

**PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS VISUALISASI MOLEKUL 3D
MENGUNAKAN *SOFTWARE* AVOGADRO PADA MATERI
BENTUK MOLEKUL UNTUK MENINGKATKAN
KETERAMPILAN KOMUNIKASI**

(Skripsi)

Oleh

**SITI FATIMAH
NPM 1713023012**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS VISUALISASI MOLEKUL 3D MENGUNAKAN *SOFTWARE* AVOGADRO PADA MATERI BENTUK MOLEKUL UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN KOMUNIKASI

Oleh

SITI FATIMAH

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan LKPD berbasis visualisasi molekul 3D dengan *software* Avogadro, mendeskripsikan validitas, karakteristik LKPD, tanggapan guru dan peserta didik mengenai LKPD, serta kendala yang ditemui selama pengembangan LKPD. Desain penelitian yang digunakan adalah desain penelitian dan pengembangan menurut Borg dan Gall sampai tahap kelima dari sepuluh tahap, yaitu penelitian dan pengumpulan data, perancangan produk, pengembangan produk awal, uji coba lapangan awal, dan revisi hasil uji coba. Analisis data pada penelitian ini menggunakan metode statistik deskriptif.

Karakteristik LKPD yang dikembangkan yaitu LKPD melatih visualisasi bentuk molekul menggunakan *software* Avogadro dan melatih keterampilan komunikasi. Tahapan pembelajaran mengikuti langkah-langkah pembelajaran pada pendekatan saintifik meliputi: mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasi, dan mengkomunikasikan. Hasil validasi ahli serta tanggapan guru pada aspek kesesuaian isi, konstruksi, dan keterbacaan diperoleh rata-rata persentase sebesar 84,15% dan 81,04% dengan kriteria sangat tinggi. Hasil tanggapan peserta didik pada aspek kemenarikan dan keterbacaan diperoleh rata-rata persentase 89,98% dengan kriteria sangat tinggi. Dengan demikian, LKPD berbasis visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro pada materi bentuk molekul untuk meningkatkan keterampilan komunikasi dinyatakan valid dan layak digunakan dalam pembelajaran.

Kata kunci: LKPD, visualisasi molekul 3D, keterampilan komunikasi, *software* Avogadro, bentuk molekul

**PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS VISUALISASI MOLEKUL 3D
MENGUNAKAN *SOFTWARE* AVOGADRO PADA MATERI
BENTUK MOLEKUL UNTUK MENINGKATKAN
KETERAMPILAN KOMUNIKASI**

Oleh

SITI FATIMAH

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PENDIDIKAN

Pada

**Program Studi Pendidikan Kimia
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : **PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS VISUALISASI MOLEKUL 3D MENGGUNAKAN SOFTWARE AVOGADRO PADA MATERI BENTUK MOLEKUL UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN KOMUNIKASI**

Nama Mahasiswa : **Siti Fatimah**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1713023012

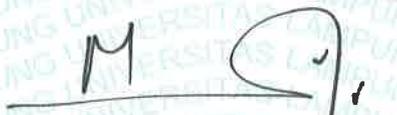
Program Studi : Pendidikan Kimia

Jurusan : Pendidikan MIPA

Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan



1. KOMISI PEMBIMBING


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


Andrian Saputra, S.Pd., M.Sc.
NIP 19901206 201912 1 001

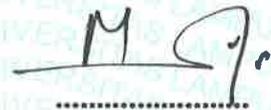
2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA


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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

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



Sekretaris : **Andrian Saputra, S.Pd., M.Sc.**



Anggota : **Lisa Tania, S.Pd., M.Sc.**



Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **04 April 2023**

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Siti Fatimah
Nomor Pokok Mahasiswa : 1713023012
Program Studi : Pendidikan Kimia
Jurusan : Pendidikan MIPA

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

Apabila ternyata kelak di kemudian hari terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka saya akan bertanggung jawab sepenuhnya.

Bandar Lampung, 5 April 2023

Yang menyatakan



Siti Fatimah

NPM 1713023012

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Petir, Kecamatan Rongkop, Kabupaten Gunungkidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta pada tanggal 30 Oktober 1998 sebagai putri pertama dari Bpk. Aris dan Ibu Anik Mulawati. Pendidikan formal dimulai dari SD Negeri Petir 3 pada tahun 2005-2011, SMP Negeri 1 Bandar Sribhawono pada tahun 2011-2014, dan SMA Negeri 1 Bandar Sribhawono 2014-2017.

Pada tahun 2017 terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP di Universitas Lampung melalui jalur tes Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Pada tahun 2020, pengalaman mengajar dan mengabdikan yang pernah diikuti yaitu kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari dan setelah itu berlanjut dengan kegiatan Pengenalan Lingkungan Persekolahan (PLP) selama 40 hari. Kegiatan Kuliah Kerja Nyata dilakukan di Desa Bandar Agung, Kecamatan Bandar Sribhawono, Kabupaten Lampung Timur. Kegiatan Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) dilakukan di SMA Negeri 1 Bandar Sribhawono.

MOTTO

“Tuhan mu tidak meninggalkanmu dan tidak pula membencimu”

(QS. Ad-Dhuha: 3)

“....Jika kalian mau bersyukur, niscaya aku tambah kenikmatan yang aku berikan kepada kalian”

(QS. Ibrahim: 7)

“.....Sesungguhnya hanya orang yang bersabarlah yang dicukupkan pahala mereka tanpa batas”

(QS. Az-Zumar: 10)

“.....Dan bertakwalah kepada Allah, Allah memberikan pengajaran kepadamu, dan Allah Maha Mengetahui segala sesuatu”

(Al Baqarah: 282)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahilladzi bi ni'matihi tatimush sholihah, Segala puji hanya milik Allah yang dengan segala nikmatnya segala kebaikan menjadi sempurna. Dengan kerendahan hati, kupersembahkan goresan tinta ini sebagai ungkapan terimakasih kepada:

Bapak dan Ibu, yang telah mendoakan, mendukung dan bekerja keras untuk pendidikanku sampai saat ini.

Adikku, Ilham Muhammad Ridwan yang selalu menjadi penyemangat dan harapanku.

Sahabatku, yang selalu menjadi sumber semangat dan motivasi serta yang mengajarkan sebuah arti dari pantang menyerah.

Semua guru, dosen, pendidik dan almamater tercinta, Terimakasih Bapak/Ibu atas semua jasa kalian, terima kasih atas semua ilmu yang kalian ajarkan.

SANWACANA

Alhamdulillahirobbil'alamin, dengan mengucapkan syukur kehadiran Allah SWT yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang yang dengan rahmat dan karunia-Nya skripsi yang berjudul "Pengembangan LKPD Berbasis Visualisasi Molekul 3D Menggunakan *Software* Avogadro Pada Materi Bentuk Molekul untuk Meningkatkan Keterampilan Komunikasi" sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana pendidikan dapat diselesaikan dengan baik.

Sepenuhnya disadari atas keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Dukungan dari berbagai pihak sangat membantu dalam penyelesaian skripsi ini. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Sunyono, M.Si., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung;
2. Bapak Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA
3. Ibu Lisa Tania, S.Pd., M.Sc., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Kimia, pembahas dan validator ahli atas kesediaannya memberikan bimbingan, pengarahan, dan penyusunan skripsi;
4. Ibu Dr. M. Setyarini, M.Si., selaku Dosen Pembimbing I atas kesediaannya dalam memberikan bimbingan, pengarahan, dan masukan kepada penyusun selama proses perkuliahan dan penyusunan skripsi;
5. Bapak Andrian Saputra, S.Pd., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing II atas kesediaannya memberikan bimbingan, pengarahan, dan penyusunan skripsi;

6. Ibu Dra. Ila Rosilawati, M.Si., atas kesediaannya sebagai validator ahli dalam masukan, kritik, saran, serta motivasi untuk perbaikan produk yang dihasilkan;
7. Ibu Gamila Nuri Utami, M.Pd., atas kesediaannya sebagai validator ahli dalam masukan, kritik, saran, serta motivasi untuk perbaikan produk yang dihasilkan;
8. Dosen-dosen Program Studi Pendidikan Kimia, atas ilmu yang telah Bapak dan Ibu berikan selama perkuliahan;
9. Ayah dan ibuku tercinta, Bapak Aris dan Ibu Anik Mulawati serta semua keluarga besarku atas dukungan, nasehat dan doanya;
10. Sahabat-sahabatku, Tiwi; Nana; Eva; Acika; Any; Muti; Warda; Afifah dan Fima yang selalu menjadi sumber semangat, motivasi dan menemani setiap perjalanan saya;

Akhir kata penulis berharap semoga Allah SWT membalas kebaikan mereka yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Bandar Lampung, 5 April 2023

Siti Fatimah

NPM 1713023012

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian.....	4
D. Manfaat Penelitian	4
E. Ruang Lingkup	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Media Pembelajaran	7
B. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)	8
C. Peranan Visualisasi dalam Pembelajaran Kimia	10
D. <i>Software</i> Avogadro	11
E. Keterampilan Komunikasi	13
F. Penelitian Relevan	14
III. METODE PENELITIAN	15
A. Desain Penelitian.....	15
B. Sumber Data	15
C. Teknik Pengumpulan Data	16
D. Instrumen Penelitian	16
E. Alur Penelitian	18
F. Prosedur Penelitian	19
G. Teknik Analisis Data.....	21
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	24
A. Hasil Penelitian dan Pengumpulan Data	24
B. Karakteristik LKPD yang dikembangkan	46
C. Kendala-Kendala Pembuatan LKPD.....	47

IV. KESIMPULAN DAN SARAN.....	49
A. Kesimpulan	49
B. Saran	49
DAFTAR PUSTAKA.....	50
LAMPIRAN.....	54
1. Analisis KI dan KD.....	55
2. Analisis Konsep	62
3. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran	64
4. Hasil Angket Analisis Kebutuhan Guru.....	73
5. Hasil Angket Analisis Kebutuhan Peserta Didik	78
6. Hasil Validasi Ahli Kesesuaian Isi.....	84
7. Persentase Hasil Validasi Ahli Aspek Kesesuaian Isi	94
8. Hasil Validasi Ahli Aspek Konstruksi	108
9. Persentase Hasil Validasi Ahli Aspek Konstruksi	111
10. Hasil Validasi Ahli Aspek Keterbacaan.....	114
11. Persentase Hasil Validasi Ahli Aspek Keterbacaan.....	117
12. Hasil Tanggapan Guru Aspek Kesesuaian Isi	120
13. Persentase Hasil Tanggapan Guru Aspek Kesesuaian Isi	132
14. Hasil Tanggapan Guru Aspek Konstruksi	145
15. Persentase Hasil Tanggapan Guru Aspek Konstruksi	147
16. Hasil Tanggapan Guru Aspek Keterbacaan	150
17. Persentase Hasil Tanggapan Guru Aspek Keterbacaan	153
18. Hasil Tanggapan Peserta Didik Aspek Keterbacaan.....	156
19. Persentase Hasil Tanggapan Peserta Didik Aspek Keterbacaan.....	159
20. Hasil Tanggapan Peserta Didik Aspek Kemenarikan	162
21. Persentase Hasil Tanggapan Peserta Didik Aspek Kemenarikan	165

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Peneliti Relevan	14
2. Penskoran pada angket berdasarkan skala Likert.....	22
3. Tafsiran persentase angket	23
4. Kriteria validasi analisis persentase	23
5. Hasil validasi aspek kesesuaian isi LKPD	37
6. Hasil Validasi terhadap LKPD yang dikembangkan	42
7. Hasil tanggapan guru aspek kesesuaian isi terhadap LKPD yang dikembangkan	43
8. Rata-rata persentase hasil uji coba lapangan awal pada guru	44
9. Rata-rata persentase hasil uji coba lapangan awal pada siswa.....	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tampilan Layar Editor Molekul Software Avogadro	12
2. Alur Pengembangan LKPD berbasis visualisasi 3D menggunakan <i>Software</i> Avogadro pada materi bentuk molekul untuk meningkatkan keterampilan komunikasi	18
3. Respon guru terhadap penggunaan LKPD dalam membelajarkan materi bentuk molekul	26
4. Respon guru terhadap sumber LKPD yang digunakan	26
5. Respon siswa terhadap penggunaan LKPD dalam Pembelajaran materi bentuk molekul.....	27
6. <i>Cover</i> luar LKPD.....	30
7. Petunjuk penggunaan LKPD	31
8. Contoh tahap mengamati	33
9. Contoh tahap menanya	33
10. Contoh tahap mengumpulkan informasi.....	34
11. Contoh tahap mengasosiasi.....	34
12. Contoh tahap mengkomunikasikan.....	35
13. Daftar pustaka.....	36
14. <i>Cover</i> belakang LKPD.....	36
15. Indikator pencapaian kompetensi LKPD 1 sebelum dan sesudah revisi ..	38
16. Pertayaan pada tahap mengumpulkan informasi sebelum dan sesudah revisi.....	38

17. Pertanyaan pada tahap mengasosiasi LKPD 1 sebelum dan sesudah revisi.....	39
18. Pertanyaan pada tahap mengasosiasi LKPD 2 sebelum dan sesudah revisi.....	39
19. Pertanyaan pada tahap mengasosiasi LKPD 1 sebelum dan sesudah revisi.....	40
20. KI-KD sebelum dan sesudah revisi	41
21. Daftar isi LKPD sebelum dan sesudah revisi	41

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Abad 21 ditandai dengan perkembangan teknologi yang sangat pesat (Widana, 2017). Pembelajaran sains pada abad 21 tidak hanya menekankan kemampuan kognitif, tetapi juga keterampilan proses siswa (Sulistyanigrum dkk., 2019). Keterampilan abad 21 atau diistilahkan dengan 4C yaitu *Communication, Collaboration, Critical Thinking and Problem Solving, Creativity and Innovation* (Ernst & Monroe, 2004). *Communication skills* atau keterampilan komunikasi menjadi dimensi keterampilan yang penting dikuasai peserta didik terlebih dalam menghadapi abad ke-21 (Morocco dkk., 2010).

Keterampilan komunikasi merupakan keterampilan untuk menyampaikan hasil penemuannya kepada orang lain baik secara lisan maupun tulisan dapat berupa penyusunan laporan, pembuatan paper, penyusunan karangan, pembuatan gambar, tabel, diagram, dan grafik (Semiawan, 1992). Menurut Samatowa (2011) indikator keterampilan komunikasi meliputi, menyampaikan dan mengidentifikasi ide atau gagasan dengan lisan maupun tulisan; membuat catatan hasil pengamatan; menyampaikan informasi dalam bentuk grafis, *chart*, atau tabel dan memilih alat komunikasi yang cocok agar mudah dipahami orang lain. Keterampilan ber-komunikasi dapat membantu dan memfasilitasi peserta didik untuk mengutarakan gagasan, serta bertukar informasi dengan guru atau sesama peserta didik (Marfuah, 2017).

Usaha untuk meningkatkan keterampilan komunikasi peserta didik dapat dilakukan dengan penggunaan media pembelajaran (Rafiq & Hashim, 2018).

Media yang dapat digunakan dalam proses pembelajaran salah satunya Lembar Kerja Peserta Didik atau LKPD. LKPD merupakan alat bantu bagi guru dalam menyampaikan suatu materi kepada siswa yang berupa panduan tertulis agar siswa mudah menemukan konsep dari materi yang dipelajari (Fadiawati & Syamsuri, 2016). LKPD dapat digunakan dalam kegiatan praktikum maupun diskusi, sehingga dapat membantu peserta didik untuk mengikuti proses pembelajaran (Prastowo, 2011).

Materi bentuk molekul merupakan salah materi pelajaran kimia kelas X semester ganjil yang mempelajari tentang susunan tiga dimensi dari atom-atom dalam molekul (Nurafini & Azar, 2019). Bentuk molekul termasuk materi kimia yang bersifat abstrak, Banyak peserta didik yang mengalami kesulitan dalam menentukan bentuk molekul karena tidak dapat diamati secara langsung menggunakan indra penglihatan, akibatnya peserta didik tidak mampu membayangkan gambaran molekul dalam pikirannya (Cardellini, 2012).

Saat ini banyak dikembangkan media yang dapat memvisualisasikan bentuk molekul secara 3D (Daryanto, 2010). Penggunaan media yang dapat memvisualisasikan bentuk molekul secara 3D berpotensi lebih efektif dalam pembelajaran daripada penggunaan buku teks dan gambar 2D (Gilbert, 2005). Pembelajaran dengan memanfaatkan media berbasis visualisasi molekul 3D dapat menanamkan konsep yang benar dan konkrit serta meningkatkan minat belajar peserta didik (Ernawati, 2016).

Dalam memvisualisasikan bentuk molekul secara 3D dapat digunakan alat peraga seperti *molymod*. Akan tetapi, penggunaan alat peraga dinilai kurang praktis mengingat banyaknya senyawa dalam mata pelajaran kimia. Selain menggunakan alat peraga, bentuk molekul juga dapat divisualisasikan secara 3D menggunakan suatu perangkat lunak (Ernawati, 2016). Perangkat lunak dapat mengatasi kesulitan peserta didik dalam mempelajari bentuk molekul karena memungkinkan peserta didik untuk memutar, memperbesar dan memodifikasi model molekul (Pietikainen, 2018). Perangkat lunak gratis yang bisa digunakan untuk

memvisualisasikan bentuk molekul 3D diantaranya *Chemsketch* (Syahrin, Mahdian, & Bakti, 2017), *NWChem* (Kendall, 2000), *ChemDraw* (Parkin, 2018) dan *Avogadro* (Cornell & Hutchison, 2015).

Software Avogadro merupakan salah satu perangkat lunak yang tidak hanya gratis tetapi juga berbasis *open source* yang dapat digunakan untuk memvisualisasikan bentuk molekul secara 3D (Asyhar 2012). *Avogadro* merupakan *software* visualisasi dan editor molekul yang dikembangkan oleh sekelompok peneliti dari *Pittsburgh University*. *Software* ini memiliki fitur visualisasi molekul yang sangat baik dan akan sangat membantu siswa ketika belajar tentang materi bentuk molekul (Cornell & Hutchison, 2015). Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pembelajaran dengan program visualisasi model molekul membantu siswa untuk memiliki pemahaman yang lebih mendalam tentang topik gaya antar molekul (Rayan & Rayan, 2017). Penelitian sebelumnya oleh Hasby (2018) telah membuktikan bahwa penggunaan *software Avogadro* mampu meningkatkan hasil belajar dan minat peserta didik dalam mempelajari bentuk molekul.

Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian yang berjudul “Pengembangan LKPD Berbasis Visualisasi Molekul 3D Menggunakan *Software Avogadro* pada Materi Bentuk Molekul untuk Meningkatkan Keterampilan Komunikasi.”

B. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimanakah karakteristik LKPD berbasis visualisasi molekul 3D menggunakan *software Avogadro* pada materi bentuk molekul untuk meningkatkan keterampilan komunikasi yang dikembangkan?
2. Bagaimanakah tanggapan guru terhadap LKPD berbasis visualisasi molekul 3D menggunakan *software Avogadro* pada materi bentuk molekul untuk meningkatkan keterampilan komunikasi yang dikembangkan?

3. Bagaimanakah tanggapan peserta didik terhadap LKPD berbasis visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro pada materi bentuk molekul untuk meningkatkan keterampilan komunikasi yang dikembangkan?
4. Bagaimanakah kendala-kendala dalam pengembangan LKPD berbasis visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro pada materi bentuk molekul untuk meningkatkan keterampilan komunikasi?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dalam pengembangan LKPD ini adalah sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan karakteristik LKPD berbasis visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro pada materi bentuk molekul untuk meningkatkan keterampilan komunikasi yang dikembangkan.
2. Mendeskripsikan tanggapan guru terhadap LKPD berbasis visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro pada materi bentuk molekul untuk meningkatkan keterampilan komunikasi.
3. Mendeskripsikan tanggapan peserta didik terhadap LKPD berbasis visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro pada materi bentuk molekul untuk meningkatkan keterampilan komunikasi.
4. Mendeskripsikan kendala-kendala dalam pengembangan LKPD berbasis visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro pada materi bentuk molekul untuk meningkatkan keterampilan komunikasi.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat bagi peserta didik
Mempermudah peserta didik dalam mempelajari materi bentuk molekul serta dapat melatih keterampilan komunikasi siswa khususnya pada materi bentuk molekul.

2. Manfaat bagi guru

LKPD berbasis visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro dapat dijadikan alternatif media pembelajaran khususnya pada materi bentuk molekul dan sebagai sumber referensi untuk membuat LKPD pada materi kimia lainnya

3. Manfaat bagi sekolah

Diharapkan LKPD berbasis visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro dapat meningkatkan mutu pembelajaran kimia di sekolah.

E. Ruang Lingkup

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dan pengembangan adalah proses atau langkah-langkah yang digunakan untuk mengembangkan dan memvalidasi suatu produk pendidikan (Brog & Gall, 1989). Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini yaitu LKPD.
2. LKPD adalah alat bantu bagi guru dalam menyampaikan suatu materi kepada siswa yang berupa panduan tertulis agar siswa mudah menemukan konsep dari materi yang dipelajari (Fadiawati & Syamsuri, 2016). LKPD dalam penelitian ini dilengkapi dengan visualisasi molekul 3D menggunakan *Software* Avogadro.
3. *Software* Avogadro adalah perangkat lunak berbasis *open source* yang dapat digunakan untuk memvisualisasikan bentuk molekul secara 3D (Asyhar 2012). *Software* Avogadro dapat didownload melalui situs internet <http://download.cnet.com/windows/geoff-hutchison/>.
4. LKPD hasil pengembangan dikatakan layak dijadikan sebagai media pembelajaran apabila telah dinyatakan valid oleh hasil validasi ahli, tanggapan guru, dan peserta didik dengan persentase 76-100% (Arikunto, 2010).
5. Keterampilan komunikasi yang diteliti meliputi menyampaikan dan mengidentifikasi ide atau gagasan dengan lisan maupun tulisan, membuat catatan hasil pengamatan serta menyampaikan informasi dalam bentuk grafis (Samatowa, 2011).

6. Cakupan materi yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah materi bentuk molekul KD 3.6 dan 4.6 kelas X SMA/MA.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Media Pembelajaran

Kata media berasal dari bahasa latin dan merupakan bentuk jamak dari kata medium. Secara harfiah media berarti perantara atau pengantar pesan dari pengirim ke penerima. Media juga dapat diartikan sebagai wadah dari pesan yang ingin diteruskan dari sumber atau penyalurnya kepada sasaran atau penerima pesan tersebut. Apabila dikaitkan dengan pembelajaran, media adalah segala bentuk fisik yang dapat digunakan untuk menyampaikan pesan serta merangsang siswa untuk belajar (Uno, 2012).

Menurut Sutirman (2013) media pembelajaran adalah alat-alat grafis, fotografis atau elektronis, yang dapat digunakan untuk menangkap, memproses, dan menyusun kembali informasi visual atau verbal. Media pembelajaran juga dapat diartikan segala sesuatu yang dapat menyalurkan pesan, dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian, dan minat siswa, sehingga dapat mendorong terciptanya proses belajar pada diri siswa. Penggunaan media pembelajaran akan menjadikan proses pembelajaran menjadi lebih bervariasi dan tidak membosankan (Muhson, 2010). Media pembelajaran yang baik juga sangat dibutuhkan dalam meningkatkan kualitas pembelajaran (Montgomery, 2001).

Manfaat media secara umum meliputi: memperjelas pesan agar tidak terlalu verbalistik, mengatasi keterbatasan ruang, waktu tenaga dan daya indra, menimbulkan gairah belajar, interaksi langsung antara murid dengan sumber belajar, memungkinkan anak belajar mandiri sesuai dengan bakat, dan kemampuan visual, auditori dan kinestetiknya, serta memberikan rangsangan yang

sama, mempersamakan pengalaman dan menimbulkan persepsi yang sama (Riyana & Susiliana, 2012). Kemp & Dayton (1985), mengemukakan manfaat media dalam pembelajaran diantaranya: membuat pembelajaran lebih menarik, membuat pembelajaran lebih interaktif, waktu pelaksanaan pembelajaran dapat diperpendek proses pembelajaran dapat berlangsung kapanpun dan dimanapun diperukan serta kualitas pembelajaran dapat ditingkatkan.

B. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) adalah lembaran – lembaran kertas yang berisi tugas yang harus dikerjakan peserta didik. LKPD umumnya berisi petunjuk atau langkah-langkah dalam penyelesaian tugas mengacu pada Kompetensi Dasar (KD) yang akan dicapai (Prastowo, 2014). LKPD merupakan panduan yang dapat digunakan untuk melatih pengembangan aspek-aspek pembelajaran dalam bentuk panduan eksperimen ataupun demonstrasi. LKPD berisi sekumpulan kegiatan mendasar yang harus dilakukan peserta didik sesuai dengan indikator pencapaian hasil belajar yang harus ditempuh (Trianto, 2011).

Darmodjo & Kaligis (1992) mengemukakan bahwa LKPD yang dapat memberikan pengaruh besar dalam ketercapaian proses pembelajaran harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

1. Syarat didaktik

LKPD telah memenuhi syarat didaktik apabila memperhatikan adanya: a. perbedaan individual; b. mengajak peserta didik aktif dalam proses pembelajaran; c. memberi penekanan pada proses untuk menemukan konsep; d. terdapat variasi stimulus melalui berbagai media; e. kegiatan siswa serta diharapkan mengutamakan pada pengembangan kemampuan komunikasi, sosial, emosional, moral, dan estetika.

2. Syarat kontruksi

LKPD telah memenuhi syarat kontruksi apabila penggunaan bahasa, susunan kalimat, kosakata, tingkat kesukaran, dan kejelasan sudah tepat serta dapat dimengerti oleh peserta didik. Syarat-syarat kontruksi adalah sebagai berikut :

a. menggunakan bahasa yang sesuai dengan tingkat kedewasaan anak; b. menggunakan struktur kalimat yang jelas; c. memiliki tata urutan pelajaran yang sesuai dengan tingkat kemampuan anak; d. menghindari pertanyaan yang terlalu terbuka; e. menyediakan ruangan yang cukup pada peserta didik untuk menulis maupun menggambarkan pada LKPD; f. menggunakan lebih banyak ilustrasi dari pada kata-kata; g. dapat digunakan oleh seluruh peserta didik, baik yang lamban maupun yang cepat; h. memiliki tujuan yang jelas serta bermanfaat sebagai sumber motivasi; i. mempunyai identitas untuk memudahkan administrasinya, misalnya: kelas, mata pelajaran, topik, nama atau nama-nama anggota kelompok, tanggal, dan sebagainya.

3. Syarat-syarat teknik

Adapun yang termasuk syarat-syarat teknik adalah sebagai berikut:

a. Tulisan

Tulisan yang baik untuk LKPD diantaranya : 1) menggunakan huruf cetak dan tidak menggunakan huruf latin atau romawi; 2) menggunakan huruf tebal yang agak besar untuk topik, bukan huruf biasa yang diberi garis bawah; 3) menggunakan kalimat pendek, tidak boleh lebih dari 10 kata dalam satu baris. 4) menggunakan bingkai untuk membedakan kalimat perintah dengan jawaban siswa; 5) mengatur agar perbandingan besarnya huruf dengan besarnya gambar serasi.

b. Gambar

Gambar pada LKPD dinyatakan baik apabila dapat menyampaikan pesan/isi dari gambar secara efektif kepada peserta didik.

c. Penampilan

Penampilan LKPD sangat penting, sebab tampilan LKPD yang menarik akan meningkatkan minat siswa untuk belajar.

Sukmadinata (2011) menyatakan bahwa rancangan produk LKPD yang akan dikembangkan minimal meliputi : tujuan penggunaan produk, pengguna produk dan deskripsi komponen-komponen produk. Tujuan penggunaan produk LKPD yaitu sebagai media pembelajaran yang membantu peserta didik dalam mempelajari materi bentuk molekul dan sebagai referensi bagi guru kimia untuk

mengembangkan LKPD berbasis visualisasi molekul 3D menggunakan software Avogadro pada materi kimia yang lain. Pengguna produk ini adalah peserta didik dan guru. Komponen-komponen pada produk LKPD terdiri dari tiga bagian yaitu pendahuluan, isi dan penutup. Bagian pendahuluan berisi cover depan, kata pengantar, daftar isi, lembar KI-KD, indikator produk, indikator proses, tujuan pembelajaran, serta petunjuk penggunaan LKPD. Bagian isi terdiri dari identitas LKPD (mata pelajaran, kelas/semester, alokasi waktu, materi pokok dan sub materi pokok), indikator pencapaian kompetensi yang berorientasi keterampilan komunikasi, tujuan setiap LKPD, dan petunjuk penggunaan LKPD. Bagian penutup berisi daftar pustaka dan cover belakang LKPD.

C. Peranan Visualisasi Dalam Pembelajaran Kimia

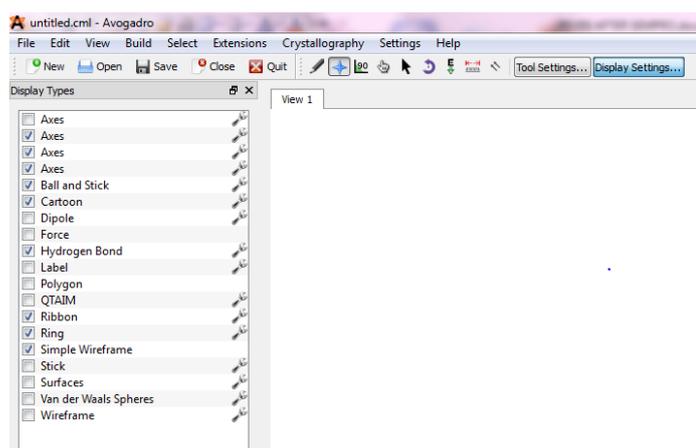
Visualisasi adalah suatu proses pembentukan gambaran dan persepsi bentuk visual (sesuatu yang tidak terlihat agar dapat dipahami oleh pikiran atau berimajinasi), sehingga membantu dalam memahami suatu fenomena (Gilbert, 2005). Visualisasi merupakan proses kognitif yang melibatkan berbagai keterampilan yaitu menganalisis, membayangkan, dan menggambarkan suatu fenomena atau objek (Reisberg, 1997). Visualisasi juga dapat diartikan sebagai usaha seseorang untuk mentransformasikan gagasan atau ide kepada orang lain dalam bentuk media gambar yang bersifat mudah dipahami (Utomo, 2017).

Visualisasi juga didefinisikan sebagai proses mentransformasi informasi ke bentuk persepsi sehingga hasil yang dipaparkan tampak dengan menghubungkan data yang ada. Visualisasi merupakan proses pembentukan gambar dengan melalui suatu tindakan dimana seseorang individu membentuk hubungan yang kuat antara pikiran dengan sesuatu yang diakses melalui indra (Zakis dkk., 1996). Visualisasi adalah aktifitas mental dalam memanipulasi, eksplorasi, dan rekognisi ide matematis sebagai hasil kreasi dan interpretasi dalam pikiran melalui aspek menggenerasi objek, menginspeksi, menscanning objek dan mentransformasi objek (Denning & Philips, 1988).

Penggunaan visualisasi dalam pembelajaran kimia sangat berguna untuk membantu siswa dalam mengembangkan kemampuan imajinasi (Zulfahmi, 2017). Beberapa manfaat penggunaan visualisasi dalam pembelajaran adalah dapat mengatasi keterbatasan pengalaman yang dialami peserta didik, dapat terjadinya interaksi langsung antara peserta didik dengan lingkungannya, dapat menanamkan konsep yang benar, konkrit, dan realistis, serta dapat membangkitkan keinginan dan minat peserta didik dalam pembelajaran (Hasby, 2018).

D. *Software Avogadro*

Software Avogadro merupakan perangkat lunak yang dapat digunakan untuk memvisualisasikan bentuk molekul secara 3D (Asyhar, 2012). Avogadro adalah *software* kimia gratis, *open source*, tersedia dalam berbagai *platform* sistem operasi, merupakan editor molekul yang dirancang untuk digunakan secara fleksibel dalam kimia komputasi, pemodelan molekul, bioinformatika, ilmu material, dan bidang terkait lainnya. Avogadro dapat dijalankan pada sistem Windows, Linux, dan MacOS (Cornell & Hutchison, 2015). *Software* ini dikembangkan oleh sekelompok peneliti dari Pittsburgh University (Yuanita dkk., 2018). Adapun Tampilan layar editor molekul *software Avogadro* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tampilan layar editor molekul *software Avogadro*.

Pada *software* Avogadro terdapat beberapa menu yaitu: (a) *File*, berfungsi untuk membuat *file* baru, membuka & menutup dokumen, serta menyimpan dokumen; (b) *Edit*, pada menu ini terdapat opsi-opsi untuk mengedit *file* diantaranya *cut*; *copy*, *copy as*, *paste*, *clear select all* dan *select none*; (c) *View*, berfungsi untuk menambahkan dan menyesuaikan tampilan yang sedang digunakan. (d) *Bulid*, berfungsi untuk mempermudah proses pembuatan molekul; (f) *Select*, pada menu ini terdapat berbagai mode seleksi diantaranya *select all*, *select none*, *invert selection*, *select smart*, *select by element*, dan *add named selection*. (g) *Extension*, pada menu ini terdapat beberapa opsi diantaranya *animation*; *optimize geometri* dan *molecular mechanics*.

Tools yang terdapat dalam *software* Avogadro meliputi: (1) *Draw tool*  digunakan untuk membuat dan mengedit molekul; (2) *Navigate tool*  digunakan untuk menggeser serta memutar molekul; (3) *Bond-centric manipulate tool*  digunakan untuk mengubah sudut, ikatan, dan torsi molekul; (4) *The manipulate tool*  digunakan untuk memindahkan atom dan fragmen yang dipilih. (5) *The selection tool*  digunakan untuk pemilihan suatu atom, ikatan, atau fragmen; (5) *Auto rotate tool*  digunakan untuk membuat molekul berotasi secara otomatis; (6) *Auto optimize tool*  digunakan untuk mengoptimalkan geometri molekul; (7) *Measure tool*  digunakan untuk menentukan panjang ikatan, sudut, dan dihedral; (8) *Align tool*  digunakan untuk memutar molekul (Cornell & Hutchison, 2015).

E. Keterampilan Komunikasi

Keterampilan komunikasi adalah kemampuan untuk menyampaikan hasil pengamatan dalam bentuk audio, visual, atau audio visual (Dimiyati & Mudjiono, 2006). Keterampilan komunikasi sangat diperlukan sebab setiap orang merasa butuh untuk mengkomunikasikan ide, perasaan, dan kebutuhannya kepada orang lain (Bundu, 2006). Keterampilan komunikasi merupakan keterampilan yang diperlukan peserta didik dalam berbicara, mendengar, mengatasi hambatan

komunikasi verbal, memahami komunikasi nonverbal mampu memecahkan konflik secara konstruktif (Santrock, 2007).

Menurut Canagara (2011), komunikasi verbal adalah komunikasi yang menggunakan bahasa. Bahasa adalah seperangkat kata yang disusun secara terstruktur sehingga menjadi himpunan kalimat yang memiliki arti. Bahasa yang digunakan dalam menciptakan komunikasi efektif, mempunyai tiga fungsi, yaitu mengetahui sikap dan perilaku, untuk mengembangkan ilmu pengetahuan dan pewarisan nilai-nilai budaya, serta menyusun sebuah ide yang sistematis. Adapun yang dimaksud dengan komunikasi nonverbal ialah bahasa isyarat atau bahasa diam, mempunyai beberapa fungsi, yaitu meyakinkan sesuatu yang diucapkan, menunjukkan perasaan dan emosi yang tidak bisa diutarakan dengan kata-kata, dan menunjukkan jati diri.

Kalsum & Nugroho (2014) menyatakan bahwa keterampilan berkomunikasi baik secara lisan maupun tulisan dapat digunakan peserta didik dalam mempresentasikan materi yang telah dipelajari. Keterampilan berkomunikasi secara lisan dapat diartikan sebagai kemampuan seseorang dalam berkomunikasi melalui berbicara dan umpan balik yang diberikan secara langsung. Keterampilan berkomunikasi secara tulisan adalah keterampilan peserta didik dalam membuat pesan-pesan secara tertulis baik dalam bentuk memo, surat, proposal dan laporan. Keterampilan ini tidak hanya berkaitan dengan kemampuan seseorang menyusun dan menuliskan simbol-simbol tertulis, tetapi juga mengungkapkan pendapat, sikap, dan perasaannya secara jelas dan sistematis sehingga dapat dipahami oleh orang yang menerimanya (Purwanto, 2006). Beberapa indikator keterampilan komunikasi antara lain: a. menyampaikan dan mengklarifikasi ide/gagasan dengan lisan maupun tulisan; b. membuat catatan hasil observasi dalam percobaan; c. menyampaikan informasi dalam bentuk grafik, chart, atau tabel, dan; d. memilih alat komunikasi yang cocok agar mudah dipahami oleh orang lain (Samatowa, 2011).

F. Penelitian Relevan

Adapun beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian ini disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Penelitian Relevan

No	Peneliti (Tahun)	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	Ochterski (2014)	<i>Using Computational Chemistry Activities To Promote Learning and Retention in a Secondary School General Chemistry Setting</i>	Pemodelan kimia komputasi menjadi sarana pembelajaran yang efektif dalam membantu siswa untuk terlibat aktif.
2	Nurafini & Azar (2019)	LKPD Bentuk Molekul Berbasis Inkuiri Terstruktur Dengan Menggunakan Pemodelan Tiga Dimensi	LKPD yang dikembangkan terbukti valid dan praktis dalam pembelajaran bentuk molekul
3	Pratama (2021)	Pemahaman Konsep Peserta Didik SMA Melalui Pengembangan Model Bentuk Molekul Anorganik Berbasis 3D Printer	Penggunaan media berbasis visualisasi molekul 3D Printer telah valid, praktis, efektif dan sangat baik digunakan untuk mengajarkan konsep bentuk molekul
4	Hasby (2018)	Pengaruh <i>Software</i> Visualisasi Terhadap Hasil Dan Minat Belajar Siswa Pada Meteri Bentuk-Bentuk Molekul Di SMA Negeri 4 Langsa	Penggunaan <i>software</i> Avogadro telah menarik minat belajar dan memiliki dampak yang baik terhadap hasil belajar peserta didik
5	Sari (2017)	Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik IPA Berbasis Model Project Based Learning Untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi Dan Komunikasi Peserta Didik Kelas VII	LKPD yang dikembangkan dapat meningkatkan keterampilan kolaborasi dan komunikasi peserta didik.
6	Nurahman dkk (2018)	<i>The Development of Worksheet Based on Guided Discovery Learning Method Helped by PhET Simulations Interactive Media in Newton's Laws of Motion to Improve Learning Outcomes and Interest of Vocational Education 10th Grade Students</i>	LKPD yang dikembangkan sudah sangat baik dan layak untuk digunakan sebagai salah satu sumber belajar dalam pembelajaran.

III. METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan dalam pengembangan LKPD berbasis visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro pada materi bentuk molekul untuk meningkatkan keterampilan komunikasi ini adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Menurut Borg & Gall (1989), penelitian dan pengembangan merupakan suatu proses yang digunakan untuk mengembangkan dan memvalidasi produk pendidikan. Terdapat sepuluh langkah pada pelaksanaan penelitian dan pengembangan, yaitu 1) penelitian dan pengumpulan data, 2) perancangan, 3) pengembangan produk awal, 4) uji coba lapangan awal, 5) revisi hasil uji coba, 6) uji coba lapangan, 7) penyempurnaan produk hasil uji, 8) uji pelaksanaan lapangan, 9) penyempurnaan produk akhir, 10) deseminasi dan implementasi. Dalam penelitian ini, langkah-langkah penelitian dan pengembangan akan dilakukan sampai tahap lima, yaitu revisi produk hasil uji coba. Hal ini dikarenakan keterbatasan waktu peneliti untuk melakukan tahapan-tahapan selanjutnya.

B. Sumber Data

Sumber data dalam penelitian ini diperoleh pada studi pendahuluan dan uji coba lapangan awal. Pada studi pendahuluan diperoleh dari angket tanggapan 4 guru kimia dan 110 siswa kelas X pada 4 SMA di Provinsi Lampung yaitu SMA Negeri 1 Bandar Lampung, SMA Negeri 10 Bandar Lampung, SMA Negeri 13 Bandar Lampung dan SMA Negeri 1 Bandar Srihawono mengenai pembelajaran pada materi bentuk molekul. Pada tahap pengembangan, sumber data terdiri dari tiga dosen Pendidikan Kimia FKIP Universitas Lampung. Pada uji coba lapangan

awal, data diperoleh dari tiga guru kimia dari SMAN 1 Bandar Lampung, SMAN 10 Bandar Lampung, dan SMAN 14 Bandar Lampung serta 10 siswa kelas X di SMA Negeri 1 Bandar Lampung.

C. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan angket yang diisi melalui *googleforms*. Pada studi lapangan, penyebaran angket diberikan kepada guru kimia dan 110 peserta didik dari empat SMA di Provinsi Lampung yaitu SMA Negeri 1 Bandar Lampung, SMA Negeri 10 Bandar Lampung, SMA Negeri 13 Bandar Lampung dan SMA Negeri 1 Bandar Sribhawono. Pada tahap pengembangan produk, angket diberikan kepada Dosen Pendidikan Kimia Universitas Lampung. Pada tahap uji coba lapangan, penyebaran angket dilakukan terhadap 3 guru kimia dan 10 peserta didik kelas X di SMA Negeri 1 Bandar Lampung

D. Instrumen Penelitian

Instrumen dalam penelitian ini adalah instrumen pada studi pendahuluan, instrumen pada validasi ahli dan instrumen pada studi uji coba lapangan awal.

1. Instrumen pada studi pendahuluan

Instrumen yang digunakan pada studi pendahuluan yaitu instrumen analisis kebutuhan untuk guru dan instrumen analisis kebutuhan untuk siswa. Adapun deskripsinya adalah sebagai berikut:

a. Instrumen analisis kebutuhan untuk guru

Instrumen ini berupa angket yang disusun untuk mengetahui 1) media pembelajaran, 2) jenis LKPD yang digunakan disekolahan, 3) LKPD sudah sesuai dengan indikator keterampilan komunikasi atau belum, 4) LKPD yang digunakan sudah menampilkan gambar 3D dari *software* Avogadro atau belum.

b. Instrumen analisis kebutuhan untuk siswa

Instrumen ini berupa angket yang disusun untuk mengetahui 1) media pembelajaran, 2) Tampilan LKPD sudah menarik atau belum 3) LKPD sudah

sesuai dengan indikator keterampilan komunikasi atau belum, 4) LKPD yang digunakan sudah menampilkan gambar 3D dari *software* Avogadro atau belum.

2. Instrumen validasi ahli

Instrumen yang digunakan pada validasi ahli yaitu instrumen validasi aspek kesesuaian isi, instrumen validasi aspek konstruksi dan instrumen validasi aspek keterbacaan. Adapun deskripsinya sebagai berikut:

a. Instrumen validasi aspek kesesuaian isi

Instrumen ini digunakan untuk mengetahui kesesuaian isi LKPD dengan: 1) KI dan KD; 2) materi; dan 3) kesesuaian urutan materi dengan indikator, kesesuaian isi dengan pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan komunikasi.

b. Instrumen validasi aspek konstruksi

Instrumen ini digunakan untuk mengetahui kesesuaian konstruksi LKPD hasil pengembangan dengan indikator keterampilan komunikasi.

c. Instrumen validasi aspek keterbacaan

Instrumen ini digunakan untuk mengetahui kesesuaian keterbacaan LKPD berbasis visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro pada materi bentuk molekul untuk meningkatkan keterampilan komunikasi baik dari segi tampilan, ukuran, jenis huruf serta penggunaan bahasa.

3. Instrumen pada studi uji coba lapangan awal

Pada tahap uji coba lapangan awal digunakan instrumen berupa angket tanggapan guru dan peserta didik. Adapun penjelasan mengenai angket tanggapan guru dan peserta didik adalah sebagai berikut:

a. Angket tanggapan guru

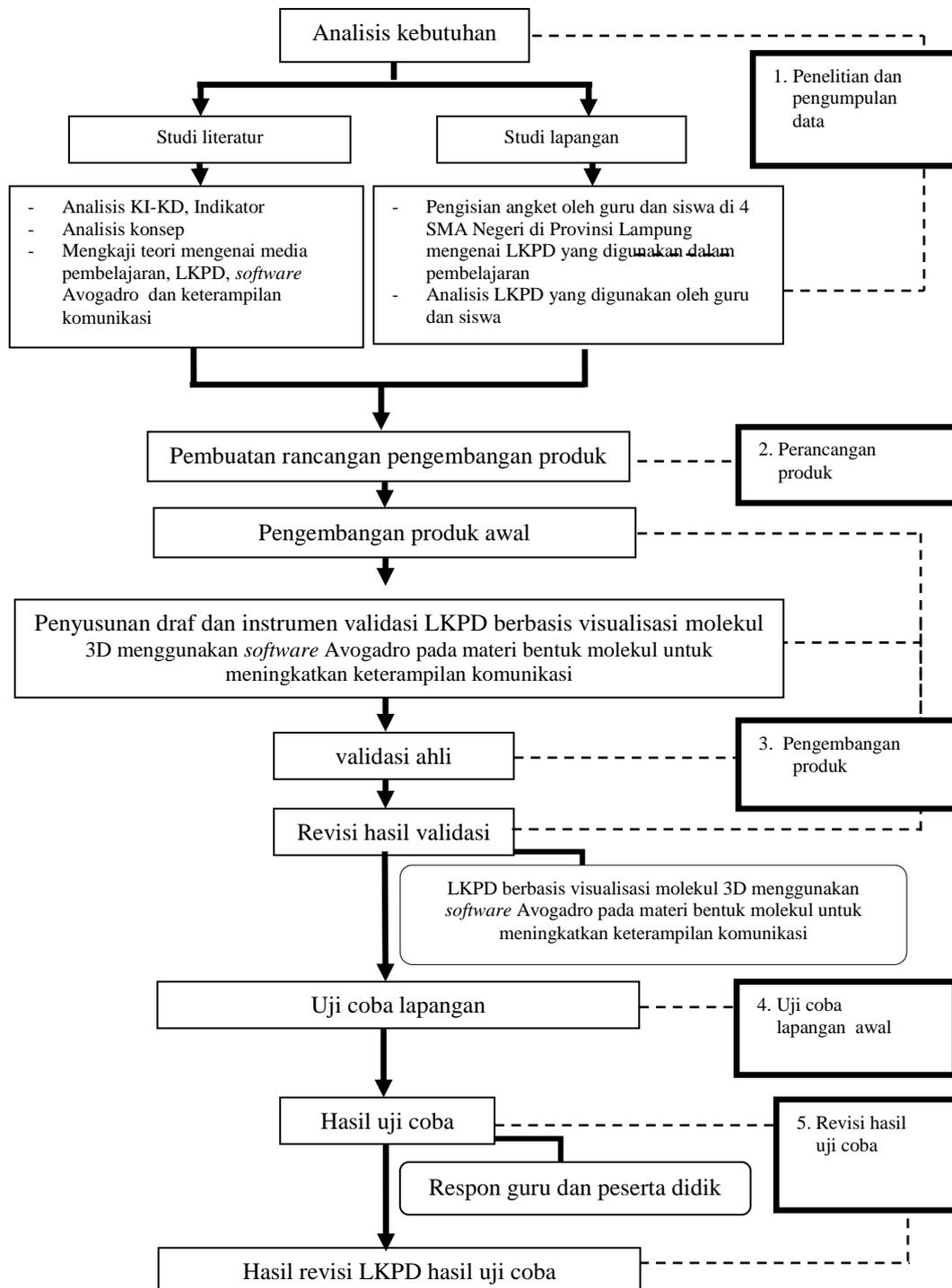
Angket tanggapan guru terdiri dari aspek kesesuaian isi, aspek konstruksi, dan aspek keterbacaan. Aspek-aspek tersebut sesuai dengan yang tertuang di dalam instrumen validasi ahli.

b. Angket tanggapan siswa

Angket tanggapan siswa terdiri dari aspek keterbacaan dan kemenarikan. Aspek-aspek tersebut sesuai dengan yang tertuang di dalam instrumen validasi ahli.

E. Alur Penelitian

Adapun alur penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Alur penelitian dan pengembangan LKPD berbasis visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro pada materi bentuk molekul untuk meningkatkan keterampilan komunikasi.

F. Prosedur Penelitian

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dan pengumpulan data

Penelitian dan pengumpulan informasi bertujuan untuk mengumpulkan informasi awal untuk mengembangkan produk. Tahap penelitian dan pengumpulan data terdiri atas studi literatur dan studi pendahuluan.

a. Studi literatur

Studi literatur dilakukan dengan cara menganalisis KI-KD, indikator, analisis konsep materi bentuk molekul, silabus, dan RPP, serta mengkaji teori LKPD dan produk penelitian sejenis. Hasil dari kajian akan menjadi acuan dalam pengembangan LKPD berbasis visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro pada materi bentuk molekul untuk meningkatkan keterampilan komunikasi.

b. Studi lapangan

Studi lapangan dilakukan di empat sekolah di Provinsi Lampung. Pada studi lapangan dilakukan dengan cara pengisian angket secara *online* melalui *googleforms* oleh 4 guru kimia dan 110 siswa kelas X SMA di Provinsi Lampung, yaitu SMA Negeri 1 Bandar Lampung, SMA Negeri 10 Bandar Lampung, SMA Negeri 13 Bandar Lampung dan SMA Negeri 1 Bandar Sribhawono.

2. Perencanaan produk

Sukmadinata (2011) menyatakan bahwa rancangan produk yang akan dikembangkan minimal meliputi : tujuan penggunaan produk, pengguna produk dan deskripsi komponen-komponen produk. Tujuan penggunaan produk LKPD yaitu sebagai media pembelajaran yang membantu peserta didik dalam mempelajari materi bentuk molekul dan sebagai referensi bagi guru kimia untuk mengembangkan LKPD berbasis visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro pada materi kimia yang lain. Pengguna produk ini adalah peserta didik dan guru. Komponen-komponen pada produk LKPD terdiri dari tiga bagian yaitu pendahuluan, isi dan penutup. Bagian pendahuluan berisi *cover* depan, kata

pengantar, daftar isi, lembar KI-KD, indikator produk, indikator proses, tujuan pembelajaran, serta petunjuk penggunaan LKPD. Bagian isi terdiri dari identitas LKPD (mata pelajaran, kelas/semester, alokasi waktu, materi pokok dan sub materi pokok), indikator pencapaian kompetensi yang berorientasi keterampilan komunikasi, tujuan setiap LKPD, dan petunjuk penggunaan LKPD. Bagian penutup berisi daftar pustaka dan cover belakang LKPD.

3. Pengembangan produk awal

Pengembangan produk awal ini berupa draf LKPD berbasis visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro pada materi bentuk molekul untuk meningkatkan keterampilan komunikasi. Setelah dikembangkan, selanjutnya draf LKPD produk tersebut divalidasi oleh validator yang memahami mengenai LKPD dan materi bentuk molekul. Aspek yang divalidasi yaitu kesesuaian isi, konstruksi, dan keterbacaan.

4. Uji coba lapangan awal

Produk LKPD hasil validasi selanjutnya diuji cobakan pada tiga guru kimia kelas X dari SMAN 1 Bandar Lampung, SMAN 10 Bandar Lampung, dan SMAN 14 Bandar Lampung serta 10 siswa kelas X di SMA Negeri 1 Bandar Lampung.. Proses uji coba dilakukan dengan pemberian instrumen berupa angket dan pemberian produk awal yang telah dibuat untuk mengetahui tanggapan guru terhadap kesesuaian isi, konstruksi, dan keterbacaan produk pada guru, serta untuk mengetahui tanggapan peserta didik terhadap keterbacaan dan kemenarikan produk.

5. Revisi hasil uji coba

Setelah uji coba lapangan awal, tahap terakhir yang dilakukan pada penelitian ini yaitu melakukan revisi berdasarkan tanggapan guru dan tanggapan peserta didik terhadap LKPD yang dikembangkan. Hasil akhir pada penelitian ini adalah LKPD berbasis visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro pada materi bentuk molekul untuk meningkatkan keterampilan komunikasi.

G. Teknik Analisis Data

1. Analisis data pada studi pendahuluan

Analisis data pada studi pendahuluan dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Mengklasifikasi data, bertujuan untuk mengelompokkan jawaban berdasarkan pertanyaan angket.
- b. Melakukan tabulasi data berdasarkan klasifikasi yang dibuat, hal tersebut bertujuan untuk memberikan gambaran frekuensi dan kecenderungan dari setiap jawaban berdasarkan pertanyaan angket dan banyaknya responden.
- c. Menghitung persentase jawaban, hal tersebut bertujuan untuk melihat besarnya persentase jawaban dari setiap pertanyaan, sehingga data yang diperoleh dapat dianalisis sebagai temuan. Berikut adalah rumus yang digunakan untuk menghitung persentase jawaban responden pada setiap item:

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

Keterangan: $%J_{in}$ = Persentase pilihan jawaban-i

$\sum J_i$ = Jumlah responden yang menjawab-i

N = Jumlah seluruh responden (Sudjana, 2005)

2. Analisis data angket hasil validasi ahli, tanggapan guru dan peserta didik

Adapun angket yang akan diolah pada penelitian ini adalah angket hasil validasi ahli, angket tanggapan guru dan peserta didik terhadap LKPD yang dilakukan dengan cara:

a. Mengkode dan mengklasifikasi data

Hal ini bertujuan untuk mengelompokkan jawaban berdasarkan pertanyaan angket. Dalam proses pengkodean dan pengklasifikasian data, dibuat suatu tabel berisi tentang substansi-substansi yang hendak diukur yaitu pertanyaan-pertanyaan beserta kode jawaban dari setiap pertanyaan tersebut.

b. Melakukan tabulasi data berdasarkan klasifikasi yang dibuat

Hal ini bertujuan untuk memberikan gambaran frekuensi dan kecenderungan dari setiap jawaban berdasarkan pertanyaan angket dan banyaknya responden.

c. Memberi skor jawaban responden

Penskoran jawaban responden dalam angket dilakukan berdasarkan skala *Likert* pada Tabel 2.

Tabel 2. Penskoran pada angket berdasarkan skala *Likert*

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

d. Mengolah jumlah skor jawaban responden

Pengolahan jumlah skor (ΣS) jawaban angket adalah sebagai berikut:

1) Skor untuk pernyataan Sangat Setuju(SS)

$$\text{Skor} = 5 \times \text{Jumlah responden}$$

2) Skor untuk pernyataan Setuju(S)

$$\text{Skor} = 4 \times \text{Jumlah responden}$$

3) Skor untuk pernyataan Kurang Setuju(KS)

$$\text{Skor} = 3 \times \text{Jumlah responden}$$

4) Skor untuk pernyataan Tidak Setuju(TS)

$$\text{Skor} = 2 \times \text{Jumlah responden}$$

5) Skor untuk pernyataan Sangat Tidak Setuju(STS)

$$\text{Skor} = 1 \times \text{Jumlah responden}$$

e. Menghitung persentase jawaban angket pada setiap item dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% X_{in} = \frac{\Sigma S}{S_{maks}} \times 100\% \quad (\text{Sudjana, 2005})$$

Keterangan :

$\% X_{in}$ = Persentase jawaban angket-i

ΣS = Jumlah skor jawaban

S_{maks} = Skor maksimum

f. Menghitung rata-rata persentase angket guna mengetahui tingkat kelayakan dan keterbacaan yang dikembangkan rumus sebagai berikut:

$$\overline{\%X_i} = \frac{\sum \%X_{in}}{n}$$

Keterangan: $\overline{\%X_i}$ = Rata-rata persentase angket-i

$\sum \%X_{in}$ = Jumlah persentase angket-i

n = Jumlah pertanyaan angket (Sudjana, 2005)

g. Menafsirkan persentase angket dengan menggunakan tafsiran Arikunto (2010).

Tabel 3. Tafsiran persentase angket

No	Pilihan Jawaban	Skor
1	80,1% - 100%	Sangat tinggi
2	60,1% - 80%	Tinggi
3	40,1% - 60%	Sedang
4	20,1% - 40%	Rendah
5	0,0% - 20%	Sangat Rendah

h. Menafsirkan kriteria validasi ahli analisis persentase produk hasil validasi ahli dengan menggunakan tafsiran Arikunto (2010).

Tabel 4. Kriteria validasi analisis persentase

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

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang didapat berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yaitu sebagai berikut:

1. Karakteristik LKPD yang dikembangkan yaitu menggunakan *Software* Avogadro yang bersifat *open source* dalam memvisualisasikan bentuk molekul secara 3D serta melatih keterampilan komunikasi.
2. Hasil validasi ahli pada LKPD yang dikembangkan terkait aspek kesesuaian isi, aspek konstruksi, dan aspek keterbacaan memperoleh rata-rata persentase sebesar 84,15 % dengan kriteria sangat tinggi dan dinyatakan valid.
3. Hasil tanggapan guru pada LKPD yang dikembangkan terkait aspek kesesuaian isi, aspek konstruksi, dan aspek keterbacaan memperoleh rata-rata persentase sebesar 81,04 % dengan kriteria sangat tinggi dan dinyatakan valid.
4. Hasil tanggapan peserta didik terhadap LKPD yang dikembangkan terkait aspek keterbacaan dan aspek kemenarikan memperoleh rata-rata persentase sebesar 89,98 % dengan kriteria sangat tinggi dan dinyatakan valid.

B. SARAN

Adapun saran pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Pengisian angket pada tahap studi pendahuluan hendaknya dilakukan secara langsung.
2. Membaca panduan penggunaan *Software* Avogadro yang telah disusun dalam LKPD pada penelitian ini sebagai referensi.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. 2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Asyhar, R. 2012. *Kreatif Mengembangkan Media Pembelajaran*. Jakarta: Gaung Persada Press.
- Borg, W., & Gall, M. 1989. *Educational Research and Introduction: Fifth Edition*. USA: Pearson Education.
- Bundu, P. 2006. *Penilaian Keterampilan Proses Dan Sikap Ilmiah Dalam Pembelajaran Sains SD*. Jakarta: Depdiknas Dirjen Dikti.
- Canagara, H. 2011. *Pengantar Ilmu Komunikasi*. Jakarta: PT Raja Grafindo.
- Cardellini, L. 2012. Chemistry: Why the Subject is Difficult?. *Journal of Educacion Quimica*. 23(2): 305-310.
- Cornell, T., & Hutchison, G. 2015. *Avogadro: Molecular Editor and Visualization*. <https://avogadro.cc/docs/>. Diakses pada 29 November 2021.
- Darmodjo, H., & Kaligis, E. 1992. *Pendidikan IPA II*. Jakarta: Depdikbud.
- Daryanto. 2010. *Media Pembelajaran*. Yogyakarta: Gava Media.
- Depdiknas. 2014. *Permendikbud No. 58 Tahun 2014*. Jakarta: Depdiknas.
- Dimiyati & Mujiono. 2006. *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: PT Rineke Cipta.
- Ernawati, D. 2016. Pengembangan Bahan Ajar Hidrokarbon Dengan Ilustrasi 3 Dimensi (3d) Berbasis Augmented Reality (AR) Sebagai Materi Pengayaan Siswa SMA/Sederajat. (*Skripsi*). Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.
- Ernst, J., & Monroe, M. 2004. The Effects of Environment-Based Education on Students Critical Thinking Skills and Disposition Toward Critical Thinking. *Journal of Environmental Education Research*. 10(4): 507-522.

- Fadiawati, N., & Syamsuri, M. 2016. *Merancang Pembelajaran Kimia Di Sekolah Berorientasi Hasil Riset Pengembangan*. Yogyakarta: Media Akademik.
- Gilbert, J.K. 2005. *Visualization In Science Education*. Dordrecht: Springer.
- Hasby. 2018. Pengaruh Software Visualisasi Terhadap Hasil Dan Minat Belajar Siswa Pada Meteri Bentuk-Bentuk Molekul Di SMA Negeri 4 Langsa. *Jurnal Pendidikan Kimia dan Ilmu Kimia*, 1(1): 21-25.
- Hosnan, M. 2014. *Pendekatan Sainifik dan Kontekstual dalam Pembelajaran Abad-21*. Bogor: Ghalia Indonesia.
- Hudriani, E. 2019. Analisis Keterampilan Berkomunikasi Siswa Melalui Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Student Facilitator And Explaining Pada Materi Hidrokarbon Dan Minyak Bumi. (*Skripsi*). Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim. Riau.
- Kalsum & Nugroho. 2014. Penerapan Model Pembelajaran Cooperative Problem Solving untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konsep dan Komunikasi Ilmiah Siswa pada Mata Pelajaran Fisika. *Unnes Physics Education Journal*, 3(2): 74-78.
- Kemendikbud. 2013. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 65 Tahun 2013 Tentang Standar Proses Pendidikan Dasar/Menengah. Jakarta: Kemendikbud.
- Majid, A. 2014. *Pembelajaran Tematik Terpadu*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Marfuah. 2017. Meningkatkan Keterampilan Komunikasi Peserta Didik melalui Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw. *Jurnal Pendidikan Ilmu Sosial*, 26(02): 148-152.
- Morocco, C., Aguilar, M., & Bershad, J. 2010. *Supported literacy for adolescents: Transforming teaching and content learning for the 21st century*. San Fransisco: John Wiley & Sons.
- Montgomery, D. 2001. Integrating molecular modeling into the inorganic chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, 78(6): 840-844.
- Muhson, A. 2010. Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi. *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia*, 8(2):1-10
- Nurahman, A., Widodo., Ishafit., Saulon, B. O. 2018. The Development of Worksheet Based on Guided Discovery Learning Method Helped by PhET Simulations Interactive Media in Newton's Laws of Motion to Improve Learning Outcomes and Interest of Vocational Education 10th Grade Students. *Indonesian Review of Physics*, 1(2): 37-41.

- Nurafini & Azhar, M., 2019. LKPD Bentuk Molekul Berbasis Inkuiri Terstruktur Dengan Menggunakan Pemodelan Tiga Dimensi. *Jurnal Edukimia*, 1(3): 96-101.
- Ochterski, J. W. 2014. Using Computational Chemistry Activities To Promote Learning and Retention in a Secondary School General Chemistry Setting. *Journal of Chemical Education*, 91(6): 817–822.
- Pietikainen, O. 2018. *VRChem: A molecular modeling software for Virtual Reality*. Finland.
- Plomp, T., & Nieveen, N. (2007). *Educational Design Research*. Enschede: Netherlands Institute for Curriculum Development (SLO).
- Prastowo, A. 2014. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: DIVA Press.
- Pratama, R. 2021. Penguatan Pemahaman Konsep Peserta Didik SMA Melalui Pengembangan Model Bentuk Molekul Anorganik Berbasis 3D Printer. (*Skripsi*). Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta.
- Purwanto, D. 2006. *Ilmu Komunikasi*. Jakarta: PT Raja Grafindo.
- Rafiq, K., & Hashim, H. 2018. Augmented reality game (arg), 21st century skills and esl classroom. *Journal of Educational and Learning Studies*, 1(1): 29–34.
- Rayan, B., & Rayan, A. 2017. Avogadro Program for Chemistry Education: To What Extent can Molecular Visualization and Three-dimensional Simulations Enhance Meaningful Chemistry Learning?. *World Journal of Chemical Education*, 5(4): 136-141.
- Rhosalia, L. (2017). Pendekatan Saintifik (Scientific Approach) dalam Pembelajaran Tematik Terpadu Kurikulum 2013 versi 2016. *Journal of Teaching In Elementary Education*, 1(1): 59 – 77.
- Riyana, C., & Susiliana, R. 2012. *Media Pembelajaran*. Jakarta: Direktorat Jendral Pendidikan Islam Kementerian Agama RI.
- Reisbreg, D. 1997. *Cognition*. New York: Norton
- Samatowa, U. 2011. *Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar*. Jakarta: Indeks.
- Santrock, W. 2007. *Perkembangan Anak Jilid 1 Edisi kesebelas*. Jakarta: PT. Erlangga.

- Sari, K. 2017. Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik IPA Berbasis Model Project Based Learning Untuk Meningkatkan Keterampilan Kolaborasi Dan Komunikasi Peserta Didik Kelas VII. (*Skripsi*). Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.
- Sudjana. 2005. *Metode Statistika*. Bandung: Tarsito.
- Suharti, K., Naswir, M., & Dewi, F. 2019. Pengaruh Model Pembelajaran Advance Organizer Terhadap Kemampuan Siswa Menganalisis Materi Bentuk Molekul Kelas X IPA SMA Negeri 10 Kota Jambi. *Journal of The Indonesian Society of Integrated Chemistry*, 11(1): 1-9.
- Sukmadinata, S. 2011. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Sulistyaningrum, H., Winata, A., & Cacik, S. Analisis Kemampuan Awal 21st Century Skills Mahasiswa Calon Guru SD. *Jurnal Pendidikan Dasar Nusantara*, 5 (1): 142–158.
- Sutirman. 2013. *Media dan Model-Model Pembelajaran Inovatif*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Trianto. 2011. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif*. Jakarta: PT. Kencana.
- Uno, H. 2012. *Profesi Kependidikan; Problema, Solusi, dan Reformasi Pendidikan di Indonesia*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Utomo, E. 2017. Investigasi Proses Visualisasi Matematis: Studi Kasus Siswa Field Independent Dalam Menyelesaikan Soal Non-Kontekstual. <http://conferences.uin-malang.ac.id/index.php/SIMANIS/issue/view/2>. Diakses pada 10 Oktober 2021.
- Yuanita, E., Sudirman, S., Ulfa, M., Dharmayani, N., Sumarlan, I., & Sudarma, I. 2018. Aplikasi Chemdraw Dan Avogadro Untuk Meningkatkan Pemahaman Dan Minat Dalam Bidang Kimia. *Jurnal Pendidikan dan Pengabdian Masyarakat*, 1(2): 209-214.
- Yuliani, D. R. 2015. Aplikasi Kimia 2015 Avogadro. Diakses pada tanggal 23 November 2022 dari <http://dwiriskayuliani.web.unej.ac.id/2015/05/19/aplikasi-kimia-2015-avogadro/>.
- Zakis, R., Dubinsky, E., & Dauterman., J. 1996. Using Visual And Analytic Strategies: A Study Of Students Understanding Of Permutation And Symmetry Groups. *Journal of Research in Mathematics Education*, 27 (4): 435-457.