). *Assessing Creativity: A Guide for Educators* (Issue December). <http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/detail?accno=ED505548>
- Trochim, W. M. (2006). *The Research Methods Knowledge Base* (2nd Editio). Atomic Dog.
- Tsaniyah, A. B., & Poedjiastoeti, S. (2017). Moge Learning Model To Improve Creative Thinking Skills. *International Journal of Education and Research*, 5(1), 165–172.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wakefield, J., Frawley, J. K., Tyler, J., & Dyson, L. E. (2018). The impact of an iPad-supported annotation and sharing technology on university students' learning. *Computers and Education*, 122, 243–259. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.03.013>
- Wang, T. I., Wang, K. T., Wang, W. L., Huang, S. C., & Chen, S. Y. (2004). Web-based multimedia courseware for emergency cardiovascular care. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 13(4), 435–447.
- Wibisono, W., & Yulianto, L. (2010). Perancangan Game Edukasi untuk Media Pembelajaran pada Sekolah Menengah Pertama Persatuan Guru Republik Indonesia Gondang Kecamatan Nawangan Kabupaten Pacitan. *Jurnal SPEED*, 2(2), 38
- Wilis, R. (2011). *Teori-teori belajar dan pembelajaran*. Erlangga.
- Wulandari, F. A., Mawardi, M., & Wardani, K. W. (2019). Peningkatan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Kelas 5 Menggunakan Model Mind Mapping. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 3(1), 10. <https://doi.org/10.23887/jisd.v3i1.17174>
- Yoto, Zulkardi, & Wiyono, K. (2015). Pengembangan Multimedia Interaktif Pembelajaran Teori Kinetik Gas Berbantuan Lectora Inspire Untuk Siswa Sekolah Menengah Atas (Sma). *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika*, 2(2), 211–219.
- Yu, K.-C., Fan, S.-C., & Lin, K. (2015). Enhancing Students' Problem-Solving Skills Through Context-Based Learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(6), 1377–1401. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9567-4>