

**PENGEMBANGAN LKPD BERORIENTASI *HIGHER ORDER*
THINKING SKILL DENGAN VISUALISASI MOLEKUL
3D MENGGUNAKAN *SOFTWARE* AVOGADRO
PADA MATERI BENTUK MOLEKUL**

(Skripsi)

Oleh

WARDA SUKMAWATI

1713023003



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

ABSTRAK

PENGEMBANGAN LKPD BERORIENTASI *HIGHER ORDER THINKING SKILL* DENGAN VISUALISASI MOLEKUL 3D MENGGUNAKAN *SOFTWARE* AVOGADRO PADA MATERI BENTUK MOLEKUL

Oleh

Warda Sukmawati

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan LKPD berorientasi *higher order thinking skill* dengan visualisasi molekul 3D menggunakan *software* avogadro pada materi bentuk molekul, karakteristik LKPD, tanggapan guru, dan tanggapan peserta didik terhadap LKPD yang dikembangkan, serta kendala dalam pengembangan LKPD. Desain penelitian dan pengembangan yang digunakan menurut Borg & Gall dilakukan hanya lima tahap dari sepuluh tahap, yaitu pengumpulan data, perencanaan produk, pengembangan produk awal, uji coba lapangan awal, dan revisi hasil uji coba. Keterampilan yang digunakan yaitu *HOTS* dengan level kognitif menganalisis (C4), mengevaluasi (C5), dan mencipta (C6).

Intrumen yang digunakan yang digunakan dalam penelitian ini adalah angket analisis kebutuhan guru dan peserta didik, angket validasi ahli, angket tanggapan guru dan peserta didik kemudian dianalisis dengan menggunakan metode analisis statistik deskriptif. LKPD yang dikembangkan menggunakan pendekatan saintifik meliputi: mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasi, dan mengkomunikasi. Berdasarkan hasil validasi ahli pada aspek kesesuaian isi, konstruksi, dan keterbacaan memiliki kriteria tinggi. Hasil tanggapan guru pada aspek kesesuaian isi, konstruksi, dan keterbacaan memiliki kriteria sangat tinggi. Hasil tanggapan peserta didik pada aspek keterbacaan, dan aspek kemenarikan memiliki kriteria sangat tinggi. Berdasarkan hasil yang diperoleh, maka pengembangan LKPD berorientasi *Higher Order Thinking skill* dengan visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro pada materi bentuk molekul dikatakan valid.

Kata kunci: LKPD, *Higher Order Thinking skill (HOTS)*, bentuk molekul, *software* Avogadro

PENGEMBANGAN LKPD BERORIENTASI *HIGHER ORDER THINKING SKILL* DENGAN VISUALISASI MOLEKUL 3D MENGGUNAKAN *SOFTWARE* AVOGADRO PADA MATERI BENTUK MOLEKUL

Oleh

WARDA SUKMAWATI

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 BERORIENTASI
HIGHER ORDER THINKING SKILL DENGAN
VISUALISASI MOLEKUL 3D MENGGUNAKAN
SOFTWARE AVOGADRO PADA MATERI
BENTUK MOLEKUL**

Nama Siswa : **Warda Sukmawati**

No. Pokok Mahasiswa : 1713023003

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

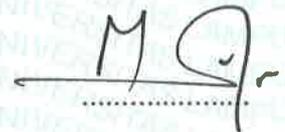
2. **Ketua Jurusan Pendidikan MIPA**

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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

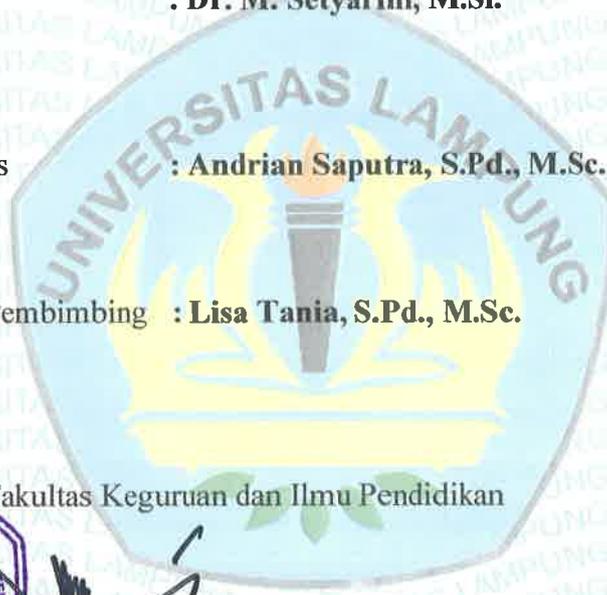
Ketua : **Dr. M. Setyarini, M.Si.**



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



Penguji
Bukan Pembimbing : **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 : Warda Sukmawati
Nomor Pokok Mahasiswa : 1713023003
Fakultas/Jurusan : KIP/ Pendidikan Kimia
Program Studi : Pendidikan Kimia

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah di ajukan 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 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.

Bandarlampung, 05 April 2023
Yang menyatakan




Warda Sukmawati
NPM 1713023003

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Baturaja, Sumatera Selatan pada tanggal 12 Juli 1999, sebagai anak pertama dari tiga bersaudara, dari Bapak M. Akmal Syakroni dan Ibu Susi Herawati.

Penulis mengawali pendidikan Taman Kanak-kanak di TK Aisyiyah Bustanul Athfal 1 Baturaja pada tahun 2005, Sekolah Dasar Negeri 3 Baturaja pada tahun 2006, Sekolah Dasar Negeri 6 Martapura tahun 2007 dan diselesaikan di Sekolah Dasar Negeri 2 Baturaja tahun 2011, Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Baturaja diselesaikan tahun 2014 dan Sekolah Menengah atas di SMA Negeri 1 Baturaja diselesaikan tahun 2017.

Tahun 2017 penulis diterima sebagai Mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Lampung. Selama menjadi mahasiswa penulis pernah mengikuti organisasi Himpunan Mahasiswa Kimia Seluruh Indonesia (IKAHIMKI) pada tahun 2018-2020. Pada tahun 2020 penulis mengabdikan dan mengajar dengan mengikuti Program Pengalaman Lapangan Persekolah (PLP) dan Kuliah Kerja Nyata (KKN) yang terintegrasi di Sekolah Dasar Negeri 10 Punduh Pedada tahun 2020, Dusun Labuhan Agung, Desa Pulau Legundi, Kecamatan Punduh Pedada, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung.

PERSEMBAHAN

Skripsi ini kupersembahkan untuk:

Kakek dan Nenek ku tersayang, Kedua Orang tuaku yang tercinta dan terkasih,
Adikku tersayang, Dosen dan guru yang tak pernah lelah membimbing,
Orang-orang yang terbaik dalam hidupku, teman-teman terbaikku, dan
Almamaterku.

MOTO

Siapa ingin menjadi bunga indah di surga diiringi berjuta doa, maka taburlah
berjuta benih kebaikan selama di dunia.

(Emmeril Kahn Mumtadz)

Dan berbuat baiklah, karena sesungguhnya Allah menyukai orang-orang yang
berbuat baik.

(QS. Al-Baqarah:195)

SANWACANA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengembangan LKPD berorientasi *Higher Order Thinking Skill* dengan visualisasi molekul 3D menggunakan *software* avogadro pada materi bentuk molekul”. Skripsi ini sebagai salah satu syarat agar dapat menyelesaikan Program sarjana (S1) di Jurusan Pendidikan Kimia, Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Sunyono, M.Si., selaku Dekan FKIP 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 dan serta pembahas atas kesediaannya memberikan kritik, saran, motivasi untuk skripsi ini.
4. Ibu Dr. M. Setyarini, M.Si., selaku pembimbing I atas keiklasan, motivasi dan kesediaannya dalam memberikan bimbingan, saran dan kritik untuk skripsi ini.
5. Bapak Andrian Saputra, S.Pd., M.Sc., selaku pembimbing II atas keiklasan, motivasi dan kesediannya dalam memberikan bimbingan, saran dan kritik untuk skripsi ini.
6. Kakek Tercinta H. Umar Cik Asan yang selalu memberikan bantuan baik moril maupun materil kepda penulis selama menempuh pendidikan.
7. Ayahanda M. Akmal Syakroni, S.E dan ibunda Susi Herawati, A.Md.Kom tercinta atas segala bantuan, dan keiklasan, bimbingan serta doa restu yang diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan.
8. Adik tersayang M. Al-barr Aksa, A.Md. T dan M. Falih Aksa yang selalu memberikan semangat dan doa selama penyusunan tugas akhir.

9. Sahabat-sahabat terbaik saya Marta, Sherli, Rizki, Rif'ani, Galuh, Roro, Laras yang selalu menjadi teman cerita dan memberikan semangat selama penulis menempuh pendidikan.
10. Jauza, Rizka Leonita, Desi, Akbar teman seperjuangan KKN yang selalu menemani dan memberikan semangat kepada penulis saat berada di Bandar Lampung.
11. Teman-teman bimbingan dari Dosen Pembimbingan I dan 2 Mutiara Khoirunnisa dan Siti Fatimah yang telah berbagi suka dan duka selama penyusunan tugas akhir.
12. Semua teman-teman angkatan 2017 pendidikan kimia yang selalu kebersamai dan selalu ada.
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan yang telah membantu hingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan, agar penulis dapat berkarya lebih baik lagi pada kesempatan yang akan datang, dan penulis berharap semoga penulisan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandar Lampung, 05 April 2023

Penulis,

Warda Sukamawati

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian.....	5
E. Ruang Lingkup Penelitian.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
A. <i>Higher Order Thinking Skill</i>	7
B. Lembar Kegiatan Peserta Didik.....	10
C. Media Pembelajaran	13
D. Peran Visualisasi Dalam Media Pembelajaran.....	15
E. <i>Software Avogadro</i>	17
F. Penelitian Relevan.....	27
III. METODE PENELITIAN	28
A. Desain Penelitian	28
B. Sumber Data Penelitian	29
C. Teknik Pengumpulan Data	29
D. Instrumen Penelitian	29
E. Alur Penelitian	32
F. Prosedur Penelitian.....	33
G. Teknik Analisis Data	36
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	40
A. Hasil Penelitian dan Pembahasan	40
B. Karakteristik LKPD yang dikembangkan.....	60
C. Kendala-kendala Pembuatan LKPD	60

V. KESIMPULAN DAN SARAN	62
A. Simpulan.....	62
B. Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN.....	68
1. Analisis KI-KD	69
2. Analisis Konsep	75
3. Hasil Angket Analisis Kebutuhan Peserta Didik	77
4. Hasil Angket Analisis Kebutuhan Guru	82
5. RPP.....	88
6. Hasil Validasi Ahli Aspek Kesesuaian Isi	102
7. Tabulasi Hasil Validasi Ahli Aspek Kesesuaian Isi.....	107
8. Kriteria Validasi Ahli Aspek Kesesuaian Isi	113
9. Hasil Validasi Ahli Aspek Konstruksi Isi	117
10. Tabulasi Hasil Validasi Ahli Aspek Konstruksi Isi	119
11. Kriteria Validasi Ahli Aspek Konstruksi Isi	121
12. Hasil Validasi Ahli Aspek Keterbacaan.....	123
13. Tabulasi Hasil Validasi Ahli Aspek Keterbacaan.....	125
14. Kriteria Validasi Ahli Aspek Keterbacaan.....	127
15. Hasil Tanggapan Guru Aspek Kesesuaian Isi.....	129
16. Tabulasi Hasil Tanggapan Guru Aspek Kesesuaian Isi	133
17. Kriteria Hasil Tanggapan Guru Aspek Kesesuaian Isi	140
18. Hasil Tanggapan Guru Aspek Konstruksi Isi	143
19. Tabulasi Hasil Tanggapan Guru Aspek Konstruksi Isi.....	145
20. Kriteria Hasil Tanggapan Guru Aspek Konstruksi Isi	147
21. Hasil Tanggapan Guru Aspek Keterbacaan	149
22. Tabulasi Hasil Tanggapan Guru Aspek Keterbacaan	151
23. Kriteria Hasil Tanggapan Guru Aspek Keterbacaan.....	153
24. Hasil Tanggapan Peserta Didik Aspek Keterbacaan.....	155
25. Tabulasi Hasil Tanggapan Peserta Didik Aspek Keterbacaan.....	158
26. Kriteria Hasil Tanggapan Peserta Didik Aspek Keterbacaan	170
27. Hasil Tanggapan Peserta Didik Aspek Kemenarikan	172
28. Tabulasi Hasil Tanggapan Peserta Didik Aspek Kemenarikan	174
29. Kriteria Hasil Tanggapan Peserta Didik Aspek Kemenarikan.....	176

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Deskripsi dan Kata Kunci Taksonomi Anderson & Kartwohl.....	9
2. Penelitian Relevan.....	27
3. Penskoran Pada Angket Berdasarkan Skala <i>Likert</i>	37
4. Tafsiran Persentase Angket.....	38
5. Kriteria Validasi Analisis Persentase	38
6. Kriteria Kelayakan Analisis Persentase	39
7. Rata-rata Hasil Penilaian Validator Terhadap LKPD	51
8. Hasil Validasi Ahli Aspek Kesesuaian Isi	51
9. Rata-rata Hasil Tanggapan Guru Terhadap LKPD yang dikembangkan.....	56
10. Hasil Tanggapan Guru Terhadap Aspek Kesesuaian Isi.....	56
11. Rata-rata Hasil Tanggapan Peserta Didik Terhadap LKPD yang dikembangkan	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tampilan Layar Ketika Membuka <i>Software Avogadro</i>	17
2. Tampilan Menu File Pada <i>Software Avogadro</i>	18
3. Tampilan Menu Edit Pada <i>Software Avogadro</i>	19
4. Tampilan Layar Pada menu <i>View</i> pada <i>software Avogadro</i>	20
5. Tampilan Menu <i>Build</i> Pada <i>Software Avogadro</i>	21
6. Tampilan Menu <i>Select</i> Pada <i>Software Avogadro</i>	22
7. Tampilan Layar Pada Menu <i>Extensions</i> Pada <i>Software Avogadro</i>	23
8. Tampilan Pada <i>Navigate Tool</i> Pada <i>Software Avogadro</i>	24
9. Tampilan Pada <i>Bond Centric Manipulate</i> Pada <i>Software Avogadro</i>	24
10. Tampilan <i>Manipulate Tool</i> Pada <i>Software Avogadro</i>	24
11. Tampilan <i>Selection Tool</i> Pada <i>Software Avogadro</i>	25
12. Tampilan <i>Rotatae Tool</i> Pada <i>Software Avogadro</i>	25
13. Tampilan Layar <i>software Avogadro</i>	26
14. Tampilan Molekul Pada Gambar Kiri (Metana) Kanan (Metanol) Pada Layar dalam <i>Software Avogadro</i>	26
15. Alur Pengembangan LKPD Berorientasi <i>Higher Order Thinking Skill</i> dengan Visualisasi Molekul 3D Menggunakan <i>Software Avogadro</i> Pada Materi Bentuk Molekul	32
16. Persentase Guru yang Sudah dan Belum Menggunakan LKPD Pada Materi Bentuk Molekul.....	42
17. Persentase Peserta Didik yang Menyatakan Setuju untuk Pengembangan LKPD yang akan dikembangkan	42
18. <i>Cover</i> depan LKPD.....	44
19a. <i>Cover</i> LKPD 1	46
19b. <i>Cover</i> LKPD 2	46

20. Contoh Tahap Mengamati	47
21. Contoh Tahap Menanya.....	48
22a. Mengamati Struktur Lewis H ₂ O	48
22b. Mengisi Tabel Serta Peserta Didik dituntun Untuk Membuat Bentuk Molekul 3D	48
23. Contoh Tahap Mengasosiasi.....	49
24. Contoh Tahap mengkomunikasikan	49
25. <i>Cover</i> Belakang LKPD yang dikembangkan.....	50
26a. Pertanyaan Nomor 2 Pada LKPD 1 Sebelum Revisi.....	52
26b. Pertanyaan Nomor 2 Pada LKPD 1 Setelah Revisi.....	52
27a. Pertanyaan Nomor 3 Pada LKPD 1 Sebelum Revisi.....	52
27b. Pertanyaan Nomor 3 Pada LKPD 1 Setelah Revisi.....	52
28a. Pertanyaan Nomor 5 Pada LKPD 1 Sebelum Revisi.....	53
28b. Pertanyaan nomor 5 pada LKPD 1 Setelah Revisi	53
29a. Tampilan <i>Cover</i> LKPD 2 Sebelum Revisi.....	54
29b. Tampilan <i>Cover</i> LKPD 2 Setelah Revisi.....	54
30a. Tampilan <i>Cover</i> Depan Sebelum Revisi.....	55
30b. Tampilan <i>Cover</i> Depan Setelah Revisi.....	55

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Revolusi digital dan era disrupsi teknologi adalah istilah lain untuk industri 4.0. Disebut revolusi digital karena menjamurnya komputer dan otomatisasi pencatatan di segala bidang (Tjandrawinata, 2016). Perkembangan arus ilmu pengetahuan era globalisasi sangatlah cepat menuntut semua bidang kehidupan untuk menyesuaikan visi, misi, tujuan, agar sesuai kebutuhan dan tidak ketinggalan zaman sehingga diperlukan ilmu pengetahuan dan teknologi (Merdekawati dkk., 2014). Salah satunya sektor pendidikan, di era industri 4.0 ini peserta didik dituntut memiliki *Higher Order Thinking Skill* (Abduh & Istiqomah, 2021).

Namun, kemampuan siswa Indonesia untuk (1) memahami informasi yang kompleks sangat rendah; (2) teori, analisis, dan pemecahan masalah; 3) Pemecahan masalah dan penggunaan alat dan prosedur; dan (4) melakukan penelitian (Widana, 2017). Menurut penelitian Faizah & Widyastuti (2022) berdasarkan observasi peserta didik menyatakan bahwa kimia merupakan pelajaran yang masih dianggap sulit karena bersifat abstrak, permasalahan ini terlihat dari rendahnya kemampuan mereka dalam menyelesaikan permasalahan dalam *HOTS*.

Melalui kegiatan “mengingat, memahami, menerapkan, menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta”, diterapkan pembelajaran ranah kompetensi pengetahuan yang berorientasi pada keterampilan berpikir tingkat tinggi (*HOTS*), yang menuntut guru untuk melatih kemampuan berpikir tingkat tinggi (Dewi, 2018). *Higher Order Thinking Skill* meliputi aspek pengetahuan yang mencakup menganalisis (C4), mengevaluasi (C5) dan menciptakan (C6) (Anderson dan Kartwohl,

2001). Untuk meningkatkan keterampilan *HOTS* peserta didik, diperlukan LKPD dengan tipe keterampilan ber-pikir tingkat tinggi atau *Higher Order Thinking Skill* (Aditama dkk., 2019).

Salah satu media pembelajaran untuk membantu memahami konsep secara keseluruhan adalah lembar kerja peserta didik. LKPD merupakan media pembelajaran yang digunakan oleh guru dalam menyampaikan dan meningkatkan pemahaman peserta didik pada suatu proses pembelajaran (Hamidah dkk., 2018). Pada mata pelajaran kimia, salah satu kompetensi dasar (KD) yang wajib dipahami oleh peserta didik kelas X SMA/MA ialah KD 3.6 yaitu menerapkan teori pasangan elektron kulit valensi (VSPER) dan teori domain elektron dalam menentukan bentuk molekul.

Materi bentuk molekul bersifat abstrak dan mikroskopis, peserta didik dituntut untuk berimajinasi dalam memahami materi bentuk molekul tersebut, sehingga peserta didik akan cepat merasa bosan dan sulit memahami penjelasan guru yang hanya mengandalkan buku pelajaran saja (Puji dkk., 2014). Faktor yang menyebabkan peserta didik cepat merasa kesulitan diantaranya karena benak seseorang perlu mengimajinasikan antara struktur 3D suatu molekul dengan gambar yang dicetak dalam bentuk 2D (Abraham dkk., 2010). Materi kimia bentuk molekul, di dalamnya banyak konsep yang sulit untuk divisualisasikan kepada peserta didik sehingga membutuhkan alat bantu berupa media yang bisa diterapkan dalam pembelajaran materi yang abstrak (Mursidah, 2020).

Menurut Penelitian yang dilakukan oleh Prasetyo (2020) hasil observasi penelitian peserta didik dan guru mengonfirmasi bahwa media pembelajaran yang sering digunakan umumnya berupa media *powerpoint* saja, sehingga diperlukannya media pembelajaran yang mampu membantu guru dalam menyampaikan materi secara lebih menarik serta mampu memvisualisasikan materi yang akan dipelajari oleh peserta didik. Menurut Fitri (2020) materi bentuk molekul memerlukan media untuk dapat melihat gambar secara jelas dan dapat diramalkan sudut dari suatu bentuk molekul. Media yang tepat diperlukan dalam pembelajaran bentuk

molekul agar mendorong tercapainya pembelajaran yang efektif. Penggunaan media visual dapat mengatasi keterbatasan pengalaman yang dialami peserta didik, dapat menanamkan konsep yang benar, konkrit, dan meningkatkan daya tarik peserta didik (Hasby, 2018).

Software Avogadro merupakan berbasis *open source* dan fleksibel sehingga dapat digunakan dalam pembelajaran materi bentuk molekul. Menurut (Yunita dkk., 2018) *software* Avogadro merupakan *software* visualisasi dan editor molekul, aplikasi ini memiliki fitur visualisasi molekul yang sangat bagus dan akan sangat membantu siswa ketika belajar tentang teori VSEPR dan kimia organik. Penggunaan *software* Avogadro dapat mengubah-ubah tampilan molekul dengan berbagai jenis representasi secara mudah melalui *mouse* (Setyarini dkk., 2017).

Menurut (Armansyah dkk ., 2019) berdasarkan hasil penelitian visualisasi digunakan untuk membantu peserta didik dalam meningkatkan hasil belajar. Banyak sekali *software* yang dapat membantu siswa dalam memahami bentuk molekul, contohnya *Chemdraw*, *Hyperchem*, *JMol* dan *Software Avogadro* tetapi setiap *software* memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Namun, pada penelitian ini menggunakan *software* Avogadro karena memiliki kelebihan seperti berbasis *open source*, dapat dijalankan pada sistem Windows, Linux, dan Mac OS X, dapat menggambarkan bentuk-bentuk molekul dari berbagai sudut dalam tiga dimensi. Berdasarkan uraian serta analisis permasalahan yang telah dipaparkan di atas, maka perlu dikembangkan dengan judul “Pengembangan LKPD berorientasi *Higher Order Thinking Skill* dengan visualisasi molekul 3D menggunakan *software Avogadro*”.

B. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana karakteristik LKPD berorientasi *Higher Order Thinking Skill* dengan visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro pada materi bentuk molekul?
2. Bagaimana tanggapan guru terhadap LKPD berorientasi *Higher Order Thinking Skill* dengan visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro pada materi bentuk molekul?
3. Bagaimana tanggapan peserta didik terhadap LKPD berorientasi *Higher Order Thinking Skill* dengan visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro pada materi bentuk molekul?
4. Apa saja kendala yang dihadapi selama penyusunan LKPD berorientasi *Higher Order Thinking Skill* dengan visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro pada materi bentuk molekul?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Mendeskripsikan karakteristik LKPD berorientasi *Higher Order Thinking Skill* dengan visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro pada materi bentuk molekul.
2. Mendeskripsikan tanggapan guru terhadap LKPD berorientasi *Higher Order Thinking Skill* dengan visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro pada materi bentuk molekul.
3. Mendeskripsikan tanggapan peserta didik terhadap LKPD berorientasi *Higher Order Thinking Skill* dengan visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro pada materi bentuk molekul.
4. Mendeskripsikan kendala-kendala yang terjadi dalam pengembangan LKPD berorientasi *Higher Order Thinking Skill* dengan visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro pada materi bentuk molekul.

D. Manfaat Penelitian

Dengan adanya LKPD berorientasi *Higher Order Thinking Skill* dengan visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro pada materi bentuk molekul diharapkan dapat berguna bagi:

1. Peserta didik

Hasil pengembangan LKPD berorientasi *Higher Order Thinking Skill* dengan visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro diharapkan mempermudah pemahaman peserta didik pada materi bentuk molekul.

2. Guru

Hasil pengembangan LKPD berorientasi *Higher Order Thinking Skill* dengan visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro pada materi bentuk molekul diharapkan dapat menjadi salah satu media pembelajaran alternatif.

3. Sekolah

Hasil pengembangan LKPD berorientasi *Higher Order Thinking Skill* dengan visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro pada materi bentuk molekul diharapkan meningkatkan mutu pembelajaran di sekolah.

E. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan penelitian dan pengembangan menurut Borg dan Gall dalam sukmadinata.
2. LKPD merupakan sebagai instrumen untuk guru dalam memberikan suatu materi kepada peserta didik yang berupa panduan tertulis agar peserta didik mudah menentukan konsep dari materi yang sedang dipelajari (Fadiawati & Syamsuri, 2016).
3. *Software* Avogadro merupakan *software* kimia yang berbasis *open source* tersedia dalam berbagai platform sistem operasi merupakan editor molekul

yang dirancang untuk digunakan secara fleksibel dalam kimia komputasi, pemodelan molekul (Jekyll & Mistake, 2018).

4. Materi yang disampaikan dalam pengembangan LKPD berbasis visualisasi menggunakan *software* Avogadro adalah materi bentuk molekul.
5. Indikator yang dilatihkan dalam penelitian dan pengembangan dalam LKPD yang dikembangkan merujuk pada level kognitif Anderson dan Krathwohl (2001) yaitu kegiatan menganalisis (C4), mengevaluasi (C5), dan menciptakan (C6).
6. Kriteria LKPD yang dikembangkan dikatakan valid bila nilai presentase sebesar 76-100% yang artinya layak dan tidak perlu revisi menurut Arikunto (2008).

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Higher Order Thinking Skill*

Terkait dengan isu perkembangan pendidikan di tingkat international, kurikulum 2013 dirancang dengan berbagai penyempurnaan, dimana penyempurnaan ini dilakukan pada standar isi yaitu mengurangi materi yang tidak relevan serta pendalaman dan perluasan materi yang relevan. Penyempurnaan ini juga dilakukan pada standar penilaian, dimana penilaian hasil belajar diharapkan dapat membantu untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (Widana, 2017).

Keterampilan berpikir tingkat tinggi dipicu oleh empat kondisi yaitu:

1. Situasi belajar tertentu yang tidak dapat digunakan dalam situasi belajar lain, sehingga memerlukan strategi belajar tertentu.
2. Kini, kecerdasan dipandang sebagai kumpulan pengetahuan yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain lingkungan belajar, strategi belajar, dan kesadaran.
3. Memahami perspektif yang bergerak dari unidimensi, lurus, progresif atau memutar menuju pemahaman sudut pandang yang berlapis-lapis dan intuitif.
4. Kemampuan berpikir tingkat tinggi khusus seperti penalaran, pemecahan masalah, dan pemikiran kritis dan kreatif (Aryana dkk., 2018).

Menurut Bloom, keterampilan dibagi menjadi dua bagian. Pertama adalah keterampilan tingkat rendah yang penting dalam proses pembelajaran, yaitu mengingat (*remembering*), memahami (*understanding*), dan menerapkan (*applying*), dan kedua adalah yang diklasifikasikan ke dalam keterampilan berpikir tingkat tinggi berupa keterampilan menganalisis (*analyzing*), mengevaluasi (*evaluating*),

dan mencipta (*creating*). Dimensi proses berpikir dalam taksonomi Bloom telah diidealkan oleh Anderson & Krathwohl (2001). Penyempurnaan ini dibuat agar sesuai dengan tujuan-tujuan pendidikan, sehingga ranah kognitif menjadi: mengingat, memahami, mempraktikkan, menganalisis, mengevaluasi, dan menghasilkan dalam buku (Fadiawati & Fauzi, 2008). Berikut ini cakupan keterampilan berpikir tingkat tinggi:

1. Menganalisis (C4) adalah keterampilan untuk memecah konsep menjadi potongan-potongan konsep yang lebih spesifik. Proses kognitif membedakan dan mengatur adalah contoh keterampilan analitis.
2. Mengevaluasi (C5) adalah kemampuan mencetuskan resolusi mengacu pada standar yang sudah ditentukan. Standar yang umum dipakai adalah prinsip dalam nilai, konsistensi, dan produktivitas. Baik peserta didik maupun guru tunduk pada standar ini. Peserta didik harus dapat menggunakan kriteria yang telah ditentukan untuk menentukan nilai suatu metode, produk, ide, atau objek pada tahap evaluasi. Proses kognitif memeriksa (*checking*) dan mengkritik (*critiquing*) termasuk pada level ini.
3. Mencipta (C6), proses kognitif ini melibatkan keterampilan yang diperlukan untuk menghidupkan konsep produk. Peserta didik dikatakan memiliki keterampilan penanganan mental yang inventif, jika Peserta didik tersebut dapat membuat hal-hal baru.

Soal jenis *Higher Thinking Skill* biasanya digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir yang tidak semata-mata hanya sekedar mengingat (*recall*), Menyatakan kembali (*restate*), ataupun merujuk tanpa melaksanakan pengolahan (*recite*), walaupun demikian, soal-soal yang berbasis *Higher Order thinking skill* bukan berarti soal yang lebih susah daripada soal lain (Ramli, 2020). Pada pembelajaran *HOTS* guru mengajarkan kepada peserta didik bagaimana mencari sumber informasi, bagaimana mengevaluasi informasi yang didapat dan bagaimana mereka dapat menggunakan informasi tersebut untuk diri mereka dan untuk orang lain (Dewi, 2018). Berikut ini Deskripsi dan kata kunci taksonomi menurut Taksonomi Anderson & Krathwohl (2001) pada Tabel 1.

Tabel 1. Deskripsi dan Kata Kunci Taksonomi Anderson & Kratwohl

KATEGORI	KATA KUNCI	
<i>Remembering</i> (mengingat) : Dapatkah peserta didik mengucapkan atau mengingat informasi?	Menyebutkan definisi, mencontoh, ucapan, menyatakan susunan, mengungkapkan, mengulang, mengutarakan.	<i>LOTS-lower Order Thinking Skill</i>
<i>Understanding</i> (pemahaman): Dapatkah peserta didik menjelaskan konsep, prinsip, hukum, atau prosedur?	Menggolongkan, menggambarkan, menerangkan, identifikasi, mengadukan.	
<i>Applying</i> (penerapan): Dapatkah peserta didik menerapkan pemahamannya dalam situasi baru?	Memilih, mendemostrasikan, memerankan, menggunakan, mengilustrasikan, menginterpretasi, menyusun jadwal, membuat sketsa, memecahkan masalah, menulis.	
<i>Analyzing</i> (analisis): Apakah siswa dapat mengurutkan bagian-bagian berdasarkan perbedaan dan persamaan?	Mengkaji, membandingkan, mengkontraskan, membedakan, menyaring, mengetes, melakukan eksperimen, mempermasahkan.	<i>HOTS-Higher Order Thinking skill</i>
<i>Evaluating</i> (evaluasi): Bisakah siswa memutuskan apakah fenomena atau objek tertentu itu baik atau buruk?	Menawarkan sudut pandang, melindungi, mengungkapkan, mengatur, memberikan penghormatan dan penilaian, menilai.	
<i>Creating</i> (penciptaan): Bisakah siswa membuat atau melihat objek?	Membuat, mengganti, membangun, mencipta, mendesain, mendirikan, merumuskan, menulis, membuat	

Sumber: Anderson & Kratwohl (2001)

Dalam buku Widana (2017) terdapat 3 level kognitif yaitu 1) pengetahuan (level 1) yang menggabungkan unsur siklus penalaran mengetahui (C1) dan mencari tahu (C2), kualitas inkuiri level 1 adalah memperkirakan informasi yang dapat diverifikasi, dihitung dan prosedural, sedangkan Aplikasi (Level 2) yaitu level kognitif mencakup dimensi poses berpikir menerapkan atau mengaplikasikan

(C3), dan Penalaran (Level 3) level penalaran merupakan kemampuan berpikir tingkat tinggi, Karena siswa harus mampu mengingat, memahami, dan menerapkan pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural selain memiliki logika dan penalaran yang tinggi untuk memecahkan masalah dalam konteks, tingkat penalaran pada Level 3 melingkupi aspek jalannya pola pikir untuk menganalisis (C4), evaluasi (C5), dan membuat (C6) untuk menjawab pertanyaan. Untuk meningkatkan *Higher Order Thinking Skill* dibutuhkan LKPD.

B. Lembar Kerja Peserta Didik

Bahan ajar merupakan perangkat pembelajaran yang dapat digunakan guru dalam proses pembelajaran di sekolah. Mereka adalah contoh aspek pembelajaran yang tidak dapat dibedakan. Dalam proses pembelajaran bahan ajar yang umum dipakai diantaranya berupa modul, Handout, LKPD, buku, dan foto/gambar (Sari, 2020).

LKPD merupakan salah satu media pembelajaran dan sumber belajar. Guru menggunakan LKPD untuk membantu peserta didik memahami materi. Menurut Fadiwati & Fauzi (2018), LKPD merupakan salah satu sumber belajar dan termasuk salah satu media yang digunakan guru untuk mengajar siswanya. Pratsowo (2011) mengatakan bahwa LKPD memiliki faedah dan maksud, antara lain: 1) Melatih peserta didik dalam mendidik dan menumbuhkan pengalaman, 2) Mengakomodasi peserta didik dalam menciptakan ide, 3) Menempa peserta didik bebas belajar, 4) Membantu guru dalam merencanakan pembelajaran, 5) LKPD berfungsi sebagai pendamping praktikum yang akan diselesaikan, serta 6) acuan pelaksanaan pembelajaran bagi pendidik dan mahasiswa. Adapun langkah-langkah penyusun LKPD menurut Prastowo (2011) memiliki empat tahapan, yaitu:

1. Penyusunan analisis kurikulum

Tujuan dari analisis kurikulum adalah untuk menentukan materi yang diperlukan di LKPD.

2. Penyusunan peta kebutuhan LKPD
Untuk menentukan jumlah LKPD yang harus ditulis dan urutannya, diperlukan peta kebutuhan LKPD.
3. Penentuan judul-judul LKPD
Kompetensi dasar mata pelajaran atau pengalaman belajar dalam kurikulum digunakan untuk menentukan judul LKPD.
5. Menulis LKPD
Sebelum menulis LKPD, beberapa langkah harus dilakukan, seperti menetapkan keterampilan dasar yang harus dikuasai peserta didik, memilih metode penilaian, menyiapkan materi, dan memilih struktur LKPD.

Menurut Fadiawati & Fauzi (2018) mengenai persyaratan LKPD yang berkualitas jika aspek didaktis, konstruksional dan teknis terpenuhi. Adapun penjelasannya sebagai berikut:

1. Syarat didaktik
Hal ini menunjukkan bahwa LKPD bersifat universal dan dapat dimanfaatkan secara efektif oleh peserta didik dengan segala kemampuan. Proses penemuan konsep ditekankan dalam LKPD, dan aspek terpenting LKPD adalah keragaman stimulus yang diberikan oleh berbagai kegiatan dan media peserta didik. Diharapkan LKPD akan meningkatkan komunikasi sosial, etika, emosional, dan moral.
2. Syarat konstruksi
Ketepatan isi pembelajaran (rangkaiian konsep materi) harus menjadi pertimbangan LKPD. Hal ini berkaitan dengan bahasa yang digunakan, struktur kosa kata, kalimat, tingkat kesulitan, dan kejelasan LKPD agar dapat dipahami.
3. Syarat-syarat teknis
Tampilan (termasuk bidang fokus dan bidang kosong) huruf, gambar, dan elemen lainnya harus menjadi pertimbangan LKPD.

Salah satu struktur yang harus diikuti dalam pembuatan LKPD seperti berikut ini yaitu sebagai berikut:

1. Kegiatan yang sesuai dengan kompetensi yang harus dicapai peserta didik dibahas pada judul.
2. Indikator pencapaian kompetensi, yang meliputi ranah proses psikomotor dan kognitif sesuai rancangan RPP.
3. Instruksi penggunaan singkat, dirancang untuk membantu peserta didik menavigasi berbagai tahapan proses pembelajaran..
4. Materi disajikan sedemikian rupa sehingga peserta didik secara mandiri menjalankan observasi, latihan, analisis data, diskusi, atau kegiatan belajar peserta didik untuk menggali konsep yang berkaitan dengan topik yang dipelajari.
5. Assesmen dan rubrik, berisi pertanyaan-pertanyaan maupun penugasan lainnya untuk mengukur peserta didik (Fadiawati & Fauzi, 2018).

Peserta didik didorong untuk berpartisipasi lebih aktif dalam proses pembelajaran dengan menggunakan LKPD. Jenis LKPD eksperimental dan non-eksperimental dapat digunakan. LKPD non-eksperimental membantu mengembangkan konsep pada subtopik non-eksperimental pada peserta didik, sedangkan LKS merupakan media pembelajaran yang disusun secara kronologis dan berisi pertanyaan terkait alur kerja, observasi, dan kegiatan praktik. Peserta didik akan menemukan konsep dan kesimpulan, akhir dari konten praktis.

Adapun kelebihan-kelebihan Lembar kerja peserta didik menurut (Trianto, 2011) yaitu sebagai berikut:

1. LKPD dapat menggerakkan peserta didik dalam latihan pembelajaran.
2. Membantu peserta didik dalam memahami dan mengembangkan konsep.
3. Menjadi metode pengajaran alternatif yang menitikberatkan keterlibatan aktif peserta didik dalam proses pembelajaran.
4. Serta dapat memotivasi peserta didik.

LKPD berbasis pendekatan sintifik adalah LKPD yang dirancang sesuai tahapan berikut ini:

1. Tahap mengamati, dimana pada tahap ini peserta didik mengamati fenomena alam atau fenomena dalam kehidupan sehari-hari yang dekat dengan peserta didik. Fenomena ini berupa video, gambar, fakta.
2. Tahap menanya, tahap ini agar peserta didik mengajukan pertanyaan peran guru membimbing peserta didik dengan membuat instruksi-instruksi terkait fenomena, dan peserta didik menuliskan hasil indentifikasi dan pertanyaan-pertanyaan yang diajukan.
3. Tahap metode/mengumpulkan data, tahap ini guru memfasilitasi peserta didik agar dapat melakukan percobaan atau mengumpulkan informasi guna menanggapi pertanyaan peserta didik.
4. Tahap Mengasosiasi/Menalar, tahap ini guru membuat pertanyaan-pertanyaan sehingga peserta didik dapat menghubungkan pengetahuan yang telah diperoleh ditahap sebelumnya.
5. Tahap mengomunikasi/Membangun Jejaring, tahap ini guru memfasilitasi agar peserta didik dapat mengkomunikasikan semua pengalaman belajar yang telah diperoleh oleh peserta didik. Langkah ini seperti menghasilkan pengetahuan baru. Tahap ini dapat dilakukan dengan berbagai cara misalnya mempresentasikan di depan kelas, diunggah di dunia maya, dan sebagainya (Fadiawati& Fauzi, 2018).

C. Media Pembelajaran

Dalam proses belajar pentingnya peran media, dengan kehadiran media ketidakjelasan materi yang disampaikan (Yulisa, 2017). Penggunaan media dalam pembelajaran sangat disarankan, pembelajaran yang berhasil akan sangat diuntungkan dengan penggunaan media yang tepat. Terdapat beragam aspek yang wajib menjadi pertimbangan dalam memilih media antara lain yaitu: tujuan pembelajaran, karakteristik media, konteks penggunaan, biaya (Waskitho, 2016).

Menurut termonologinya, kata media berasal dari bahasa latin “medium” yang artinya perantara. Media merupakan sesuatu, baik cetak maupun noncetak yang dapat menjadi jembatan komunikasi dari sumber informasi kepada orang lain

yang membaca, melihat, atau memakainya (Fadiawati & Fauzi 2018). Media pembelajaran adalah segala sesuatu yang dapat digunakan sebagai perantara untuk menyampaikan pesan dari pendidik ke peserta didik sehingga dapat merangsang perhatian, minat, pikiran dalam kegiatan belajar untuk mencapai tujuan belajar (Febriani dkk., 2019). Menurut Prasetyo (2020) media pembelajaran adalah perangkat yang digunakan untuk memudahkan serta mendukung guru dalam memberikan serta menyampaikan informasi kepada peserta didik sehingga kegiatan belajar mengajar menjadi lebih efektif.

Sukiman (2012) mendefinisikan media pembelajaran sebagai semua hal yang bisa diaplikasikan guna mendistribusikan pesan dari komunikator ke komunikan untuk merangsang perasaan, pikiran, minat siswa, dan perhatian, serta kemauannya, agar tujuan pembelajaran dapat tercapai secara efektif. Menurut Aryadillah & Fitriansyah (2017) media adalah alat yang dapat membantu proses pembelajaran dengan fungsi memperjelas makna pesan yang disampaikan oleh pendidik kepada peserta didik sehingga tujuan pembelajaran dapat tersampaikan dengan lebih baik dan sempurna. Dari pengertian media pembelajaran di atas peneliti menyimpulkan bahwa media pembelajaran adalah alat bantu yang digunakan untuk memudahkan proses kegiatan belajar agar tercapai tujuan belajar.

Ada empat kategori media: media audio, media visual, media audio-visual, dan multimedia. Penjelasan keempat jenis media pembelajaran sebagai berikut:

- a. Media visual, khususnya jenis media yang digunakan, hanya menuntut peserta didik untuk dapat melihat sesuatu. Hasil belajar peserta didik sangat bergantung pada kemampuan visualnya ketika menggunakan media ini.
- b. Media audio merupakan salah satu jenis media dimana peserta didik hanya menggunakan pendengarannya untuk belajar. Menggunakan indera dan kemampuan pendengaran seseorang sebagai sarana belajar.
- c. Jenis media yang dikenal sebagai media audio-visual menggabungkan penglihatan dan pendengaran ke dalam satu proses atau kegiatan untuk tujuan pendidikan. Pesan verbal dan nonverbal yang mengandalkan penglihatan dan pendengaran dapat menyampaikan pesan dan informasi melalui media ini.

- d. Media yang mengintegrasikan beberapa jenis media dan peralatan ke dalam proses atau kegiatan pembelajaran dikenal dengan istilah multimedia. Media tekstual, visual, auditori, dan audio, serta media interaktif berbasis komputer dan teknologi informasi dan komunikasi, semuanya digunakan dalam pembelajaran multimedia (Asyhar, 2011).

Adapun fungsi pokok media pembelajaran dalam proses belajar mengajar antara lain sebagai berikut:

1. Penggunaan media pembelajaran memiliki tujuan tersendiri sebagai alat untuk memperbaiki lingkungan belajar.
2. Proses pembelajaran dapat dipercepat dengan menggunakan media pembelajaran. Peserta didik akan dapat dengan cepat dan mudah menangkap tujuan dan materi pembelajaran berkat media pembelajaran, sesuai dengan fungsi tersebut.
3. Media belajar dalam pengajaran lebih diutamakan untuk mempercepat proses belajar mengajar dan membantu peserta didik dalam menangkap pengertian yang diberikan guru (Sumiharsono & Hasanah, 2017).

D. Peran Visualisasi Dalam Media Pembelajaran

Panca indera dapat digunakan untuk menikmati media visual, yaitu alat bantu visual untuk belajar. Penggunaan media visual sangat fundamental selama berjalannya pembelajaran. Media visual dapat mempelancar penafsiran dan memperkuat impresi (Daryanto, 1993), sedangkan menurut Supardi (2017) media visual memiliki peran yang dapat memotivasi belajar peserta didik mengubah konsep abstrak menjadi konkrit. Media visual juga mampu membangun konsep berpikir peserta didik dalam menyampaikan ide dan gagasannya dalam bentuk gambar.

Penggunaan media pembelajaran visual merupakan salah satu alat yang dapat digunakan oleh guru dalam proses pembelajaran. Dibandingkan dengan proses pembelajaran yang murni verbal, pemanfaatan media visual selama pembelajaran

membantu peserta didik menghindari kebosanan dan memudahkan mereka menerima materi yang dijelaskan oleh guru. Hal tersebut juga meningkatkan semangat belajar, kreativitas, berpikir kritis, motivasi, dan prestasi belajar (Budiman, 2016). Menurut Pujilesatari & Susila (2020) Ketika guru memberikan pelajaran abstrak kepada peserta didik yang dijadikan sebagai sumber belajar, maka peran media pembelajaran visual dalam proses belajar mengajar dapat dimanfaatkan sebagai alat untuk menyampaikan materi ajar. Menurut Levie dan Lentz (1982) dalam buku Sumiharsono dan Hasanah (2017), menjelaskan empat unsur media pembelajaran, khususnya media visual, secara spesifik, sebagai berikut:

1. Fungsi atensi

Tujuan inti dari fokus media visual adalah untuk menarik dan menuntun fokus peserta didik agar mereka dapat berkonsentrasi pada isi pelajaran dalam kaitannya dengan makna visual yang diilustrasikan atau disertakan teks materi pelajaran.

2. Fungsi afektif

Saat mempelajari (atau membaca) teks bergambar, peserta didik dapat melihat media visual dari posisi yang nyaman.

3. Fungsi kognitif

Kemampuan mental media visual harus terlihat dari penemuan-penemuan penelitian yang mengungkapkan bahwa gambar-gambar visual memudahkan untuk mencapai tujuan memahami dan mengingat kembali data dalam foto.

4. Fungsi Kompensatoris

Menurut temuan penelitian, fungsi kompensasi media pembelajaran dapat diperhatikan pada fakta bahwa media visual menyediakan konteks untuk membantu siswa memahami teks dengan keterampilan membaca yang kurang mampu dalam mengorganisasikan penjelasan dalam teks dan mengingatnya.

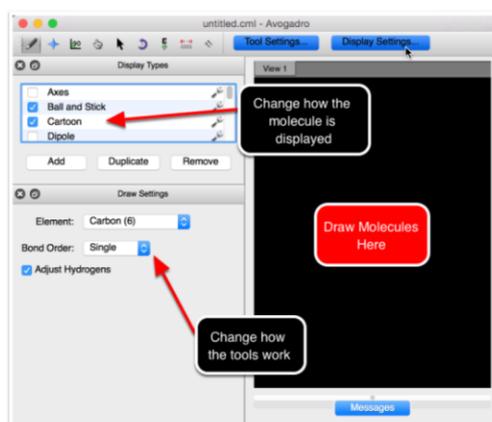
Dalam pembelajaran bersifat abstrak membutuhkan media visualisasi yang dapat membangun peserta didik dalam mempelajari materi pembelajaran yang lebih efektif lagi, visualisasi memiliki peran untuk meningkatkan meningkatkan memori eksternal pada peserta didik, meningkatkan kemampuan untuk

mempelajari pola dalam data, menyediakan penggambaran beberapa inferensi melalui persepsi langsung dari informasi daripada melalui proses kognitif yang kompleks (Hewett, 2005).

E. Software Avogadro

Avogadro adalah *software open source*, tersedia dalam berbagai *platform* sistem operasi merupakan editor molekul yang dirancang untuk digunakan secara fleksibel dalam kimia komputasi, pemodelan molekul, bioinformatika, dan bidang terkait lainnya. Avogadro yang tersedia dijalankan pada sistem window, linux, dan mac Os X (Jekyll & Mistake, 2018). Berikut ini penjelasan tampilan menu ketika membuka *software* Avogadro sebagai berikut:

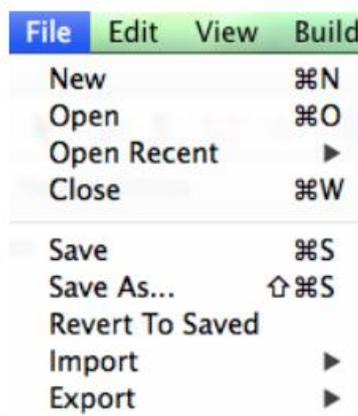
1. Tampilan ketika membuka *software* Avogadro. Berikut ini disajikan Layar ketika membuka *software* Avogadro pada Gambar 1.



Gambar 1. Tampilan Layar Ketika Membuka *Software* Avogadro.

2. Pada menu File menyediakan untuk membuat file baru, membuka & menutup dokumen, serta menyimpan dokumen serta dapat mengimpor file dari berbagai databas. Adapun fungsi tools dari menu file yaitu :
 - a. *New* berfungsi membuka file baru di *software* Avogadro.
 - b. *Open* berfungsi membuka file yang telah disimpan dapat diakses melalui browser pop ip.

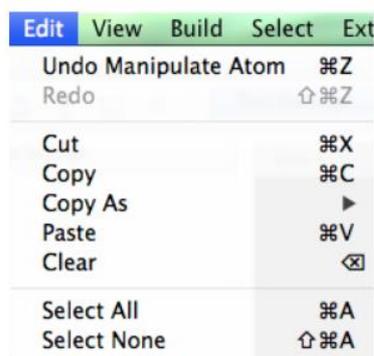
- c. *Open Recent* digunakan untuk menampilkan daftar dokumen.
- d. *Close* digunakan menutup jendela yang sedang terbuka.
- e. *Save* digunakan menyimpan dokumen.
- f. *Save As* digunakan untuk menyimpan dokumen tanpa menimpa file asli.
- g. *Revert to Saved* digunakan untuk mengembalikan semua perubahan yang dibuat pada file yang disimpan sebelumnya.
- h. *Import* digunakan untuk membuka file kimia yang disimpan dalam database.
- i. *Ekspor* digunakan untuk membuat file di *software* Avogadro dapat dipindahkan untuk program lain. Berikut ini Tampilan menu file pada *software* Avogadro pada Gambar 2.



Gambar 2. Tampilan Menu File Pada *Software* Avoagadro.

- 3. Menu edit pada Menu edit terdapat *undo*, *cut*, *copy*, *copy*, *copy As*, *paste*, *clear*, *select All*, *Select None*. Adapun fungsi–fungsi tools pada Menu edit sebagai berikut:
 - a. *Undo* berfungsi menghapus perubahan terakhir pada dokumen.
 - b. *Redo* berfungsi untuk memulihkan perubahan terakhir pada dokumen.
 - c. *Cut* berfungsi menghapus dan menyalin pilihan.
 - d. *Copy* berfungsi membuat duplikat dari seluruh molekul dan menempat-kanya di clipbord.
 - e. *Copy As* berfungsi memberikan representasi teks dari molekul yang ada di layar tampilan.

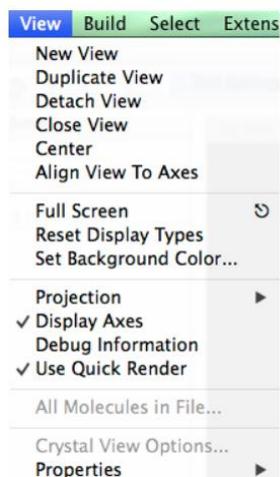
- f. *Paste* berfungsi untuk menyalin data yang telah dicopy ke papan klip.
- g. *Clear* berfungsi untuk menghilangkan semua struktur kimia dari jendela tampilan.
- h. *Select All* berfungsi untuk menyoroti semua yang ada di layar.
- i. *Select None* berfungsi untuk mengabaikan semua yang ada dilayar fitur *select none* fitur ini juga ditemukan di bawah menu “*select*”. Berikut ini tampilan gambar menu edit pada *software* Avogadro pada Gambar 3.



Gambar 3. Tampilan Menu Edit Pada *Software* Avogadro.

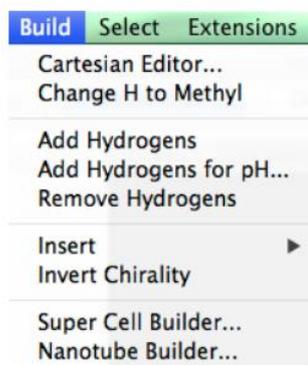
4. Pada menu *view* digunakan untuk memberikan kemampuan untuk menambahkan dan menyesuaikan tampilan yang sedang digunakan. Adapun fungsi pada tools menu *view* sebagai berikut:
 - a. *New view* berfungsi jendela tampilan baru yang kosong.
 - b. *Duplicate view* berfungsi untuk setiap perubahan yang dilakukan pada jendela tampilan akan secara otomatis diperbarui di semua tampilan.
 - c. *Detach view* berfungsi menampilkan tampilan saat ini di jendela baru.
 - d. *Close view* berfungsi untuk menghapus tampilan yang terbuka.
 - e. *Center* berfungsi untuk menyelaraskan molekul ke tengah layar tampilan.
 - f. *Align view to Axes* berfungsi untuk menyesuaikan tampilan pada bidang x,y dengan sumbu z positif mengarah ke pengguna.
 - g. *Full screen* berfungsi untuk memperluas jendela untuk mengisi layar komputer.

- h. *Reset Display Types* berfungsi untuk membatalkan pilihan semua jenis tampilan yang dicentang, dan kembali ke jenis tampilan " *Ball and stick dan stic*.
- i. *Set Backgorund* berfungsi untuk mengubah latar belakang jendela tampilan.
- j. Pada *Projection* ada dua jenis fitur proyeksi yaitu *prospectice default* berfungsi untuk memberikan tampilan yang lebih realistis 3D dari sebuah molekul, *Projection Ortographic* berfungsi untuk menyediakan dan menyesuaikan molekul menjadi tampilan 2D di mana semua atom serupa disesuaikan agar pandangan proyeksi terlihat jelas saat mengambar molekul.
- k. *Display Axes* berungsi membuat tampilan sumbu di sudut kiri.
- l. *Debug information* berfungsi memberikan informasi tambahan tentang tampilan yang sedang berlangsung dilayar.
- m. *All moleuceles in file* berfungsi untuk melihat molekul yang sebelumnya telah dibuat dan disematkan ke dalam satu file.
- n. *Crystal view options* berfungsi untuk memungkinkan untuk mengedit struktur apapun.
- o. *Properties* berfungsi untuk menampilkan molekul, atom, ikatan sudut, dan konformer. Berikut in Tampilan layar pada menu *view* pada *software* Avogadro pada Gambar 4.



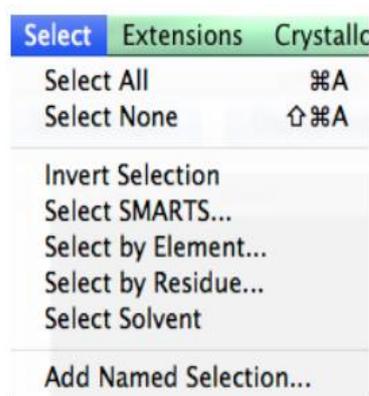
Gambar 4. Tampilan Layar Pada Menu *View* Pada *Software* Avogadro.

5. Menu *build* digunakan untuk membantu proses pembuatan molekul. Adapun fungsi setiap tools sebagai berikut:
- Cartesian Editor* berfungsi sebagai untuk menyesuaikan panjang ikatan secara manual.
 - Change H to methyl* berfungsi menggantikan hidrogen yang ada di jendela tampilan dengan gugus metil.
 - Add Hydrogens* berfungsi untuk memenuhi valensi atom yang ada dengan hidrogen.
 - Add Hydrogen for pH* berfungsi sebagai menyesuaikan pH molekul fitur ini akan menambah atau mengurangi hidrogen asam ke gugus yang dapat terionisasi dalam peptide sesuai dengan pH yang diinginkan
 - Remove Hydrogens* berfungsi sebagai menghapus semua hidrogen di layar tampilan.
 - Insert* berfungsi untuk menyediakan atau menyisipkan DNA/RNA, fragmen, peptide, dan juga dapat menyisipkan molekul.
 - Invert Chirality* berfungsi sebagai membalikan kiralitas ke konfigurasi R/S yang berlawanan.
 - Super Cell Builder berfungsi untuk membangun dan mengedit Kristal dan material.
 - Nanotube builder* berfungsi untuk memberikan informasi tentang pembuatan carbon nanotubes. Berikut ini tampilan menu *build* pada *software Avogadro* pada Gambar 5.



Gambar 5. Tampilan Menu *Build* Pada *Software Avogadro*.

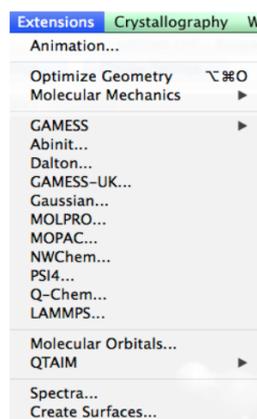
6. Pada menu *select* membuat perubahan kimia lebih efisien melalui berbagai mode pemilihan. Adapun fungsi *tools* pada *select* sebagai berikut:
- Select All* berfungsi untuk menyorot semua yang ada di layar.
 - Invert Selection* berfungsi untuk membalikan gambar yang telah dibuat.
 - Select smart* berfungsi untuk memberikan informasi lebih lanjut tentang berbagai atom, atau kelompok atom di dalam molekul.
 - Select by element* berfungsi untuk menghasilkan layar tabel periodik untuk memilih elemen yang akan digunakan.
 - Select by residu* berfungsi untuk memungkinkan memilih residu dengan nama tertentu fitur ini berkerja dengan residu yang dibuat menggunakan pembuat peptide.
 - Add name selection* berfungsi untuk menambahkan pilihan baru ke basis data yang digunakan. Berikut ini Tampilan menu *select* pada *software* Avogadro pada Gambar 6.



Gambar 6. Tampilan Menu *Select* Pada *Software* Avogadro.

7. Pada menu *extensions* memiliki beberapa fitur *animation*, *Optimize geomtery*, *molecular mechanics*, *gammess*, *abinit*, *dalton*, *games-UK*, *gaussian*, *molpro*, *mopac*, *nwchem*, *PSI4*, *Q-chem*, *Lammps*, *molecular orbitals*, *Qtai*, *spectra*, *create surface*. Adapun fungsi *tools* pada menu *extensions* sebagai berikut:
- Animation* berfungsi untuk memuat file dan melihat serta mengedit file dalam format yang kompatibel dengan PC.

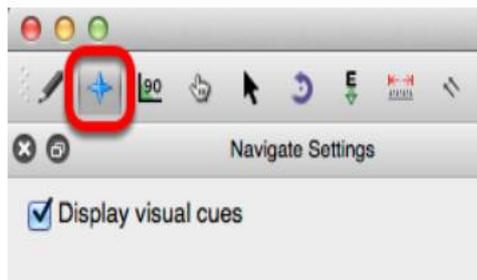
- b. *Optimize geometry* berfungsi untuk memberikan tampilan molekul yang cepat dan realities menggunakan mekanika molekul.
- c. *Molecular Mechanics* berfungsi untuk mengedit optimasi geometri molekul sesuai dengan keinginan.
- d. *Setup force field* berfungsi untuk memberi kemampuan memilih jenis gaya dan algoritme yang dapat mengoptimalkan parameter molekuler.
- e. *Calculate Energy* berfungsi untuk menentukan jumlah energi per jumlah material (Kj/mol).
- f. *Conformer Search* berfungsi untuk cara mudah untuk mencari konfomer dalam molekul.
- g. *Molecular Orbitals* berfungsi untuk menampilkan orbital molekul untuk orbiatal dengan disesuaikan dan kofigurasi ulang jika diperlukan.
- h. *QTAIM (Quatum theory of atoms in molecules)* berfungsi untuk dapat memberikan informasi tentang molekul.
- i. *Spectra* berfungsi membuat visualisasi molekul dari file.
- j. *Create Surface* berfungsi untuk mengedit warna, resolusi untuk menyempurnakan tampilan layar. Berikut ini Tampilan menu *extensions* pada *software* Avogadro pada Gambar 7.



Gambar 7. Tampilan Layar Pada Menu *Extensions* Pada *Software* Avogadro.

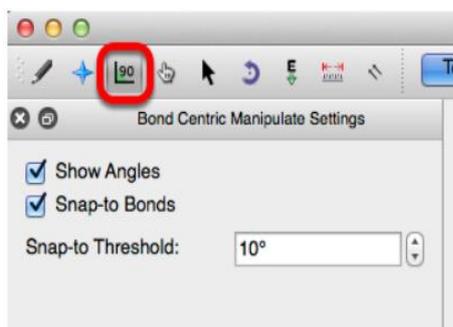
Menurut Jekyll & Mistake (2018) pada *software* Avogadro memiliki beberapa fungsi *tools* pada *software* Avogadro sebagai berikut:

1. Pada *Navigate tool* digunakan untuk menggeser, memutar tampilan molekul. Berikut ini disajikan Tampilan pada *navigate tool* pada *software* Avogadro pada Gambar 8.



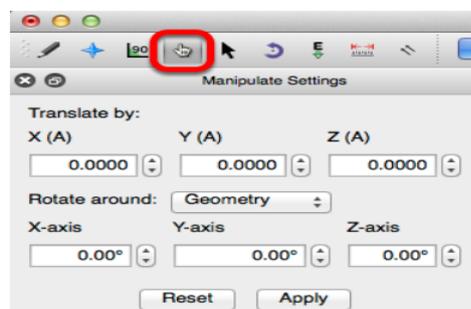
Gambar 8. Tampilan Pada *Navigate Tool* Pada *Software* Avogadro.

2. Pada *bond centric manipulate tool* digunakan sebagai mengubah sudut, ikatan, dan rotasi molekul. Berikut ini Tampilan *bond centric tool* pada *software* Avogadro pada Gambar 9.



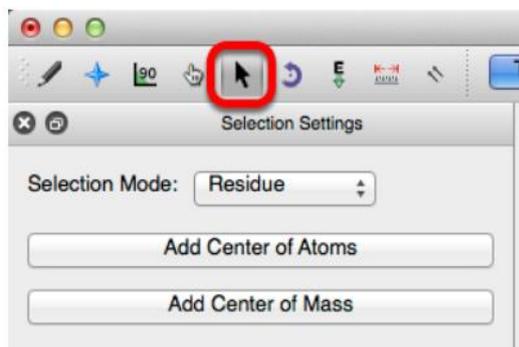
Gambar 9. Tampilan Pada *Bond Centric Manipulate Tool* Pada *Software* Avogadro

3. Pada *Manipulate tool* digunakan sebagai memindahkan atom. Berikut ini Tampilan *Manipulate tools* pada *software* Avogadro pada Gambar 10.



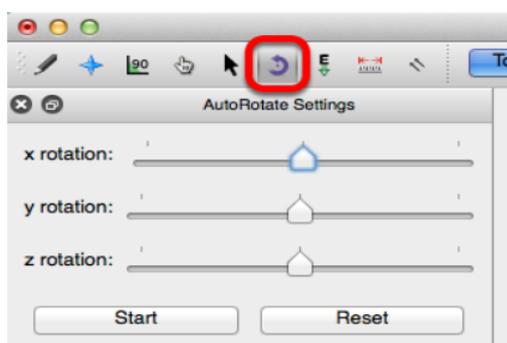
Gambar 10. Tampilan *Manipulate Tool* Pada *Software* Avogadro.

7. Pada menu *selection tool* digunakan alat yang memungkinkan pemilihan atom, ikatan, atau fragmen. Berikut ini Tampilan *selection tool* pada *software* Avogadro pada Gambar 11.



Gambar 11. Tampilan *Selection Tool* Pada *Software* Avogadro.

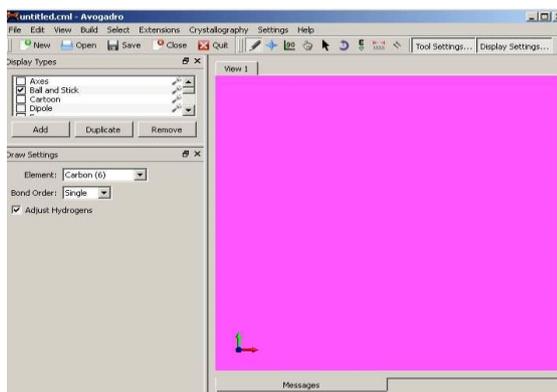
8. Pada *auto rotate tool* digunakan untuk alat putar otomatis untuk rotasi molekul. Berikut ini Tampilan *rotate tool* pada *software* Avogadro pada Gambar 12.



Gambar 12. Tampilan *Rotate Tool* Pada *Software* Avogadro.

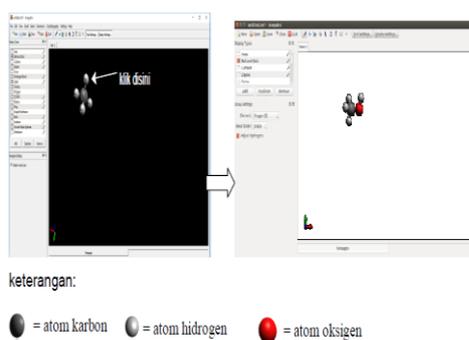
Langkah-langkah pembuatan struktur 3D molekul metana menggunakan bantuan perangkat lunak *software* Avogadro sebagai berikut:

1. Pertama Membuka *software* Avogadro, kemudian akan muncul tampilan jendela pada Tampilan *software* Avogadro. Berikut ini Tampilan ketika membuka *software* Avogadro dalam Gambar 13.



Gambar 13. Tampilan Layar *Software Avogadro*.

2. Pada *toolbar*, pilih *Drawing Tools* lalu klik (kiri) pada layar Avogadro, molekul metana akan dihasilkan. Lakukan pengaturan pada pengaturan grafik (*draw setting*) elemen, yang dimaksudkan untuk mengubah atom karbon menjadi oksigen. Klik panah bawah di sebelah dialog item. Selanjutnya, klik salah satu atom hidrogen metana untuk menghasilkan molekul metanol (CH_3OH). Pada saat yang sama, untuk membuat struktur dengan rantai atom C yang lebih panjang, tambahkan atom C dengan model struktur yang dibuat dengan cara yang sama. Berikut ini Tampilan molekul metana dan methanol pada Gambar 14.



Gambar 14. Tampilan Molekul pada gambar kiri (Metana) kanan (Metanol) Pada Layar dalam *Software Avogadro*.

3. Lakukan optimasi geometri molekul dengan menekan $\text{Ctrl}+\text{Alt}+\text{O}$ (Ivansyah & Sundari, 2019).

F. Penelitian Relevan

Beberapa hasil penelitian terkait dengan LKPD yang dikembangkan seperti yang ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Penelitian Relevan

No	Nama Peneliti/Tahun/Judul	Hasil Penelitian
1.	Faizah & Widyatuti/ 2022/ Pengaruh LKS Kimia Berbasis <i>Problem Solving</i> terhadap HOTS (<i>Higher Order Thinking Skills</i>)	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peserta didik yang melakukan pembelajaran model <i>problem solving</i> berorientasi HOTS berpengaruh terhadap hasil belajar dan dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan peserta didik lebih mengembangkan pola berpikirnya yang dapat merangsang untuk berpikir.
2.	Hamidah, Haryani, & Wardani/2018/ Efektivitas Lembar Kerja Peserta didik berbasis inkuiri terbimbing untuk meningkatkan hasil belajar Peserta didik	Hasil Penelitian menunjukkan penggunaan LKPD efektif dalam meningkatkan belajar pada peserta didik
3.	Mursidah/ 2020/ Pengaruh penggunaan balon sebagai alat peraga pada pembelajaran bentuk molekul terhadap hasil belajar dan aktivitas siswa kelas X MIPA 1 SMAN 3 Kotabumi	Hasil penelitian ini menunjukkan adanya ketuntasan belajar pada pembelajaran menggunakan balon sebagai media pembelajaran.
4.	Hasby/ 2018/ Pengaruh <i>software</i> visualisasi terhadap minat belajar peserta didik pada materi bentuk-bentuk molekul di SMA Negeri 4 Langsa.	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa implementasi media visualisasi dengan <i>software</i> Avogadro guna mengilustrasikan bentuk molekul 3D terbukti dapat mendongkrak minat belajar dan pemahaman peserta didik.
5	Midak, et al/ 2021/ Specifics of using image visualization within education of the upcoming chemistry teachers with augmented reality technology.	Hasil Penelitian menunjukkan bahwa visualisasi 3D sangat penting dalam pembelajaran teori kimia. Visualisasi 3D berfungsi untuk membantu siswa dalam mempelajari bentuk molekul yang bersifat abstrak serta menaikkan motivasi belajar siswa
6	Nuniati, Presetyo & Jufriansah/ 2021/ Pengembangan LKPD terintegrasi HOTS untuk meningkatkan motivasi belajar peserta didik.	Hasil dari penelitian ini menunjukkan lembar kerja peserta didik terintegrasi HOTS yang layak dipakai guna motivasi belajar pada peserta didik.
7	Soimah, I/2018/ Pengaruh media pembelajaran berbasis komputer terhadap hasil belajar ipa ditinjau dari motivasi belajar siswa.	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan pembelajaran berbasis komputer meningkatkan minat peserta didik

III. METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan dalam pengembangan LKPD *Higher Order Thinking skill* dengan visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro pada materi bentuk molekul ini adalah desain penelitian dan pengembangan atau *Research and Development (R&D)*. Menurut Borg & Gall (1989), menyatakan bahwa penelitian dan pengembangan atau *Research and Development (R&D)* merupakan metode atau pendekatan penelitian untuk menghasilkan produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada.

Metode penelitian dan pengembangan yang digunakan sesuai dengan yang dikembangkan oleh Borg Gall dalam Sukmadinata (2011). Ada sepuluh langkah pelaksanaan penelitian dan pengembangan: 1) penelitian dan pengumpulan informasi (*research and information collecting*), 2) perencanaan (*planning*), 3) pengembangan draf awal (*develop preliminary form of product*), 4) uji coba lapangan awal (*preliminary field testing*), 5) revisi hasil uji coba (*main product revision*), 6) uji coba lapangan (*main field testing*), 7) penyempurnaan produk hasil uji (*operational product revision*), 8) uji pelaksanaan lapangan (*operational field testing*), 9) penyempurnaan produk akhir (*final product revision*), 10) deseminasi dan implementasi (*dissemination and implementation*).

Dalam studi ini, fase R&D terbatas pada revisi hasil uji coba lapangan awal, karena tidak ada cukup waktu untuk menyelesaikan langkah selanjutnya. LKPD berorientasi *Higher Order Thinking Skill* dengan visualisasi molekul 3D pada

material bentuk molekul menggunakan *software* Avogadro merupakan hasil pengembangan ini.

B. Sumber Data Penelitian

Sumber data penelitian ini adalah guru kimia kelas X IPA dan siswa IPA kelas X yang mendapatkan materi bentuk molekul. Hasil angket yang diisi oleh tiga orang guru kimia dan 62 siswa kelas X IPA dari MAN 1 Bandar Lampung, SMAN 1 Bandar Lampung, dan SMAN 10 Bandar Lampung dijadikan sebagai sumber data penelitian ini selama tahap studi lapangan. Dua orang dosen Pendidikan Kimia FKIP Universitas Lampung menjadi narasumber pada tahap awal pengembangan produk. Pada tahap uji coba lapangan sumber informasi diperoleh dari tiga orang pendidik IPA X dan 10 peserta didik kelas X IPA SMA/MA di Bandar Lampung.

C. Teknik Pengumpulan Data

Menggunakan *google form*, angket berupa kuesioner digunakan untuk pengumpulan data. Dalam strategi pemilahan informasi pada tinjauan primer, survei disampaikan kepada pendidik IPA dan siswa kelas X IPA. Kuesioner dibagikan kepada dua orang dosen pendidikan kimia Universitas Lampung pada tahap validasi produk. Pada tahap penyisihan lapangan, jajak pendapat diberikan kepada tiga pendidik IPA dan tiga puluh peserta didik kelas X di SMAN Bandar Lampung.

D. Instrumen penelitian

Arikunto (2008) mendefinisikan instrumen sebagai alat bantu dalam pelaksanaan sesuatu. Angket analisis kebutuhan, instrumen kesesuaian isi, keterbacaan, konstruksi, dan kemenarikan merupakan instrumen yang diimplementasikan dalam penelitian ini. Adapun penjelasannya sebagai berikut:

1. Instrumen pada analisis kebutuhan studi lapangan

a. Angket untuk guru

Angket dirancang untuk mencari tahu (1) sumber belajar, (2) penggunaan LKPD dalam pembelajaran, (3) Jenis visualisasi 3D molekul yang digunakan dalam pembelajaran, (4) Wawasan guru terkait *software* Avogadro pada materi bentuk molekul dalam bentuk 3D, (5) LKPD yang digunakan sudah melatih keterampilan *Higher Order Thinking Skill* atau belum.

b. Angket untuk peserta didik

Angket dirancang untuk mencari tahu (1) sumber belajar, (2) sudah atau belum menggunakan LKPD dalam pembelajaran materi bentuk molekul, (3) jenis media visualisasi yang dibagikan oleh guru dalam pembelajaran materi bentuk molekul, (4) LKPD yang digunakan sudah melatih keterampilan *Higher Order Thinking skill* atau belum.

2. Instrumen pada validasi ahli

Instrumen validasi ahli meliputi kesesuaian isi dan keterbacaan, serta aspek konstruk.

a. Instrumen validasi kesesuaian isi

Instrumen memvalidasi kesesuaian aspek isi untuk menentukan kesesuaian isi LKPD dengan menggunakan: 1) KI dan KD, 2) kesesuaian isi dengan perangkat lunak Avogadro, dan 3) kesesuaian isi dengan indikator kemampuan berpikir tingkat tinggi.

b. Instrumen validasi aspek keterbacaan

Alat ini digunakan untuk menentukan koherensi lembar kerja yang terletak pada *Higher Order Thinking Skill* dengan visualisasi 3D yang melibatkan *software* Avogadro pada materi bentuk molekul dalam hal ukuran, tampilan, jenis gaya teks, dan penggunaan bahasa.

c. Instrumen validasi aspek konstruksi

Indikator *Higher Order Thinking Skill* dan konstruksi LKPD yang dikembangkan dievaluasi menggunakan instrumen ini. Dari sisi konstruksi, dievaluasi kelengkapan komponen LKPD.

3. Instrumen dalam uji coba lapangan

Instrumen validasi aspek keterbacaan, aspek konstruksi, dan kesesuaian isi digunakan dalam respon guru, sedangkan aspek keterbacaan dan aspek kemenarikan digunakan dalam respon peserta didik. Adapun deskripsinya sebagai berikut:

a. Angket tanggapan guru

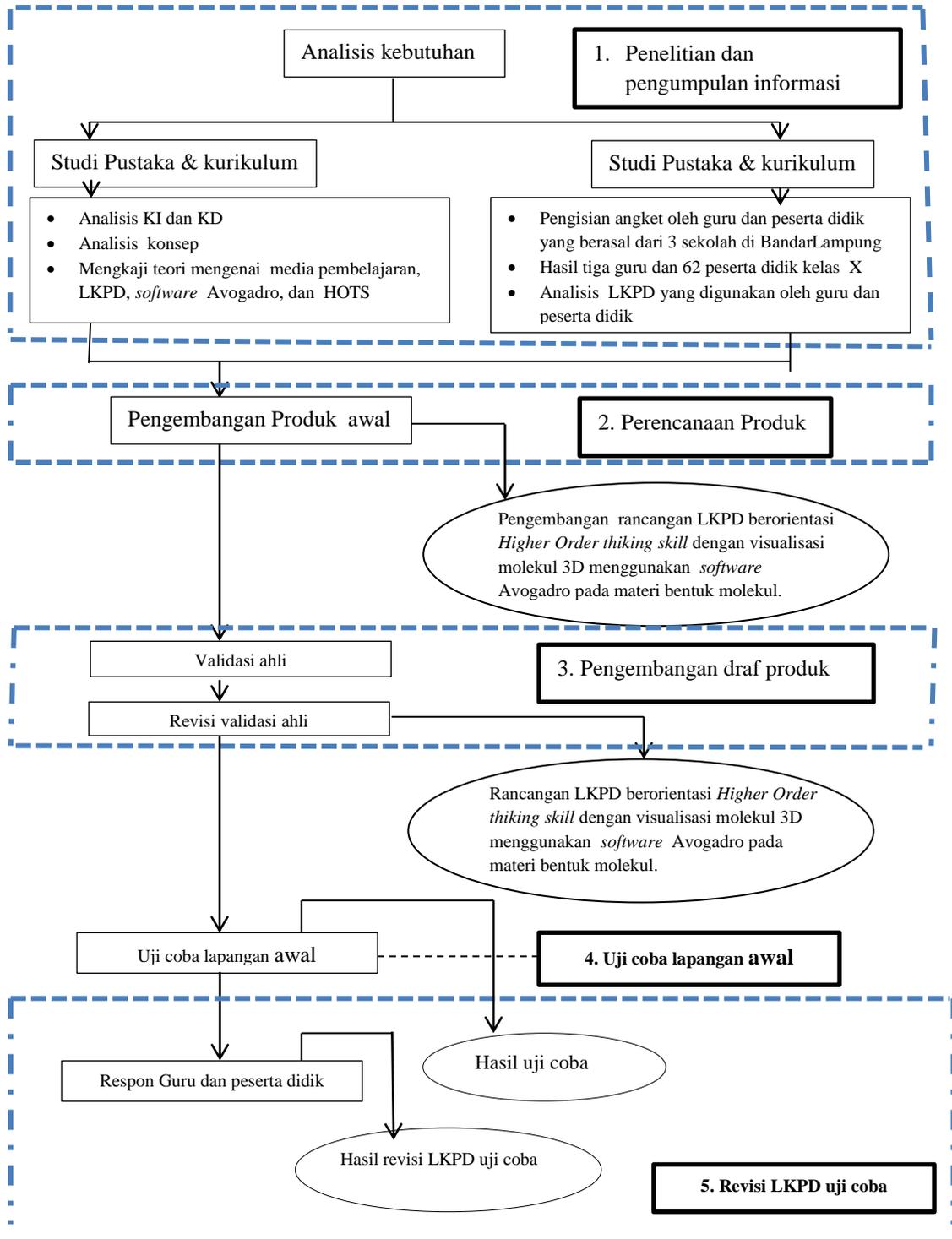
Angket tanggapan guru menanyakan tentang aspek konstruksi, keterbacaan, dan kesesuaian isi. Instrumen validasi ahli menyatakan bahwa aspek-aspek tersebut saling bersesuaian. Angket guru pada kesesuaian isi berisi tanggapan guru mengenai KI dan KD, kesesuaian isi *software* Avogadro, kesesuaian isi materi indikator keterampilan berpikir tingkat tinggi. Pada aspek keterbacaan terdiri tanggapan mengenai segi ukuran, tampilan, jenis huruf serta penggunaan bahasa pada LKPD yang dikembangkan. Penilaian aspek konstruksi terhadap kelengkapan komponen-komponen LKPD berorientasi *Higher Order Thinking Skill* dengan visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro pada materi bentuk molekul.

b. Angket tanggapan peserta didik

Keterbacaan dan kemenarikan merupakan dua aspek angket respon peserta didik. Instrumen validasi ahli menegaskan bahwa aspek-aspek tersebut benar. Tanggapan mengenai penggunaan bahasa dan ukuran serta jenis huruf meliputi aspek keterbacaan. Respon tersebut antara lain kemenarikan desain LKPD berorientasi *Higher Order Thinking Skill* dengan visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro pada materi bentuk molekul dari segi pewarnaan, tata letak, dan bentuk molekul 3D.

E. Alur Penelitian

Berikut alur penelitian yang digunakan sebagai berikut:



Gambar 15. Alur Pengembangan LKPD Berorientasi *Higher Order Thinking Skill* dengan Visualisasi Molekul 3D Menggunakan *Software Avogadro* Pada Materi Bentuk Molekul.

F. Prosedur Penelitian

Berikut ini adalah prosedur pelaksanaan penelitian yang dilakukan pada penelitian ini:

1. Penelitian dan Pengumpulan Informasi

Tujuan dari studi pendahuluan adalah mengumpulkan data tentang susunan dan kondisi LKPD yang ada sebagai bahan perbandingan atau bahan referensi untuk produk yang akan dikembangkan yang terdiri dari studi pustaka dan serta studi lapangan. Tahap penelitian dan pengumpulan data sebagai berikut:

a. Studi kepustakaan/literatur

Studi ini dilakukan untuk menemukan konsep-konsep atau landasan-landasan teoritis yang berguna untuk memperkuat suatu produk yang akan dikembangkan. Dalam tahap ini, yang akan dilakukan dengan cara menganalisis terhadap analisis KI-KD, indikator, analisis konsep, mengkaji teori mengenai LKPD, media pembelajaran, dan keterampilan berpikir tingkat tinggi, materi bentuk molekul dan *software* Avogadro. Selanjutnya, hasil dari kajian akan menjadi acuan dalam pengembangan LKPD berorientasi *Higher Order Thinking Skill* dengan visualisasi 3D menggunakan *software* Avogadro pada materi bentuk molekul.

b. Studi lapangan

Studi lapangan dilakukan di tiga sekolah di Bandar Lampung. Analisis kebutuhan ini dilakukan dengan melakukan penyebaran angket melalui *google form*. Tujuannya untuk mengetahui fakta-fakta dilapangan mengenai penggunaan LKPD berorientasi *Higher Order Thinking Skill* dengan visualisasi 3D menggunakan *software* Avogadro pada materi bentuk molekul.

2. Perencanaan Produk

Menurut sukmadinata (2011), rancangan produk yang akan dikembangkan minimal mencakup: tujuan penggunaan produk, siapa penguuna, produk dan deskripsi komponen- komponen produk. Tujuan dari penggunaan produk LKPD

yang dikembangkan adalah (1) membantu peserta didik memahami materi bentuk molekul yang bersifat abstrak dengan bantuan media visualisasi, (2) memotivasi peserta didik pada materi bentuk molekul, (3) sebagai referensi dalam penyusunan LKPD.

Komponen-komponen pada produk LKPD ini terdiri (1) bagian pendahuluan yang berisi *cover* depan, *cover* dalam, kata pengantar, petunjuk penggunaan LKPD, kompetensi Inti (KI) & Kompetensi Dasar (KD), daftar isi, panduan *software* Avogadro, (2) Bagian isi yang berisi *cover* per-LKPD, identitas peserta didik, LKPD I, LKPD II, (3) bagian penutup berisi daftar pustaka dan *cover* belakang LKPD. Berdasarkan sub materi pada materi pokok KD 3.6 menerapkan teori pasangan elektron kulit valensi (VSEPR) dan teori domain elektron dalam menentukan bentuk molekul.

LKPD mencakup materi KD 3.6 yaitu menerapkan teori pasangan elektron kulit valensi (VSEPR) dan teori domain elektron dalam menentukan bentuk molekul. Pada tahap ini indikator *Higher Order Thinking Skill* yang dilatihkan pada peserta didik yaitu keterampilan menganalisis (C4), keterampilan mengevaluasi (C5), dan keterampilan mencipta (C6). Terdapat dua LKPD pada KD 3.6 pada LKPD pertama membahas tentang teori domain elektron dan LKPD kedua membahas teori VSEPR.

Pada LKPD pertama keterampilan yang dilatihkan menganalisis (C4) dengan level kognitif yaitu 1) Mengajukan pertanyaan-pertanyaan terkait hal-hal yang belum dimengerti pada wacana teori domain elektron, 2) membedakan Pasangan Elektron Bebas (PEB) dan Pasangan Elektron Ikatan (PEI) di sekitar atom pusat pada molekul H_2O , selanjutnya keterampilan mengevaluasi (C5) yaitu 1) Memprediksi jumlah domain elektron pada molekul SO_2 serta menentukan jenis ikatan, 2) Memprediksi jumlah domain elektron pada NH_3 serta menentukan jenis ikatan dan keterampilan, 3) menyimpulkan tentang teori domain elektron selanjutnya keterampilan mencipta (C6) yaitu 1) membuat model bentuk molekul 3D menggunakan *software* Avogadro.

Pada LKPD kedua tentang teori VSEPR dengan keterampilan menganalisis (C4) level kognitif yang dilatihkan yaitu 1) mengajukan pertanyaan-pertanyaan terkait hal-hal yang belum dimengerti pada wacana yang telah dilatihkan, 2) Menguraikan faktor-faktor yang menyebabkan bentuk molekul berbeda pada molekul CH_4 , NH_3 , serta H_2O , dan keterampilan mengevaluasi (C5) dengan level kognitif yang dilatihkan yaitu 1) memprediksi notasi VSEPR pada molekul NH_3 , H_2O , BeCl_2 , PCl_5 , SF_6 , 2) serta menyimpulkan teori VSEPR, keterampilan mencipta (C6) dengan level kognitif yang dilatihkan membuat model bentuk molekul 3D menggunakan *software* Avogadro pada molekul BeCl_2 , BCl_3 , CH_4 , NH_3 , H_2O , PCl_5 , SF_6 .

3. Pengembangan draf awal

Tahap selanjutnya dalam penelitian ini pengembangan produk, dimana produk awal berupa draf kasar beserta komponen-komponennya. Setelah LKPD berorientasi *Higher Order Thinking Skill* dengan visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro dikembangkan, kemudian produk tersebut divalidasi oleh validator. Aspek yang divalidasi yaitu aspek kesesuaian isi materi, aspek konstruksi, dan aspek keterbacaan.

4. Uji Coba Lapangan

Tahap selanjutnya yaitu uji coba lapangan awal. Pada tahap ini setelah LKPD divalidasi oleh validator, tahap berikutnya dilakukan penilaian terhadap 10 peserta didik kelas X IPA SMA/MA di Bandarlampung dan 3 guru kimia dikelas X IPA di SMA/MA di Bandarlampung. Penilaian untuk guru pada LKPD yang dikembangkan untuk mengetahui aspek kesesuaian isi, aspek keterbacaan, aspek konstruksi, sedangkan untuk peserta didik aspek yang akan dinilai aspek keterbacaan dan kemenarikan.

5. Revisi produk setelah uji coba

Tahap akhir yang dilakukan adalah revisi dan penyempurnaan LKPD berorientasi *Higher Order Thinking Skill* dengan visualisasi molekul 3D menggunakan

software Avogadro pada materi bentuk molekul. Tahap ini dilakukan peneliti dengan mempertimbangkan berdasarkan tanggapan guru dan peserta didik terhadap LKPD yang dikembangkan sebelumnya. Hasil dari penelitian ini yaitu LKPD berorientasi *Higher Order Thinking Skill* dengan visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro pada materi bentuk molekul.

G. Teknik Analisis Data

1. Teknik analisis tahap pendahuluan.

Adapun kegiatan dalam teknik analisis pada pendahuluan dilakukan dengan cara:

- a. Mengklasifikasi data untuk mengelompokkan jawaban berdasarkan pertanyaan angket
- b. Melakukan tabulasi data berdasarkan klasifikasi yang dibuat, bertujuan untuk memberikan gambaran frekuensi dan kecenderungan dari setiap jawaban berdasarkan pertanyaan angket dan banyaknya sampel.
- c. Menghitung presentase jawaban, bertujuan untuk melihat bedanya persentase setiap jawaban dari pertanyaan sehingga data yang diperoleh dapat dianalisis sebagai temuan. Rumus yang digunakan untuk menghitung persentase jawaban responden sebagai berikut:

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

Keterangan:

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

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

N = Jumlah seluruh responden (Sudjana, 2005).

2. Teknik analisis data hasil validasi ahli, tanggapan guru dan peserta didik

Adapun kegiatan dalam teknik analisis data angket keterlaksanaan pengembangan LKPD berorientasi *Higher Order Thinking Skill* dengan visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro pada materi bentuk molekul sebagai berikut:

- a. Mengkode atau klasifikasi data, bertujuan untuk mengelompokkan jawaban berdasarkan pertanyaan angket. Suatu tabel yang berisis pernyataan-pernyataan serta kode jawaban dari setiap pernyataan angket dibuat untuk memudahkan proses pengkodean dan pengklasifikasian data.
- b. Melakukan tabulasi data berdasarkan klasifikasi yang dibuat, bertujuan untuk memberikan gambaran frekuensi dan kecenderungan dari setiap jawaban berdasarkan pertanyaan angkat dan banyaknya responden.
- c. Memberi skor jawaban responden.

Penskoran jawaban responden dalam keterlaksanaan berdasarkan skala *likert*. Penskoran skala liket ditampilakn pada Tabel.3

Tabel 3. Penskoran Pada Angket Berdasarkan Skala *likert*

No	Pilhan 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

Pengolahan jumlah skor (ΣS) jawaban angket sebagai berikut:

1. Skor untuk pernyataan sangat setuju (SS)
Skor = 5 x jumlah responden yang menjawab
2. Skor untuk pernyataan setuju (S)
Skor = 4 x jumlah responden yang menjawab
3. Skor untuk pernyataan Tidak Setuju (KS)
Skor = 3 x jumlah responden yang menjawab
4. Skor untuk pertanyaan tidak setuju (TS)
Skor = 2 x jumlah responden
5. skor untuk pertanyaan sangat tidak setuju (STS)
Skor = 1 x jumlah respomden

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

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

Keterangan: % X_{in} = Persentase Jawaban pertanyaan ke-I pada angket

$\sum s$ = Jumlah skor jawaban total

S maks =Skor maksimum yang diharapkan

(Sudjana, 2005).

- f. Menghitung rata-rata persentase jawaban angket pada setiap pertanyaan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

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

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

n = jumlah pertanyaan

(Sudjana, 2005).

- g. Menafsirkan persentase angket dengan menggunakan tafsiran Arikunto (2010) berdasarkan Tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4. Tafsiran Persentase Angket

No	Persentase	Kriteria
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 analisis persentase produk hasil validasi ahli dengan menggunakan tafsiran Arikunto berdasarkan Tabel 5.

Tabel 5. Kriteria Validasi Analisis Persentase

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

- i. Menafsirkan kriteria kelayakan analisis persentase produk hasil tanggapan guru dan peserta didik dengan menggunakan tafsiran Arikunto (2010).

Tabel 6. Kriteria Kelayakan Analisis Persentase

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

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Karakteristik LKPD yang dikembangkan berbasis visualisasi molekul 3D ditinjau dari pembuatan bentuk molekul menggunakan *software* Avogadro.
2. Pengembangan LKPD ini menggunakan indikator *Higher Order Thinking Skill* yaitu keterampilan menganalisis (C4), keterampilan mengevaluasi (C5) dan keterampilan mencipta (C6).
3. Berdasarkan hasil validasi ahli aspek kesesuaian isi memiliki nilai rata-rata (79,18 %) dengan kategori tinggi. Pada aspek kesesuaian isi persentase (77,64%) dengan kategori tinggi, persentase aspek konstruksi (81,1%) dengan kategori sangat tinggi, persentase aspek keterbacaan (78,8%) dengan kategori tinggi berdasarkan hasil tersebut terhadap produk LKPD yang dikembangkan maka dikategorikan valid.
4. Hasil respon guru terhadap LKPD berorientasi *Higher Order Thinking Skill* dengan visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro pada materi bentuk molekul, pada ketiga aspek kesesuaian isi, aspek konstruksi, aspek keterbacaan memperoleh hasil rata-rata persentase sebesar (80,1%) dengan kriteria sangat tinggi
5. Hasil respon peserta didik terhadap LKPD berorientasi *Higher Order Thinking skill* dengan visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro pada materi bentuk molekul, pada kedua yaitu aspek keterbacaan dan aspek kemenarikan memperoleh hasil persentase rata-rata sebesar (87,35%).

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, adapun saran yang dapat dijadikan sebagai masukan untuk penelitian berikutnya, sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya sampai tahap pengembangan revisi hasil uji coba lapangan awal, diharapkan untuk penelitian selanjutnya menguji efektifitas LKPD berorientasi *Higher Order Thinking Skill* dengan visualisasi molekul 3D menggunakan *software* Avogadro pada materi bentuk molekul.
2. Mencari referensi lebih lengkap mengenai panduan penggunaan *software* Avogadro.

DAFTAR PUSTAKA

- Abduh, M., & Istiqomah, A. 2021. Analisis Muatan Hots dan Kecakapan Abad 21 pada Buku Peserta didik Kelas V Tema Ekosistem di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*. 5(4): 2069-2081.
- Abraham, M., Varghese. V, & Tang H. 2010. Using Molekular Representation to aid student understanding of stereomical concept. *Journal of Chemical Education*. 87 (12): 1425-1429.
- Aditama, H. S., Zainuddin, M., & Bintartik, L. 2019. Pengembangan LKPD berbasis HOTS pada pembelajaran matematika materi volume bangun ruang kelas V SDN Sentul 1. *Wahana Sekolah Dasar*. 27(2): 66-72.
- Anderson, L.W., & Krathwohl, D.R. 2001. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assesing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Addison Wesley Longman, In. New York.
- Arikunto, S. 2010. *Penilaian Program Pendidikan Edisi Ketiga*. Binda Aksara. Jakarta.
- Armansyah, F., Sulton, S., & Sulthoni, S. 2019. Multimedia Interaktif Sebagai Media Visualisasi Dasar-Dasar Animasi. *Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 2(3): 224-229.
- Asyhar, R. 2011. *Kreatif mengembangkan media pembelajaran*. Jakarta. Gaung Persada Press.
- Aryadillah., & Fitriansyah. F. 2017. *Teknologi media pembelajaran*. Cibinong:Harya Media
- Budiman, H. 2016. Penggunaan Media Visual dalam Proses Pembelajaran. *Al-Tadzkiyyah: Jurnal Pendidikan Islam*. 7(2): 171-182.
- Daryanto. 2010. *Media Pembelajaran*. Yogyakarta: Gava Media.
- Dewi, J. S. 2018. Pengembangan LKS berorientasi HIGH ORDER THINKING SKILLS (HOTS) Pada materi larutan elektrolit dan non elektrolit. (*Skripsi*). Universitas Lampung. Bandar Lampung.

- Dito, S. B., & Pujiastuti, H. 2021. Dampak Revolusi Industri 4.0 Pada Sektor Pendidikan: Kajian Literatur Mengenai Digital Learning Pada Pendidikan Dasar dan Menengah. *Jurnal Sains dan Edukasi Sains*. 4(2):59-65..
- Faizah, F., & Widyastuti, S. R. 2022. Pengaruh LKS Kimia Berbasis Problem Solving terhadap HOTS (Higher Order Thinking Skills). *PENDIPA Journal of Science Education*. 6(2): 331-337.
- Fadiawati, N., & Fauzi, MM. 2018. *Perancangan Pembelajaran Kimia*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Fitri, C. U. L. 2020. Pengembangan Virtual Book Pada Materi bentuk molekul Di Mas Ulummudin Kota LHOKEUMAWE. (*Skripsi*). Universitas Islam Negeri AR-RANIRY. Banda Aceh.
- Febriani, P., Holiwarni, B., & Amran, E. Y. 2019. Pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis autoplay media studio 8.5 pada subpokok materi kepolaran senyawa dan bentuk molekul untuk kelas X SMA/MA. *Jurnal Pendidikan Kimia Universitas Riau*. 4(1):36-47.
- Harahap, A. S., & Hia, E. K., & Nugraha, A. W. 2022. Pengembangan media pembelajaran berbasis metode komputasi pada materi larutan elektrolit dan non elektrolit. *Jurnal kimia pendidikan: Educenter*. 1(6): 683-690.
- Hasby. 2018. Pengaruh Software Visualisasi terhadap hasil dan minat belajar peserta didik pada materi bentuk-bentuk molekul di SMA Negeri 4 Langsa. *Jurnal katalis pendidikan kimia dan ilmu kimia..* 1(1): 21-25.
- Hamidah, N., Haryani, S., & Wardani, S. 2018. Efektivitas lembar kerja peserta didik berbasis inkuiri terbimbing untuk meningkatkan hasil belajar siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*. 12(2). 2212-2223.
- Ivansyah, A.L. & Sundari, C.D.D. 2019. *Modul Kimia Komputasi*. Bandung.
- Jekyll & Mistakes, M. 2018. Avogadro. <http://avogadro.openmolecules.net>. Diakses pada 11 November 2021.
- Merdekawati, A. D. C., Saputro, S., & Sugiharto. 2014. Pengembangan One stop learning multimedia menggunakan software adobe flash pada materi bentuk molekul dan gaya antar molekul kelas XI SMA. *Jurnal pendidikan kimia*. 3(1).
- Midak, L. Y., Kravets, I. V., Kuzyshyn, O. V., Baziuk, L. V., & Buzhdyhan, K. V. 2021. Specifics of using image visualization within education of the upcoming chemistry teachers with augmented reality technology. In *Journal of Physics*. 1840(1). 1-8.
- Mursida, S. 2020. Pengaruh Penggunaan Balon sebagai Alat Peraga pada Pembelajaran Materi Bentuk Molekul Terhadap Hasil Belajar dan Aktivitas Siswa Kelas X MIPA 1 di SMA Negeri 3 Kotabumi Tahun Pelajaran 2018--2019. *Ekspone*. 10(2): 35-41.

- Ningsih, W.A. 2021. Pengembangan multimedia interaksi berbasis Android berorientasi kemampuan berpikir kreatif pada materi bentuk molekul di sma. (*skripsi*). Universitas Jambi. Jambi.
- Nurdyansyah. 2019. *Media Pembelajaran Inovatif*. UMSIDA Press: Jawa Timur.
- Nuniati, N., Prasetyo, E., & Jufriansah, A. 2021. Pengembangan lkpd terintegrasi hots untuk meningkatkan motivasi belajar peserta didik. *Jurnal Kajian Inovasi dan Aplikasi Pendidikan Fisik*. 7(2):366-370.
- Panggabean, F. T. M., Purba, J., & Sinaga, M. Pengembangan Pembelajaran Daring Terintegrasi Media Untuk Mengukur HOTS Mahasiswa Pada Mata Kuliah Kimia Organik. *Journal Of Innovation in Chemistry Education*. 3(1): 11-21.
- Prastowo, A. 2011. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar inovatif Menciptakan metode pembelajaran yang menarik dan menyenangkan*. Yogyakarta : Diva press.
- Prasetyo, D. R. 2020. Pengembangan Media Pembelajaran Kimia berbasis video animasi berbantuan Microsoft poewrpoint pada materi hidrokarbon dan minyak bumi. (*Skripsi*). Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Puji, K. M., Gulo, F., & Ibrahim, A. R. 2014. Pengembangan multimedia interaktif untuk pembelajaran bentuk molekul di SMA. *Jurnal Penelitian Pendidikan Kimia: Kajian Hasil Penelitian Pendidikan Kimia*. 1(1):59-65.
- Rayan, B., & Rayan, A. 2017. Avogadro Program for Chemistry Education: To What Extent can molecular Visualization ang Three-dimensional Simulations Enhance Meaningful Chemistry Learning?. *Journal of Chemical Education*, 5(4), 136-141.
- Sari,MR. 2020. *Desain dan Uji coba lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis keterampilan prorses sains pada materi kelarutan dan hasil kali kelarutan*. *Skripsi*. Universitas islam negeri sultan syarif kasim riau. Penkanbaru.
- Setyarini, M., Liliyasi, L., Kadarohman, A., & Martoprawiro, M. A. 2017. Efektivitas Pembelajaran Stereokimia Berbasis Visualisasi 3d Molekul untuk Meningkatkan Kemampuan Spasial. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*. 36(1):91-101.
- Soimah, I. 2018. Pengaruh media pembelajaran berbasis komputer terhadap hasil belajar IPA ditinjau dari motivasi belajar siswa. *Natural: Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA*. 5(1):38-44.
- Sukiman. 2012. *Pengembangan Media Pembelajaran*. PT Pustaka Insan Madani: Yogyakarta.

- Sukmadinata, N.S. 2011. *Metode Penelitian Pendidikan*. Remaja Rosdakarya: Bandung.
- Sudjana. 2005. *Metode Statistika*. Tarsito:Bandung.
- Sumiharsono, R.,& Hasanah, H. 2017. *Media Pembelajaran: Buku Bacaan wajib dosen, guru, dan calon pendidik*. Jawa Timur: CV pustaka Abadi.
- Supardi, K. 2017. Media visual dan pembelajaran IPA di sekolah dasar. *Journal Inovasi Pendidikan Dasar*. 1(2). 160-171.
- Tjandrawinata, R. R. 2016. Industri 4.0: Revolusi industri abad ini dan pengaruhnya pada bidang kesehatan dan bioteknologi. *Jurnal Medicinus*. 29(1): 31-39.
- Waskitho, W. 2016. Penggunaan media pembelajaran visual tiga dimensi (SKETCHUP) untuk meningkatkan prestasi belajar pada mata pelajaran gambar konstruksi bangunan kelas XI teknik gambar bangunan SMK N 2 Salatiga tahun pelajaran 2015/2016. (*Skripsi*). Universitas Negri Semarang
- Widana, I.W. 2017. *Modul Penyusunan Soal HOTS*. Direktorat Jendera Pendidikan Dasar dan menengah. Jakarta.
- Yunita, E., Sudirman., Ulfa,M., & Dharmayani,N.K. 2018. Aplikasi Chemdraw dan Avogadro untuk meningkatkan pemahaman dan minat dalam bidang kimia. *Jurnal pendidikan dan pengabdian masyarakat*. 1(2). 209-214.
- Yulisa, A. 2017. Pengaruh penggunaan media pembelajaran terhadap hasil belajar siswa di SMP Negeri 01 Meraksa Aji Tulang Bawang. (*Skripsi*). Institut Agama Islam Negri (IAIN) Metro.