

**EFEKTIVITAS MODEL *FLIPPED LEARNING* BERBANTUAN
VISUALISASI MOLEKUL 3D PADA MATERI BENTUK MOLEKUL
UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR TINGKAT TINGGI**

Skripsi

**Oleh
RIZKA AWALIA RODHIAH
NPM 2013023060**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDARLAMPUNG
2025**

ABSTRAK

EFEKTIVITAS MODEL *FLIPPED LEARNING* BERBANTUAN VISUALISASI MOLEKUL 3D PADA MATERI BENTUK MOLEKUL UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI

Oleh

Rizka Awalia Rodhiah

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan efektivitas model *flipped learning* berbantuan visualisasi molekul 3D pada materi bentuk molekul untuk meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas XI SMA Negeri 1 Natar tahun ajaran 2024/2025 yang tersebar dalam enam kelas yaitu kelas XI IPA 1 sampai XI IPA 6. Pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling*. Sampel penelitian ini adalah XI IPA 3 sebagai kelas eksperimen dan XI IPA 2 sebagai kelas kontrol. Metode penelitian ini adalah *quasi experimental* dengan penelitian *pretest-posttest control group design*. Instrumen dalam penelitian ini yaitu soal pretes-postes yang terdiri dari 7 soal uraian, LKPD, dan lembar observasi aktivitas peserta didik. Teknik analisis data menggunakan uji perbedaan dua rata-rata (*independent sample t-test*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata *n-gain* keterampilan berpikir tingkat tinggi di kelas eksperimen sebesar 0,50 secara signifikan lebih tinggi dibandingkan rata-rata *n-gain* keterampilan berpikir tingkat tinggi di kelas kontrol yaitu sebesar 0,25. Hal ini menunjukkan bahwa model *flipped learning* berbantuan visualisasi molekul 3D pada materi bentuk molekul efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi.

Kata kunci : bentuk molekul, *flipped learning*, keterampilan berpikir tingkat tinggi, visualisasi molekul 3D

ABSTRACT

EFFECTIVENESS OF THE FLIPPED LEARNING MODEL ASSISTED BY 3D MOLECULAR VISUALIZATION IN MOLECULAR STRUCTURE MATERIAL TO IMPROVE HIGHER ORDER THINKING SKILLS

By

Rizka Awalia Rodhiah

This study aims to describe the effectiveness of the flipped learning model assisted by 3D molecular visualization in molecular structure material to improve higher order thinking skills. The population in this study consists of all eleventh-grade students at State Senior High School 1 Natar for the 2024/2025 academic year, distributed across six classes: XI IPA 1 to XI IPA 6. The sampling technique used in this study is purposive sampling. The research sample includes XI IPA 3 as the experimental class and XI IPA 2 as the control class. The research method used was a quasi-experimental design with a pretest-posttest control group design. The research instruments included pretest-posttest questions consisting of 7 essay questions, worksheets, and observation sheets of student activities. Data analysis techniques used the independent sample t-test. The results of the study indicate that the average n-gain in higher order thinking skills in the experimental class was 0.50, which was significantly higher than the average n-gain in higher order thinking skills in the control class, which was 0.25. This indicates that the flipped learning model assisted by 3D molecular visualization in molecular structure material is effective in improving higher order thinking skills.

Keywords: molecular structure, flipped learning, higher order thinking skills, 3D molecular visualization

Judul Skripsi :

**EFEKTIVITAS MODEL *FLIPPED LEARNING*
BERBANTUAN VISUALISASI MOLEKUL 3D
PADA MATERI BENTUK MOLEKUL UNTUK
MENINGKATKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR TINGKAT TINGGI**

Nama Mahasiswa :

Rizka Awalia Rodhiah

Nomor Pokok Mahasiswa : 2013023060

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

Dra. Ila Rosilawati, M.Si.

NIP 19650717 199003 2 001

2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

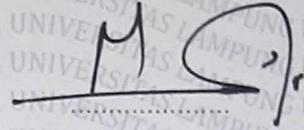
Dr. Nurhanurawati, M.Pd.

NIP 19670808 199103 2 001

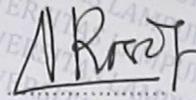
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

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

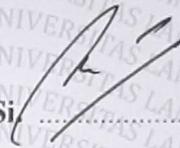


Sekretaris : **Dra. Ila Rosilawati, M.Si.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Prof. Dr. Chansyanah Diawati, M.Si.**



2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Dr. Albet Maydiantoro, S.Pd., M.Pd.

NIP 19870504 201404 1 001



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **12 Juni 2025**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rizka Awalia Rodhiah
NPM : 2013023060
Program Studi : Pendidikan Kimia
Jurusan : Pendidikan MIPA
Judul Skripsi : Efektivitas Model *Flipped Learning* Berbantuan Visualisasi Molekul 3D Pada Materi Bentuk Molekul Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan saya bertanggung jawab secara akademis atas apa yang telah saya tulis.

Apabila di kemudian hari terdapat ketidakbenaran pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Lampung.

Bandarlampung, 12 Juni 2025
Yang Membuat Pernyataan



Rizka Awalia Rodhiah
NPM 2013023060

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Cirebon Kec. Sumber, Kab. Jawa Barat tanggal 25 April 2002, sebagai anak pertama dari tujuh bersaudara, dari pasangan Bapak Usep Septedi dan Ibu Yuli Darni. Penulis mengawali pendidikan formal di SD Negeri 1 Rajabasa tahun 2008 dan diselesaikan pada tahun 2014, kemudian dilanjutkan di SMP Tri Sukses Natar dan lulus pada 2017, lalu dilanjutkan di SMA Tri Sukses Natar dan lulus pada tahun 2020.

Pada tahun 2020, penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN. Selama menjadi mahasiswa, penulis mengikuti beberapa kegiatan kemahasiswaan yaitu sebagai anggota di bidang Dana Usaha & Sosial dan Alumni di Forum Silaturahmi Mahasiswa Pendidikan Kimia (Fosmaki) pada tahun 2020-2024.

Pada tahun 2023 bulan Januari, melaksanakan Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) di SMAN 1 Negeri Agung yang terintegrasi dengan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di desa Bandar Dalam, Kec. Negeri Agung, Kab. Way Kanan.

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah rabbil'alamin puji Syukur kepada Allah SWT karena atas rahmat dan nikmat yang telah diberikan dalam setiap langkah sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik, dengan segala ketulusan hati sebagai wujud kasih sayangku kepada kalian, kupersembahkan skripsi ini kepada:

Kepada Ayah dan Mama Tercinta

(Ayah Usep Septedi dan Mama Yuli Darni)

”Terimakasih atas cinta, doa tulus, nasihat dan dukungan yang telah diberikan untuk setiap langkahku sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan lancar. Terimakasih telah menjadi alasan untuk terus semangat dalam menjalani hidup. Semoga ayah dan mama selalu diberi kesehatan dan diiringi keridhaan dari-Nya”

Saudara dan Saudariku Tersayang

”Terima kasih telah menjadi saudara dan saudariku yang baik, doa dan dukungan kalian selalu menyertai. Semoga setiap langkah baik kalian selalu diiringi ridha dan kemudahan dari-Nya”

Para Pendidikku

(Guru dan Dosenku)

”Terimakasih atas ilmu dan kesabaran yang telah diberikan untuk membimbingku sampai di titik ini. Semoga setiap langkah baikmu selalu diiringi keridhaan dari-Nya”

Keluarga, sahabat dan teman-teman yang selalu ada dalam setiap suka dan duka.

Almaterku tercinta, Universitas Lampung

MOTTO

"Tidak ada batasan dalam belajar, kecuali yang kita buat sendiri."

(Albert Einstein)

"Hidup adalah perjuangan tanpa henti."

(Bung Karno)

"Jika Anda tidak bisa terbang, maka berlarilah. Jika Anda tidak bisa berlari, maka berjalanlah. Jika Anda tidak bisa berjalan, maka merangkaklah. Tapi apapun yang Anda lakukan, Anda harus terus bergerak maju."

(Martin Luther King Jr.)

SANWACANA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga dapat diselesaikan skripsi yang berjudul “Efektivitas Model *Flipped Learning* Berbantuan Visualisasi Molekul 3D pada Materi Bentuk Molekul untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pendidikan.

Dukungan dari berbagai pihak sangat membantu dalam penyelesaian skripsi ini. Pada kesempatan ini disampaikan terimakasih kepada:

1. Dr. Albet Maydiantoro, S.Pd.,M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.
2. Dr. Nurhanurawati, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA.
3. Dr. M. Setyarini, M.Si., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Kimia sekaligus pembimbing akademik, dan sebagai pembimbing utama, atas perhatiannya memberikan kritik, saran, motivasi, kesabarannya serta kesediaannya memberikan waktu untuk bimbingan, pengarahan, masukan kepada penulis selama proses penyusunan skripsi.
4. Dra. Ila Rosilawati, M.Si., selaku pembimbing kedua atas kesediaan, keikhlasan dan kesabarannya memberikan bimbingan, saran, dan kritik dalam proses perbaikan skripsi.
5. Prof. Dr. Chansyanah Diawati, M.Si., selaku pembahas, atas masukan, kritik, saran, serta motivasi untuk perbaikan yang telah diberikan.
6. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Pendidikan Kimia dan Segenap civitas akademik Jurusan Pendidikan MIPA.
7. Kepala Sekolah SMA Negeri 1 Natar yang telah memberikan izin untuk melaksanakan penelitian, Ibu Nawariyanti, S.Pd. atas bimbingannya, serta

peserta didik khususnya kelas XI IPA 3 dan XI IPA 2, atas bantuannya selama melaksanakan penelitian.

8. Ayah dan Mamaku tercinta, serta adik-adikku semuanya, terimakasih untuk segala usaha yang kalian perjuangkan, serta doa yang selalu kalian panjatkan untukku demi kelancaran yang barokah untuk menyelesaikan studi di Pendidikan Kimia.
9. Sahabatku Assyifa Thea Aqilla NP, Novia Nur Aviva, Asni Rahma Tika, Apriza Yanti, Dewi Sinta, Artika Rahmadana , Ayyu Febrina MA, Sindi Amilia, Elisabet Erlian NP, dan Rosa Niya yang telah berbagi suka duka juga selalu memberikan bantuan, serta dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Dwi Nurul Chofifah selaku partner skripsi yang telah berjuang bersama, membantu serta memotivasi dalam penyelesaian skripsi ini.
11. Teman-teman seperjuangan Pendidikan Kimia 2020 yang saling membantu satu sama lain.
12. Semua pihak yang terlibat dalam pembuatan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Akhir kata, semoga Allah SWT membalas semua kebaikan bagi semua yang telah membantu. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna khususnya bagi para pembaca.

Bandarlampung, 12 Juni 2025

Penulis

Rizka Awalia Rodhiah

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 <i>Flipped Learning</i>	7
2.2 Visualisasi Molekul 3D	9
2.3 <i>Software Avogadro</i>	10
2.4 Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi.....	13
2.5 Penelitian yang Relevan.....	17
2.6 Kerangka Pemikiran.....	18
2.7 Anggapan Dasar.....	19
2.8 Hipotesis Penelitian	19
III. METODE PENELITIAN	20
3.1 Populasi dan Sampel	20
3.2 Desain Penelitian	20
3.3 Variabel Penelitian	21
3.4 Jenis dan Sumber Data	21
3.5 Instrumen Penelitian	22
3.6 Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	26
3.7 Analisis Data dan Pengujian Hipotesis	27

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Hasil Penelitian	29
4.2 Pembahasan.....	34
V. SIMPULAN DAN SARAN	49
5.1 Simpulan	49
5.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA.....	46
LAMPIRAN.....	56
1. Surat Permohonan Izin Penelitian.....	58
2. Surat Bukti Pelaksanaan Penelitian.....	53
3. Modul Ajar.....	60
4. Panduan dan Lembar Kerja Peserta Didik	64
5. Kisi-Kisi Pretes dan Postes Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi	94
6. Soal Pretes dan Postes.....	95
7. Rubrik Penskoran Pretes dan Postes HOTS.....	97
8. Data Skor Pretes dan Postes Keterampilan Menganalisis.....	106
9. Data Skor Pretes dan Postes Keterampilan Mengevaluasi	110
10. Perhitungan <i>n-gain</i> Keterampilan Menganalisis.....	114
11. Perhitungan <i>n-gain</i> Keterampilan Mengevaluasi.....	115
12. Hasil <i>Output</i> Uji Normalitas dan Homogenitas	116
13. Hasil <i>Output</i> Uji Perbedaan Dua Rata-Rata.....	117
14. Lembar Aktivitas Peserta Didik	118
15. Data Aktivitas Peserta Didik.....	125
16. Dokumentasi Penelitian.....	129

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Beberapa <i>tool</i> pada <i>software</i> Avogadro beserta fungsinya	11
2. Taksonomi ranah kognitif berpikir tingkat tinggi	16
3. Penelitian yang relevan	17
4. Desain penelitian.....	20
5. Klasifikasi <i>n-gain</i>	25
6. Kriteria aktivitas peserta didik	26
7. Hasil uji normalitas terhadap <i>n-gain</i> keterampilan menganalisis dan mengevaluasi	33
8. Hasil uji homogenitas.....	33
9. Hasil uji perbedaan dua rata-rata terhadap <i>n-gain</i> keterampilan menganalisis dan mengevaluasi	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Taksonomi Bloom: ceramah & <i>flipped learning</i>	8
2. Tampilan perangkat lunak Avogadro.....	10
3. Tampilan awal <i>software</i> Avogadro	11
4. Tampilan tabel periodik.....	12
5. Molekul H ₂ O	12
6. Rotasi molekul	13
7. Menyimpan model molekul	13
8. <i>Bloom's Taxonomy</i>	14
9. Diagram alir penelitian.....	23
10. Rata-rata <i>n-gain</i> pada kelas kontrol dan eksperimen	29
11. Rata-rata <i>n-gain</i> tiap indikator keterampilan berpikir tingkat tinggi	30
12. Persentase rata-rata aktivitas peserta didik seluruh pertemuan.....	31
13. Aspek aktivitas siswa setiap pertemuan pada kelas eksperimen	32
14. Panduan penggunaan <i>software</i> Avogadro	35
15. Membedakan hasil pengamatan LKPD 1 yang ditulis peserta didik	37
16. Contoh pertanyaan dari peserta didik.....	39
17. Mengorganisasi pada LKPD 1 yang ditulis peserta didik.....	45
18. Hasil jawaban memeriksa peserta didik pada LKPD 1	41
19. Hasil jawaban memeriksa peserta didik pada LKPD 2	42
20. Kesimpulan yang dituliskan peserta didik pada LKPD 1	48
21. Kesimpulan yang dituliskan peserta didik pada LKPD 2	42

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembelajaran abad ke-21 harus berbasis teknologi dan memenuhi kebutuhan generasi milenial untuk memastikan peserta didik di masa depan terbiasa dengan keterampilan hidup kontemporer. Sekolah harus mengubah pendekatan kurikulum yang berpusat pada guru menjadi pendekatan yang berpusat pada peserta didik (Hakim & Rahman, 2023). Kurikulum merdeka mendorong peserta didik untuk terlibat aktif dalam proses belajarnya sendiri, sehingga memungkinkan mereka untuk mengeksplorasi bakat, dan minatnya (Muhartono, dkk., 2023). Selain itu, Trilling dan Fadel (2009) membahas konsep tentang pengetahuan dan kemampuan yang diperlukan di abad ke-21. Sa'dijah et al., (2021) mengatakan bahwa keterampilan berpikir tingkat tinggi sangat diperlukan pada abad ke-21 ini. Keterampilan berpikir tingkat tinggi diperlukan pada abad ke-21 karena memberikan banyak manfaat untuk peserta didik di berbagai lini kehidupan, yakni berperan dengan kemampuan yang optimal sebagai individu dan anggota masyarakat yang memiliki sikap kritis, mandiri, dan produktif (Pusat Penilaian Pendidikan, 2019).

Keterampilan berpikir tingkat tinggi merupakan proses berpikir yang melibatkan prosedur pemikiran yang rumit dengan mendeteksi bagaimana suatu informasi yang baru diterima dapat saling berhubungan dengan informasi yang telah diterima sebelumnya, sehingga tercapai suatu tujuan maupun penyelesaian dari suatu permasalahan (Rosnawati, 2013). Berdasarkan taksonomi Bloom yang telah direvisi, keterampilan berpikir tingkat tinggi melibatkan keterampilan menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta (Anderson & Krathwohl, 2001).

Keterampilan berpikir tingkat tinggi penting untuk dilatihkan kepada peserta didik mengingat persaingan global yang berkembang semakin pesat, sehingga peserta didik diharapkan mampu memenangkan persaingan tersebut. Peserta didik dengan keterampilan berpikir tingkat tinggi memberikan penalaran yang masuk akal serta memahami interkoneksi antar sistem (Gunn *et al.*, 2007). HOTS penting dikuasai oleh peserta didik, karena dengan keterampilan tersebut peserta didik dapat memandang setiap masalah dengan kritis, kreatif, logis, dan objektif. HOTS tidak dimiliki sejak lahir pada diri seseorang, melainkan keterampilan ini diperoleh dari proses latihan, belajar, atau pengalaman (Redhana, 2019). Berdasarkan hal tersebut maka HOTS perlu dilatihkan.

Di Indonesia, kemampuan HOTS peserta didik masih rendah. Berdasarkan temuan *Program for International Students Assessment (PISA) 2022* yang melibatkan partisipasi 81 negara, menunjukkan kemampuan berpikir peserta didik masih lemah dalam berpikir tingkat tinggi. Hal ini dapat dibuktikan bahwa Indonesia menduduki peringkat 70 dalam matematika dengan skor 366, peringkat 69 dalam sains dengan skor 383 (OECD PISA, 2022). Hal tersebut menunjukkan pembelajaran di Indonesia belum sepenuhnya berpatokan pada tujuan kurikulum perpendikbud yang belum sejalan dengan tujuan dari HOTS.

Fakta di atas diperkuat dengan hasil observasi dan wawancara dengan guru kimia dan 3 peserta didik di sekolah SMAN 1 Natar Lampung Selatan, diperoleh informasi bahwa SMAN 1 Natar Lampung Selatan sudah menerapkan Kurikulum Merdeka pada kelas X dan XI. Namun, pembelajaran kimia masih menggunakan pembelajaran konvensional. Model pembelajaran yang menyuguhkan diskusi dan praktikum masih jarang digunakan, hal ini mengakibatkan pembelajaran kurang mengarah pada pembelajaran berbasis peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik. Di dalam proses pembelajarannya guru masih sangat dominan dan kegiatan peserta didik adalah mendengarkan penjelasan dari guru serta mengerjakan soal-soal latihan dalam buku cetak kimia.

Pada capaian pembelajaran kurikulum merdeka fase F salah satunya pada mata pelajaran kimia kelas XI yaitu peserta didik dapat memahami dan menjelaskan

materi bentuk molekul, yaitu tentang teori domain elektron dan teori VSEPR. Pada elemen keterampilan prosesnya adalah mengamati, mempertanyakan dan memprediksi, merancang metode percobaan yang sesuai untuk mengumpulkan data, memproses dan menganalisis data dan informasi, mengevaluasi dan refleksi (Permendikbudristek No. 5, 2022). Keterampilan menganalisis, mengevaluasi dan merancang atau mencipta dalam capaian pembelajaran tersebut termasuk ke dalam HOTS (Anderson & Krathwohl, 2001).

Salah satu cara untuk meningkatkan HOTS adalah dengan memilih model pembelajaran yang sesuai, salah satunya yaitu model *flipped learning*. Menurut penelitian Wiginton (2013) menyatakan bahwa *flipped learning* merupakan model pembelajaran yang menggunakan teknologi dengan mengubah tempat belajar yang biasanya hanya di dalam kelas, menjadi di luar kelas bahkan di mana saja. Model *flipped learning* terdiri dari lima elemen yaitu; 1) peserta didik aktif dalam pembelajaran; 2) teknologi memfasilitasi proses pembelajaran; 3) mempelajari materi secara *online* sebelum menghadiri kelas; 4) masalah dunia nyata ditugaskan kepada peserta didik ; dan 5) kegiatan di dalam kelas difokuskan untuk kegiatan diskusi dan komunikasi yang berlangsung dipandu oleh guru (Becker, 2013).

Materi bentuk molekul merupakan salah satu konsep kimia yang dipelajari di kelas XI, dan termasuk kepada konsep yang bersifat abstrak. Untuk mencapai pembelajaran tersebut, maka peserta didik diberi pembelajaran yang sistematis dengan mengamati fenomena kimia dan fakta yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari, kemudian peserta didik perlu merumuskan masalah, mengumpulkan dan mengolah data, lalu membuat kesimpulan berdasarkan hasil yang didapatkan. Dengan demikian peserta didik memerlukan keterampilan menganalisis dan mengevaluasi agar dapat mencapai pembelajaran bentuk molekul. Pada keterampilan menganalisis peserta didik dilatihkan LKPD pada tahap menanya dan mengasosiasi, dan pada keterampilan mengevaluasi peserta didik dilatihkan pada tahap mengumpulkan data dan mengomunikasikan atau memberikan kritik.

Sebagian besar peserta didik menganggap materi bentuk molekul adalah materi yang sulit, karena materi bentuk molekul bersifat abstrak. Konsep abstrak pada materi bentuk molekul meliputi konsep pasangan elektron ikatan, pasangan elektron bebas, panjang ikatan, serta sudut ikatan sebagai akibat adanya gaya tolak pasangan elektron. Hal tersebut selaras dengan yang disampaikan oleh Nisa & Dwiningsih (2022) melaporkan bahwa peserta didik masih rendah dalam menghadapi kesulitan untuk mengerti materi tentang bentuk molekul. Peserta didik sering kali menghadapi kesulitan memahami konsep abstrak. Visualisasi molekul tiga dimensi (3D) menjadi solusi yang potensial untuk membantu peserta didik memvisualisasikan struktur molekul secara lebih nyata. Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Fitri (2020) materi bentuk molekul memerlukan media untuk dapat melihat gambar secara jelas dan dapat diramalkan sudut dari suatu bentuk molekul. 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).

Visualisasi 3 Dimensi dapat menjadi alternatif benda tiruan yang dipandang lebih baik daripada 2D karena lebih realistis sesuai bentuk nyata (Pratiwi *et al.*, 2021). Penggunaan *molymod* dapat meramalkan bentuk molekul secara tiga dimensi, akan tetapi kurang efisien karena tidak dapat menampilkan besar sudut ikatan, ukuran atom dan panjang ikatan di dalamnya, hanya bentuk molekul yang terbatas (Jamun, 2018). Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Novitasari (2022) untuk meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan peserta didik dalam visualisasi materi bentuk molekul dibutuhkan media pembelajaran model molekul terkomputerisasi yang lebih sederhana dan murah namun tetap memiliki fitur yang lengkap. Salah satu perangkat lunak yang dapat digunakan untuk memvisualisasikan 3D molekul adalah *software* Avogadro.

Software Avogadro merupakan salah satu *software* yang bersifat *open source* sehingga siapa pun bisa mengakses dan dapat digunakan dalam pembelajaran materi bentuk molekul. Aplikasi Avogadro dapat diakses melalui web <https://avogadro.id.uptodown.com/windows>. Menurut Yunita dkk., (2018) *software* Avogadro merupakan *software* visualisasi dan editor molekul, aplikasi ini me-

memiliki fitur visualisasi molekul yang sangat bagus dan akan sangat membantu peserta didik 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).

Model *flipped learning* yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan pendekatan *scientific*. Pembelajaran yang dilakukan di luar kelas guru memberikan LKPD satu minggu sebelum pembelajaran, di dalam LKPD juga terdapat panduan penggunaan *software* Avogadro untuk memudahkan dalam memvisualisasikan molekul 3D, kemudian peserta didik diarahkan untuk mengamati, menanyakan dan mengumpulkan informasi terlebih dahulu terkait dengan materi yang sudah ada pada LKPD. Pada pembelajaran yang dilakukan di dalam kelas, peserta didik diarahkan untuk melanjutkan pembelajaran dengan mengasosiasi dan mengomunikasikan. Salah satu keuntungan dari *flipped learning* adalah memungkinkan penggunaan waktu pada saat di kelas lebih efisien (Fulton, 2012).

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian efektivitas model *flipped learning* berbantuan visualisasi molekul 3D menggunakan LKPD yang sudah dikembangkan oleh Sukmawati (2023). Hal inilah yang menjadi dasar peneliti untuk melakukan penelitian yang berjudul “Efektivitas Model *Flipped Learning* Berbantuan Visualisasi Molekul 3D Pada Materi Bentuk Molekul Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana efektivitas model *flipped learning* berbantuan visualisasi molekul 3D pada materi bentuk molekul untuk meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan efektivitas model *flipped learning* berbantuan visualisasi molekul 3D pada materi bentuk molekul untuk meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat bagi peserta didik
Diharapkan dapat membantu peserta didik memberikan pengalaman belajar model *flipped learning* berbantuan visualisasi molekul 3D pada materi bentuk molekul
2. Manfaat bagi guru
Diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif dalam media pembelajaran dan dapat mempermudah guru dalam memvisualisasikan molekul pada materi bentuk molekul
3. Manfaat bagi sekolah
Diharapkan dapat menjadi salah satu referensi dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik pada pembelajaran kimia khususnya pada materi bentuk molekul

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pembelajaran dengan model *flipped learning* dikatakan efektif apabila rata-rata *n-gain* keterampilan berpikir tingkat tinggi berbeda secara signifikan kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol, serta rata-rata *n-gain* yang diperoleh di kelas eksperimen minimal berkategori sedang.
2. Model pembelajaran yang digunakan yaitu *flipped learning*, merupakan model pembelajaran yang menggunakan teknologi dengan mengubah tempat belajar yang biasanya hanya di dalam kelas, menjadi di luar kelas bahkan di mana saja (Wiginton, 2013).
3. Perangkat lunak yang digunakan untuk memvisualisasikan 3D molekul adalah *software* Avogadro.
4. Tahapan LKPD menggunakan pendekatan saintifik.
5. Keterampilan berpikir tingkat tinggi yang dilatihkan yaitu menganalisis (C4) dan mengevaluasi (C5) (Anderson & Krathwohl, 2001).

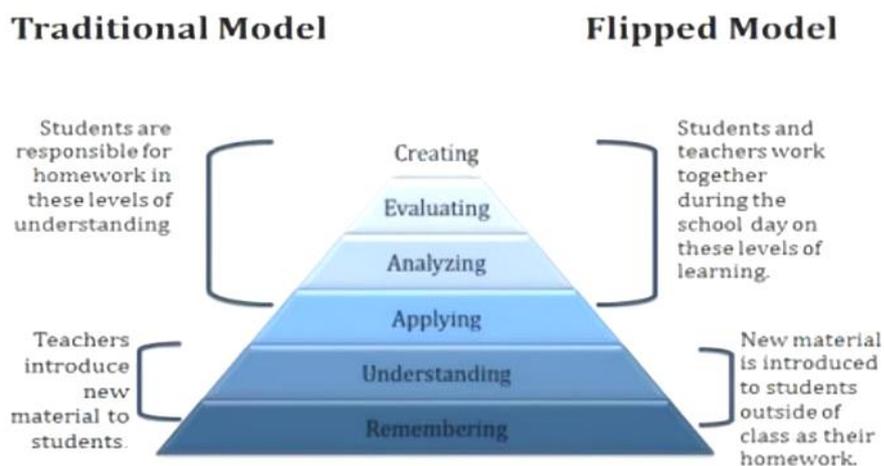
II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Flipped Learning*

Flipped learning merupakan pembelajaran yang memadukan pembelajaran di dalam kelas dengan pembelajaran di luar kelas dengan tujuan memaksimalkan kegiatan pembelajaran artinya pembelajaran di kelas adalah pembelajaran di mana peserta didik menerima materi yang disampaikan oleh seorang guru, sedangkan pembelajaran di luar kelas adalah pembelajaran yang lebih ditekankan pada penyajian materi atau melalui media pembelajaran, video pembelajaran atau *e-book* yang tersedia di perangkat, laptop, dan lainnya (Reidsema *et al.*, 2017). Hal tersebut selaras dengan yang disampaikan oleh Wiginton (2013), bahwa *flipped learning* adalah model pembelajaran yang menggunakan teknologi dengan mengubah tempat belajar yang biasanya hanya di dalam kelas, menjadi di luar kelas bahkan di mana saja. Model pembelajaran terbalik adalah lingkungan pembelajaran yang lebih aktif dan interaktif yang berlangsung di luar kelas (Farida *et al.*, 2019)

Model *flipped learning* terdiri dari lima elemen yaitu; 1) peserta didik aktif dalam pembelajaran; 2) Teknologi memfasilitasi proses pembelajaran; 3) Mempelajari materi secara *online* sebelum menghadiri kelas; 4) Masalah dunia nyata ditugaskan kepada peserta didik ; dan 5) Kegiatan di dalam kelas difokuskan untuk kegiatan diskusi dan komunikasi yang berlangsung dipandu oleh guru (Becker, 2013). *Flipped learning* merupakan pembelajaran aktif yang diawali dengan peserta didik mempelajari materi secara mandiri di rumah, setelah itu materi tersebut dibahas di kelas. Kemudian, guru secara sederhana membantu memperlancar proses belajar peserta didik dan membantu penyelenggaraan diskusi kelas (Feby, 2022).

Tujuan utama dari penggunaan *flipped learning* adalah untuk memaksimalkan waktu pembelajaran di kelas antara guru dan siswa. Pada penelitian yang dilakukan oleh Rahman *et al.*, (2020) menyarankan bahwa guru harus menghabiskan waktu di kelas bersama peserta didik dengan menerapkan tingkat yang lebih tinggi dari taksonomi Bloom (*Applying, Analyzing, Evaluating, Creating*) dan menerapkan tingkat yang lebih rendah dari taksonomi Bloom (*Remembering* dan *Under-standing*) di luar kelas (Gambar 1). Keterlibatan langsung peserta didik dalam pembelajaran di kelas dengan menggunakan model *flipped learning*, memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukan pengamatan, refleksi, menanyakan, menarik kesimpulan, dan berdiskusi dengan teman (Hamid & Hadi, 2020).



Gambar 1. Taksonomi Bloom : Pembelajaran Tradisional (Ceramah) dan Pembelajaran Terbalik (*Flipped Learning*) Sumber : Rahman *et al.*, 2020

Dengan menggunakan model *flipped learning* dapat menghemat waktu, sehingga memudahkan para guru untuk lebih memperdalam materi. Hal yang harus dipersiapkan oleh guru menurut Hamid & Hadi (2020) yaitu perangkat teknologi (laptop dan *handphone*), media pembelajaran online (video dan *flipbook*), dan jaringan internet yang stabil. Maka dari itu teknologi sangat berperan penting dalam pembelajaran *flipped learning* ini, karena mendukung peserta didik untuk dapat mengakses materi pembelajaran secara *online*. Dengan fasilitas teknologi tersebut peserta didik memiliki waktu yang panjang untuk belajar dimanapun dan kapanpun. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Triaji dkk., (2022),

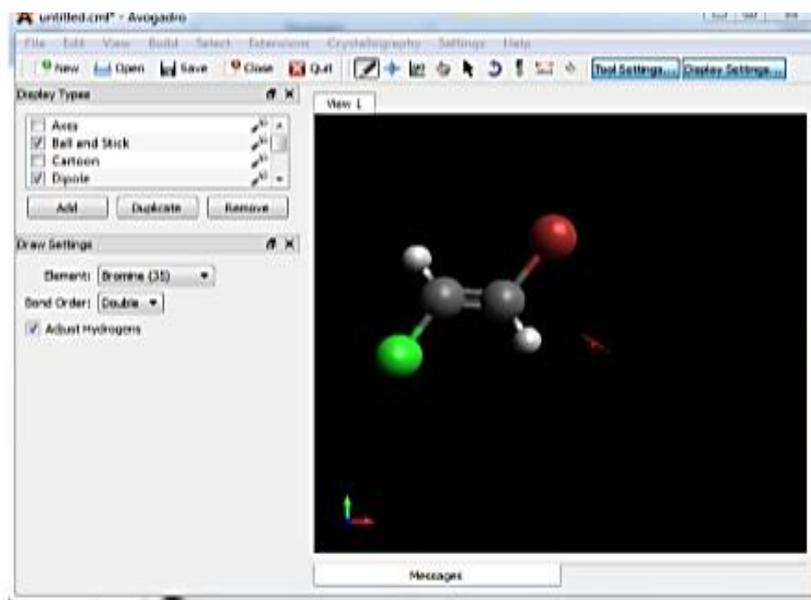
menggunakan model *flipped learning* memberikan pengaruh hasil belajar peserta didik yang lebih baik dibandingkan dengan model pembelajaran konvensional.

2.2 Visualisasi Molekul 3D

Perkembangan teknologi saat ini memungkinkan peserta didik dapat membaca teks dan gambar bergerak dalam perangkat elektronik. Salah satunya adalah penggunaan gambar yang divisualisasikan secara 3D. Visualisasi 3D dapat menjadi alternatif benda tiruan yang dipandang lebih baik daripada 2D karena lebih realistis sesuai bentuk nyata. Proses pembelajaran yang memanfaatkan objek tiruan seperti simulasi dan visualisasi benda tiruan yang dimodel seperti benda asli dapat memberi pengalaman belajar yang lebih nyata pada peserta didik (Pratiwi, dkk., 2021). Namun, visualisasi 3D khususnya pada alat jaringan bukan menjadi pengganti benda aslinya melainkan sebagai alternatif apabila sarana dan prasarana sekolah belum memadai. Begitu pula dengan simulasi di dalam media pembelajaran (Yasmin & Yoto, 2023). Salah satu perangkat lunak yang dapat digunakan untuk memvisualisasikan 3D molekul adalah Avogadro.

Visualisasi molekul 3D memberikan informasi yang lebih akurat dalam sistem visualisasi. Menurut penelitian Satish & Mahendran (2019) visualisasi molekul 3D memiliki nilai tambah dalam hal dimensi kedalaman untuk meningkatkan penggunaan visualisasi ruang. Salah satu perangkat lunak yang mampu memvisualisasikan molekul 3D secara akurat adalah aplikasi perangkat lunak *software* Avogadro. Keunggulan penggunaan program komputer atau *software* dalam menampilkan struktur molekul dibandingkan penggambaran dengan rumus garis 2D adalah salah satunya model yang ditampilkan di layar komputer lebih terlihat dan berperilaku seperti molekul nyata dan menghasilkan model akurat, sehingga memperkaya pengetahuan peserta didik tentang struktur secara 3D (Hahre *et al.*, 1998).

Tahapan persiapan untuk menggambar molekul 3D oleh guru, dimulai dengan mengunduh dan kemudian menginstal perangkat lunak sumber terbuka Avogadro. Icon tersebut disarankan untuk disimpan di desktop agar mudah ditemukan ketika akan digunakan. Sementara itu, tampilan *software* Avogadro disajikan pada Gambar 2, sebagai berikut.

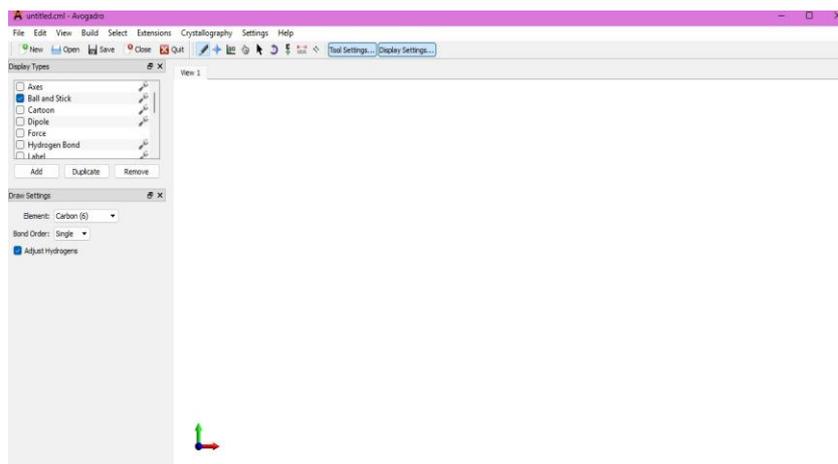


Gambar 2. Tampilan perangkat lunak Avogadro

Dengan perangkat lunak ini, pengguna dapat memvisualisasikan gambar molekul 3D dengan mengklik ikon. Pada awalnya, dengan mengklik ikon ini, pengguna akan mendapatkan gambar metana. Untuk penggambaran selanjutnya, pengguna dapat berkreasi sesuai dengan target molekul yang akan digambar. Akan muncul *draw setting* masing-masing yang berguna untuk pengaturan gambar, terdapat menu untuk memilih jenis atom, memilih jenis ikatan, dan menambahkan atom secara otomatis. Visualisasi molekul dirancang sedemikian rupa agar relevan dengan kebutuhan guru dalam pembelajaran (Abraham et al., 2010).

2.3 Software Avogadro

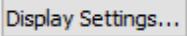
Avogadro adalah *software open source*, tersedia dalam berbagai *platform* sistem operasi merupakan editor molekul yang dirancang untuk digunakan secara fleksibel dalam kimia komputasi, pemodelan molekul, bioinformatika, dan bidang terkait lainnya. Avogadro yang tersedia dijalankan pada sistem *window*, *linux*, dan *mac Os X* (Jekyll & Mistake, 2018). Setelah *software* Avogadro diunduh dan dipasang pada perangkat komputer, pengguna dapat langsung membuka *software* dengan menyetuk dua kali pada ikon aplikasi tersebut yang biasanya berada di layar dekstop. Ketika *software* Avogadro telah terbuka, tampilan awal aplikasi ini seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



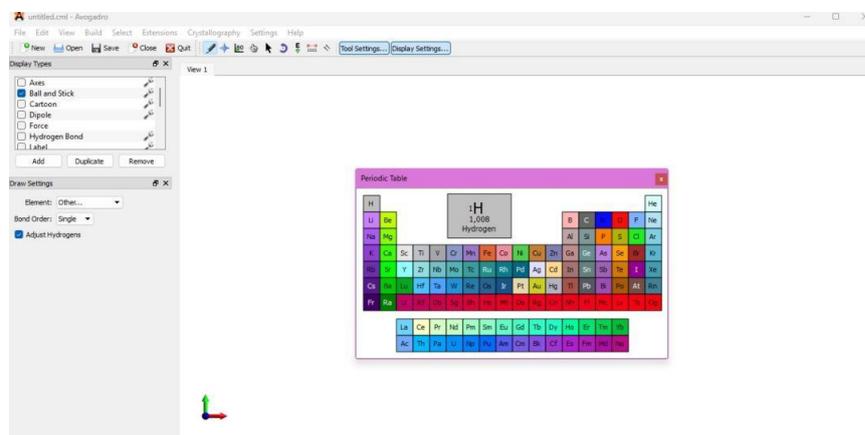
Gambar 3. Tampilan awal *software* Avogadro

Sebelum membuat suatu struktur 3D molekul menggunakan *software* Avogadro, perlu diketahui macam-macam *tool* dan menu yang tersedia beserta fungsinya masing-masing, sehingga mempermudah dan mempercepat proses pembuatan struktur molekul. Beberapa *tool* dari *software* Avogadro beserta fungsinya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Beberapa *tool* pada *software* Avogadro beserta fungsinya

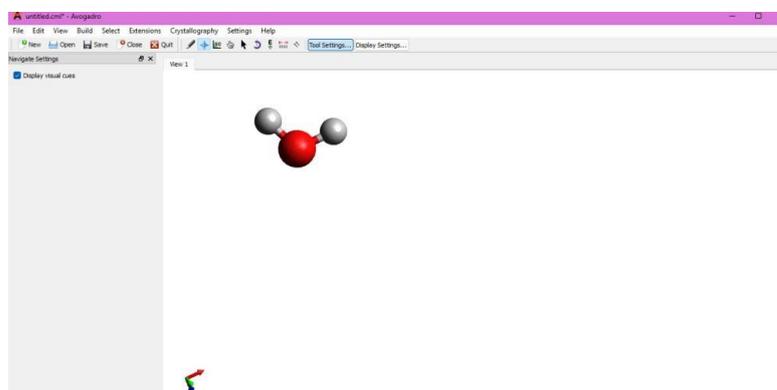
<i>Tool</i>	<i>Nama Tool</i>	<i>Fungsi</i>
	<i>Draw settings</i>	Membuat molekul serta membuat ikatan diantara atom-atom pada ruang gambar.
	<i>Navigate settings</i>	Merotasi dan <i>zoom in/out</i> desain molekul yang dibuat.
	<i>Bond centric manipulate settings</i>	Melihat sudut kemiringan molekul secara vertikal dan horizontal.
	<i>Manipulate settings</i>	Merotasi desain molekul pada gerakan yang bebas.
	<i>Selection settings</i>	Menyeleksi dan memindahkan desain molekul yang dibuat.
	<i>Auto rotate settings</i>	Menjalankan animasi rotasi ke berbagai arah sesuai dengan garis arah mouse
	<i>Auto optimization Settings</i>	Mengoptimisasi desain molekul ke bentuk yang sebenarnya berdasarkan teori.
	<i>Measure settings</i>	Mengetahui panjang ikatan antar atom dan sudut ikatan.
	<i>Align settings</i>	Merotasi desain molekul yang kita buat ke beberapa arah.
	<i>Display settings</i>	Menampilkan keterangan yang berhubungan dengan struktur seperti label, ikatan hidrogen, interaksi <i>Van der Waals</i> , dipol dan lain-lain. Keterangan tersebut dapat muncul dengan mencentang pada daftar keterangan di sebelah kiri bidang gambar.

Pada “*tools settings*” menu bar kanan atas aplikasi, pada pilihan sebelah kiri terdapat “*element*” kemudian pilih “*other*” pada pilihan paling bawah, lalu muncul tampilan tabel periodik pada lembar kerja yang ditunjukkan pada Gambar 4.



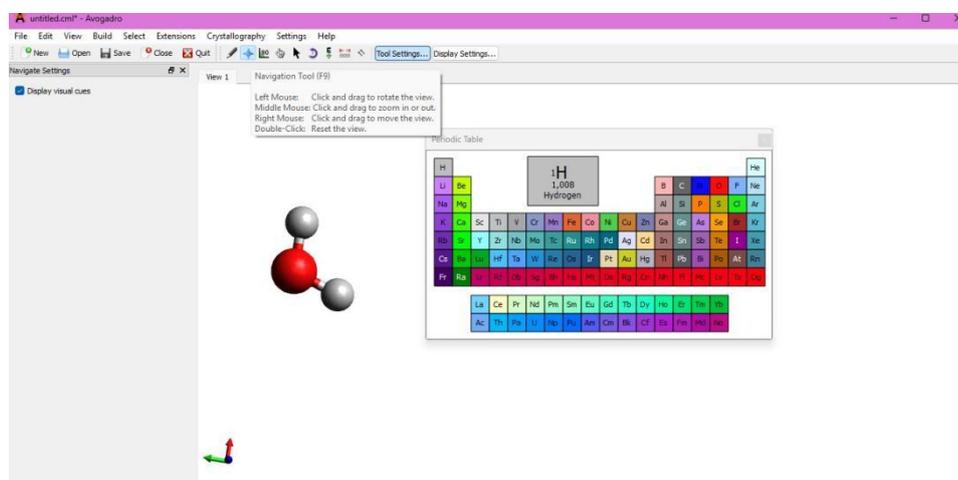
Gambar 4. Tampilan Tabel Periodik

Pilih unsur yang ingin anda tampilkan atau dibuat model molekulnya pada lembar kerja, sebelum memilih unsur yang ingin dibuat model pilih “*adjust hydrogen*” agar unsur tidak otomatis mengikat hidrogen pada model atom yang dipilih. Bila ingin menambahkan ikatan hydrogen pada unsur yang dipilih maka pilih “*adjust hydrogen*” agar unsur otomatis mengikat hidrogen pada model atom yang dipilih. Misalnya memilih atom oksigen maka klik “O” pada struktur tabel periodik unsur yang ditampilkan. Maka akan tampil model struktur atom yang dipilih (oksigen). Jika ingin membuat atom lain, misalnya H₂O maka klik H lalu hubungkan dengan model yang sebelumnya telah dibuat sehingga menjadi molekul H₂O, yang disajikan pada Gambar 5.



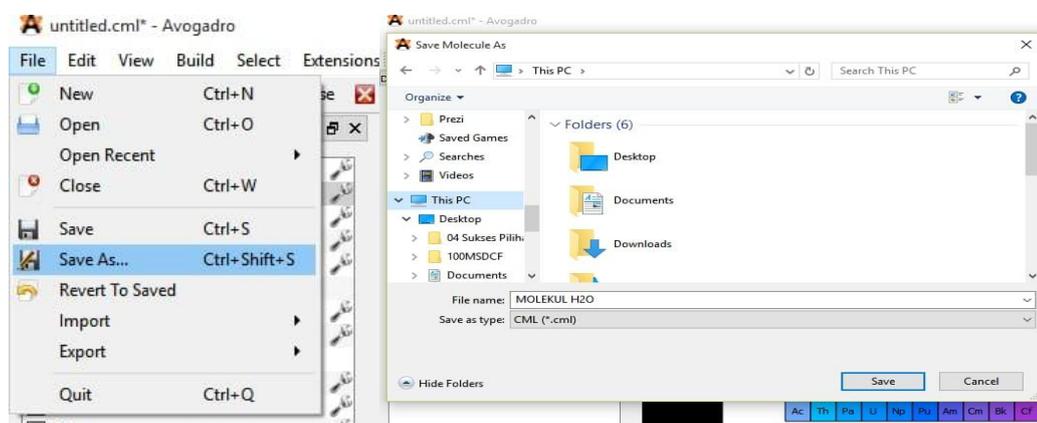
Gambar 5. Molekul H₂O

Pada menu bar terdapat pilihan “*navigation tool/F9*” berfungsi untuk merotasikan model struktur atom yang dipilih yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Rotasi molekul

Untuk menyimpan model molekul yang telah dibuat maka klik file lalu pilih *save* atau *save as* lalu *save as type* “*CML type*” kemudian *save* pada folder penyimpanan yang akan dipilih yang ditunjukkan pada Gambar 7.

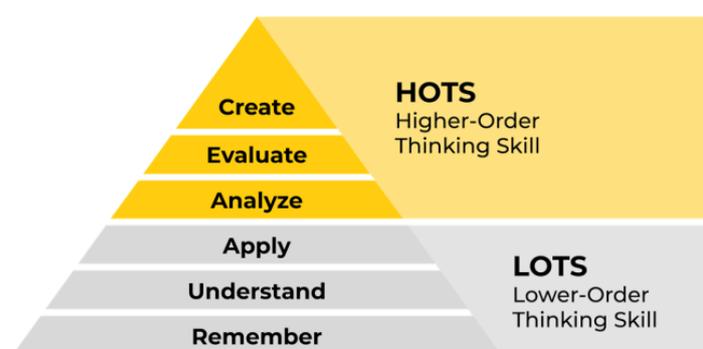


Gambar 7. Menyimpan model molekul

2.4 Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi

Anderson telah melakukan penelitian serta didapatkan perbaikan dalam taksonomi Bloom, dengan bukunya yang berjudul: *A Taxonomy for Learning*,

Teaching, and Assesing (A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives). Perbaikan tersebut, yaitu mengubah Taksonomi Bloom dari kata benda (*knowledge, comprehension, application, analysis, synthesis, dan evaluation*) menjadi kata kerja (*remember, understand, apply, analyze, evaluate, dan creat*) (Anderson & Krathwohl, 2001). Hal ini dilakukan karena Taksonomi Bloom yang sebenarnya yaitu penggambaran proses berpikir, setelah itu dilakukannya pergeseran susunan taksonomi Bloom yang menjabarkan berpikir tingkat rendah ke berpikir tingkat tinggi, yang ditunjukkan pada Gambar 8 (Bloom, et al., 1956).



Gambar 8. *Bloom's Taxonomy*

Menurut taksonomi Bloom yang telah direvisi, proses kognitif dibedakan menjadi dua, yaitu yang pertama adalah keterampilan berpikir tingkat tinggi atau sering disebut dengan *Higher Order Thinking Skill (HOTS)* dan yang kedua adalah keterampilan berpikir tingkat rendah atau disebut *Lower Order Thinking Skill (LOTS)*. Kemampuan berpikir tingkat rendah melibatkan kemampuan mengingat (C1), memahami (C2) dan menerapkan (C3) sementara dalam kemampuan berpikir tingkat tinggi melibatkan analisis (C4), mengevaluasi (C5), dan mencipta atau kreativitas (C6) (Anderson & Krathwohl, 2001).

Berdasarkan teori HOTS dari Anderson & Krathwohl (2001) tersebut maka indikator HOTS dijelaskan sebagai berikut:

1. Menganalisis (C4)

Menganalisis merupakan memecahkan suatu permasalahan dengan memisahkan tiap-tiap bagian dari permasalahan dan mencari keterkaitan dari tiap-tiap bagian

tersebut dan mencari tahu bagaimana keterkaitan tersebut dapat menimbulkan permasalahan. Kegiatan pembelajaran sebagian besar mengarahkan peserta didik untuk mampu membedakan fakta dan pendapat, menghasilkan kesimpulan dari suatu informasi pendukung. Menganalisis berkaitan dengan proses kognitif membedakan (*differentiating*), mengorganisasikan (*organizing*), dan mengatribusikan (*attributing*).

2. Mengevaluasi (C5)

Mengevaluasi berkaitan dengan proses kognitif memberikan penilaian berdasarkan kriteria dan standar yang sudah ada. Kriteria atau standar ini dapat pula ditentukan sendiri oleh peserta didik. Evaluasi meliputi memeriksa (*checking*) dan mengkritik (*criticize*). Mengecek mengarah pada kegiatan pengujian hal-hal yang tidak konsisten atau kegagalan dari suatu operasi atau produk. Jika dikaitkan dengan proses berpikir merencanakan dan mengimplementasikan maka mengecek akan mengarah pada penetapan sejauh mana suatu rencana berjalan dengan baik. Mengkritisi mengarah pada penilaian suatu produk atau operasi berdasarkan pada kriteria dan standar eksternal. Peserta didik melakukan penilaian dengan melihat sisi negatif dan positif dari suatu hal, kemudian melakukan penilaian menggunakan standar ini.

3. Mencipta (C6)

Mencipta mengarah pada proses kognitif meletakkan unsur-unsur secara bersama-sama untuk membentuk kesatuan yang koheren dan mengarahkan peserta dengan pengalaman belajar peserta didik pada pertemuan sebelumnya. Meskipun menciptakan mengarah pada proses berpikir kreatif, namun tidak secara total berpengaruh pada kemampuan peserta didik untuk menciptakan. Menciptakan di sini mengarahkan peserta didik untuk dapat melaksanakan dan menghasilkan karya yang dapat dibuat oleh semua peserta didik. Proses berpikir dalam mencipta meliputi menghasilkan (*generating*), merencanakan (*planning*), dan memproduksi (*producing*). Menggeneralisasikan merupakan kegiatan merepresentasikan permasalahan dan penemuan alternatif hipotesis yang diperlukan. Memproduksi mengarah pada perencanaan untuk menyelesaikan permasalahan yang diberikan (Anderson & Krathwohl, 2001).

Keterampilan berpikir tingkat tinggi atau dalam bahasa inggrisnya *Higher Order Thinking Skill* (HOTs) adalah pola berpikir peserta didik dengan mengandalkan kemampuan untuk menganalisis, mencipta, dan mengevaluasi semua aspek dan masalah (Anderson & Krathwohl, 2001). Disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Taksonomi ranah kognitif berpikir tingkat tinggi Anderson & Krathwohl (2001)

Tingkatan	Proses Kognitif	HOTs	Definisi
Menganalisis (C4)	Membedakan	Menyendirikan, Memilah, Memfokuskan, Memilih.	Membedakan bagian yang relevan dari bagian yang tidak relevan atau bagian penting dari bagian-bagian yang tidak penting dari materi yang disajikan
	Mengorganisasi	Menemukan, Menemukan kohorensi, Memadukan, Membuat garis besar, Mendeskripsikan peran, Menstrukturkan.	Menentukan bagaimana elemen-elemen bekerja atau berfungsi dalam sebuah struktur.
	Mengatribusikan	Mendekonstruksi.	Menentukan sudut pandang, bias, nilai, atau maksud di balik materi pelajaran
Mengevaluasi (C5)	Memeriksa	Memeriksa Mengorganisasi, Mendeteksi, Memonitor, Menguji.	Mendeteksi kekeliruan dalam suatu proses atau produk; menentukan apakah suatu proses atau produk memiliki konsistensi internal; mendeteksi keefektifan suatu prosedur seperti yang sedang dilaksanakan
	Mengkritik	Menilai	Mendeteksi inkonsistensi antara produk dan eksternal kriteria, menentukan apakah suatu produk memiliki konsistensi eksternal; menemukan ketepatan suatu prosedur untuk menyelesaikan masalah.
Mencipta (C6)	Menghasilkan	Berhipotesis	Membuat hipotesis-hipotesis berdasarkan kriteria.
	Merencanakan	Mendesain	Merencanakan prosedur untuk menyelesaikan suatu tugas.
	Memproduksi	Mengkontruksi	Menciptakan suatu produk

2.5 Penelitian yang Relevan

Dalam penelitian yang dilakukan, terdapat beberapa penelitian yang relevan untuk dijadikan sumber referensi. Disajikan pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Penelitian yang relevan

No	Peneliti	Judul	Hasil
1	Wiginton, 2013	<i>Flipped Instruction: an Investigation into the Effect of Learning Environment of Student Self-Efficacy, Learning style, and academic Achievement in an Algebra 1 Classroom.</i>	<i>flipped learning</i> model pembelajaran yang menggunakan teknologi untuk mengubah tempat belajar dari dalam kelas menjadi di luar kelas. <i>Flipped learning</i> atau pembelajaran terbalik merupakan pendekatan pedagogis yang menggabungkan pembelajaran sinkron dan asinkron. Dalam model ini, siswa mempelajari materi di rumah sebelum masuk kelas, kemudian di kelas siswa menerapkan, menganalisis, dan mensintesis materi yang telah dipelajari.
2	Thayban, dkk., 2023	<i>Representasional Competence(RC) dalam Kimia: Menyelidiki Korelasinya dengan Pemahaman Geometri Molekul</i>	Penelitian ini menunjukkan bahwa peserta didik memiliki tingkat <i>Representational Competence</i> yang tinggi dan pemahaman yang cukup baik terhadap bentuk molekul.
3	Yasmin & Yoto, 2023	<i>AR-Learning: Media pembelajaran berbasis Mobile dengan Visualisasi 3 Dimensi Sebagai Upaya untuk Meningkatkan Critical Thinking Peserta didik</i>	Berdasarkan penelitian yang telah dijelaskan pada point pembahasan, visualisasi 3D dapat meningkatkan berpikir kritis peserta didik. Salah satu dampak yang dipengaruhi oleh peningkatan berpikir kritis yaitu tingkat pemahaman peserta didik.
4	Miterianif, dkk., 2021	<i>Higher Order Thinking Skills in the 21st Century: Critical Thinking</i>	membuktikan bahwa HOTS melibatkan proses berpikir analisis, evaluasi, dan kreasi untuk menjawab suatu permasalahan.
5	Komala, dkk., 2020	<i>Group Investigation Model in Environmental Learning: An Effect for Students' Higher Order Thinking Skills</i>	penelitian ini adalah guru dapat menerapkan model pembelajaran <i>group inves-tigation</i> kepada peserta didik. Selain itu, guru juga dapat menerapkan model pembelajaran kelompok lainnya untuk meningkatkan HOTS peserta didik.

2.6 Kerangka Pemikiran

Terdapat tiga variabel yang akan diteliti, yaitu variabel X (bebas), variabel Y (terikat), dan Variabel Z (kontrol). Pada penelitian ini yang berperan sebagai variabel X (bebas) adalah model *flipped learning*, variabel Y (terikat) adalah keterampilan berpikir tingkat tinggi, sedangkan variabel kontrol yakni materi bentuk molekul, soal pretes dan postes serta guru yang mengajar.

Model pembelajaran *flipped learning* tidak dapat berdiri sendiri, sehingga perlu adanya pendekatan yang digunakan saat penerapannya, salah satunya dengan menggunakan pendekatan saintifik. Kegiatan pada pendekatan saintifik tersebut tentunya dipadukan dengan tahapan model pembelajaran *flipped learning* baik saat kegiatan *out class* maupun *in class*. Pada kegiatan *out class* peserta didik diarahkan untuk mengerjakan tahapan mengamati, menanya, dan mengumpulkan informasi. Pada kegiatan *in class* peserta didik diarahkan mengerjakan tahap mengasosiasi dan mengomunikasikan.

Tahap awal pendekatan saintifik adalah mengamati, pada tahap ini peserta didik diminta untuk mencermati wacana mengenai fenomena di kehidupan sehari-hari, berupa senyawa metana (bahan bakar LPG), ammonia (pembuatan pupuk), dan H₂O yang terdapat dalam air seperti minum dan mencuci. Tahap kedua yaitu menanya, peserta didik diminta mengajukan pertanyaan dari wacana yang disajikan.

Tahap ketiga yaitu mengumpulkan informasi, pada tahap ini peserta didik diminta untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan yang ada, pertanyaan-pertanyaan tersebut akan mengonstruksi pengetahuan peserta didik mengenai konsep bentuk molekul. Pertanyaan yang ada diantaranya adalah tentang membedakan pasangan elektron X dan pasangan elektron Y dari struktur lewis H₂O, pada kegiatan ini dilatihkan keterampilan menganalisis dengan proses kognitif membedakan. Pada tahap mengumpulkan informasi, peserta didik juga diarahkan untuk menggambar struktur lewis molekul BeCl₂, CO₂, BF₃, SO₂, CH₄, dan menggambar bentuk 3D dari molekul tersebut menggunakan *software* Avogadro serta menentukan atom

pusatnya, dari kegiatan ini dilatihkan keterampilan mengevaluasi dengan proses kognitif memeriksa.

Tahap keempat yaitu mengasosiasi, peserta didik diminta untuk menganalisis senyawa-senyawa yang tergolong ikatan rangkap, ikatan rangkap dua, serta ikatan rangkap tiga. Pada tahap keempat ini peserta didik dilatihkan keterampilan mengorganisasi. Tahap yang terakhir yaitu mengomunikasikan, pada tahap ini peserta didik diminta untuk mempresentasikan hasil dan setiap kelompok saling menanggapi. Pada situasi ini peserta didik akan dilatihkan keterampilan mengkritik, menyalahkan dan membenarkan yang dikuatkan dengan argumen atau alasannya satu sama lain.

Melalui penerapan pembelajaran berbantuan visualisasi molekul 3D pada materi bentuk molekul dengan model *flipped learning* diharapkan dapat meningkatkan HOTS peserta didik pada materi bentuk molekul.

2.7 Anggapan Dasar

Beberapa hal yang menjadi anggapan dasar dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perbedaan rata-rata *n-gain* keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik semata-mata terjadi karena perbedaan perlakuan dalam pembelajaran yang diberikan pada kelas kontrol dan kelas eksperimen
2. Faktor-faktor lain di luar perlakuan pada kedua kelas yang dapat mempengaruhi peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi pada materi bentuk molekul kelas XI semester ganjil SMAN 1 Natar tahun ajaran 2024/2025 diabaikan.

2.8 Hipotesis Penelitian

Hipotesis umum dalam penelitian ini adalah model pembelajaran *flipped learning* berbantuan visualisasi molekul 3D pada materi bentuk molekul efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Populasi dan Sampel

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 1 Natar yang berlokasi di Kabupaten Lampung Selatan, Natar. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas XI IPA SMA Negeri 1 Natar Tahun Ajaran 2024/2025 yang berjumlah sebanyak 288 peserta didik dari 8 kelas. Sampel diambil dengan menggunakan teknik *purposive sampling*. *Purposive sampling* merupakan teknik pengambilan sampel yang dilakukan berdasarkan pertimbangan tertentu yang dibuat oleh peneliti sendiri berdasarkan ciri atau sifat-sifat populasi yang sudah diketahui sebelumnya (Fraenkel et al., 2012). Pertimbangan yang diambil yaitu kelas dengan kemampuan kognitif peserta didik yang hampir sama berdasarkan informasi yang sudah diketahui sebelumnya dari guru kimia, sehingga diperoleh sampel penelitian yaitu kelas XI 3 sebagai kelas eksperimen akan diterapkan model *flipped learning* dalam pembelajaran kimia dan kelas XI 2 sebagai kelas kontrol akan diterapkan pembelajaran konvensional.

3.2 Desain Penelitian

Pada penelitian ini adalah *quasi experimental* dengan menggunakan *pretest-posttest control group design* (Fraenkel et al., 2012). Adapun desain dalam penelitian ini dapat dilihat dalam Tabel 4.

Tabel 4. Desain penelitian

Kelas Penelitian	Pretes	Perlakuan	Postes
Eksperimen	O	X	O
Kontrol	O	C	O

(Fraenkel et al., 2012).

Keterangan:

O = Pretes dan postes HOTS yang diberikan pada kedua kelas penelitian

- C = Perlakuan pada kelas kontrol berupa penerapan pembelajaran konvensional menggunakan bahan ajar berupa buku cetak
- X = Perlakuan pada kelas eksperimen berupa pembelajaran menggunakan media LKPD berbasis visualisasi molekul 3D dengan model *flipped learning*

3.3 Variabel Penelitian

Variabel adalah objek penelitian atau apa yang menjadi titik perhatian suatu peneliti. Variabel dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Variabel bebas meliputi model pembelajaran yang digunakan, yaitu model *flipped learning* diterapkan pada kelas eksperimen dan pembelajaran konvensional diterapkan pada kelas kontrol.
2. Variabel terikat adalah keterampilan menganalisis dan mengevaluasi peserta didik kelas XI IPA 3 SMAN 1 Natar.
3. Variabel kontrol adalah materi bentuk molekul yaitu meliputi teori domain elektron dan teori VSEPR.

3.4 Jenis dan Sumber Data Penelitian

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data utama dan data pendukung. Data utama dalam penelitian ini yaitu skor pretes dan skor postes HOTS peserta didik berupa keterampilan menganalisis dan mengevaluasi pada kelas eksperimen dan kelas kontrol, sedangkan data pendukung yaitu data aktivitas peserta didik pada kelas eksperimen selama mengikuti proses pembelajaran (*in class*).

3.5 Instrumen Penelitian

Perangkat pembelajaran dalam penelitian ini adalah modul ajar Kurikulum Merdeka pada materi bentuk molekul yang terdiri dari tujuan pembelajaran, indikator ketercapaian tujuan pembelajaran, kegiatan pembelajaran di setiap pertemuan dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Pada penelitian ini LKPD yang digunakan berjumlah 2 buah, yaitu (1) teori domain elektron; (2) teori *Valence Shell Electron Pair Repulsion* (VSEPR).

Instrumen dalam penelitian ini adalah:

- 1) Soal pretes dan postes yang terdiri dari 7 soal uraian, yaitu 4 soal untuk mengukur keterampilan menganalisis (soal nomor 1a, 1b, 1c, 1d) dan 3 soal

untuk mengukur keterampilan mengevaluasi (soal nomor 2a, 2b, 3) pada materi bentuk molekul. Instrumen tersebut dilengkapi dengan kisi-kisi instrumen dan rubrik penilaian. Validitas penelitian ini menggunakan validitas isi. Pengujian validitas isi ini dilakukan dengan cara *judgement* oleh dosen pembimbing penelitian.

- 2) Lembar observasi aktivitas diukur menggunakan skala nominal yang terdiri dari 2 aspek penilaian, yaitu ya atau tidak. Lembar observasi dibuat menggunakan angket tertutup dengan pernyataan positif yang diisi dengan cara memberikan tanda *checklist* (√).

3.6 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari lima tahap yaitu:

3.6.1 Observasi

Dilakukan observasi ke sekolah tempat penelitian, untuk memperoleh informasi yang dapat digunakan dalam mendukung pelaksanaan penelitian yaitu berupa; data peserta didik, jadwal pembelajaran, kurikulum yang digunakan, metode pembelajaran yang diterapkan, serta sarana dan prasarana yang ada di sekolah. Kemudian menentukan populasi dan sampel penelitian. Setelah itu mengenalkan aplikasi *software* Avogadro kepada peserta didik.

3.6.2 Menyusun instrumen penelitian

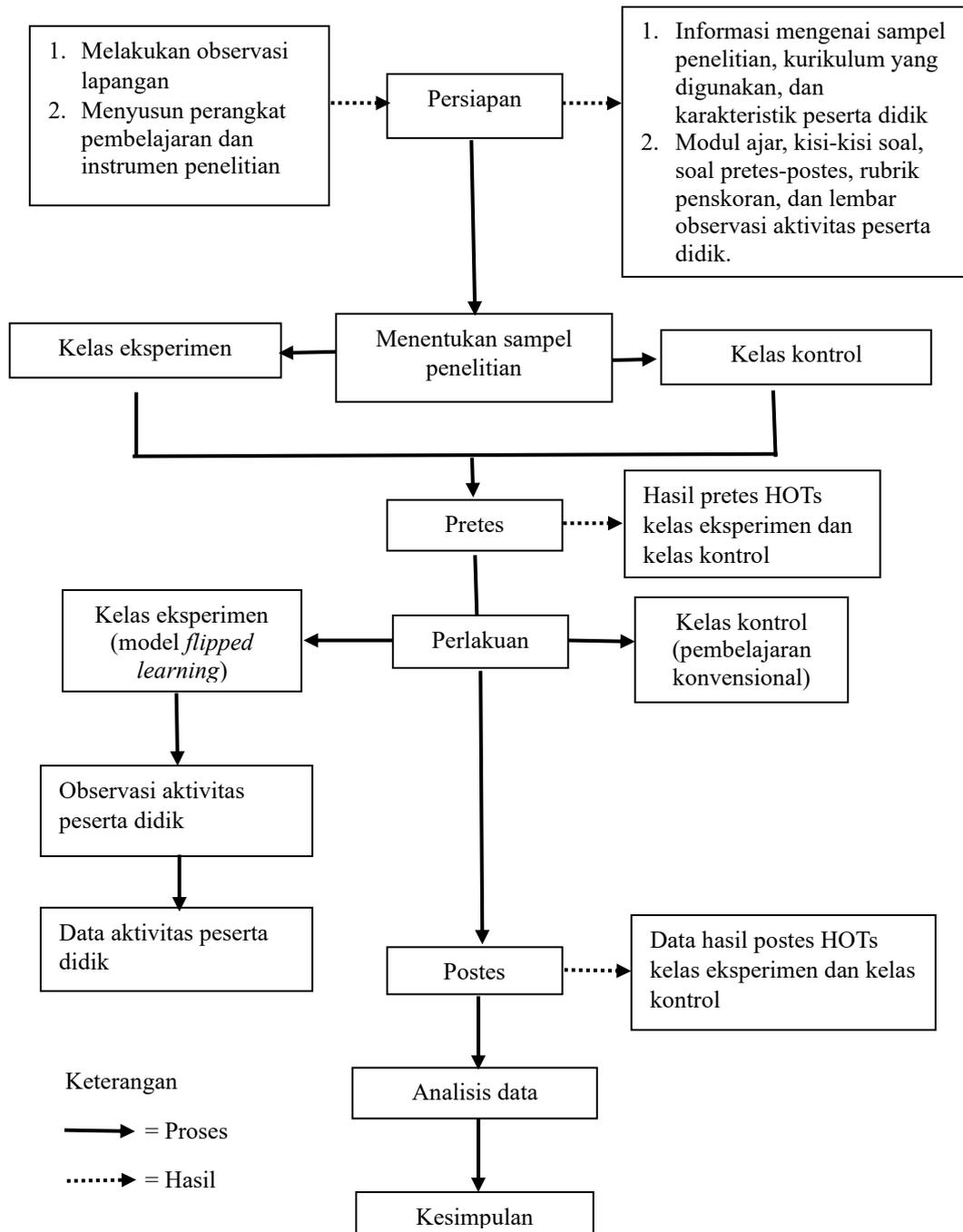
Pada tahap ini peneliti merancang perangkat pembelajaran berupa modul ajar kurikulum merdeka, panduan *software* Avogadro, dan juga instrumen penelitian. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi soal pretes dan postes HOTS, LKPD, dan lembar observasi aktivitas pada saat *in class*.

3.6.3 Mengumpulkan data

Pada tahap ini, pengumpulan data meliputi: (a) melakukan pretes pada kelas eksperimen dan kelas kontrol; (b) melakukan pembelajaran dengan model *flipped learning* di kelas eksperimen dan pembelajaran konvensional di kelas kontrol; (c) menilai aktivitas peserta didik; (d) dan melakukan postes untuk mengukur keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik di kelas eksperimen dan kelas kontrol.

3.6.4 Menganalisis data

Pada tahap ini menganalisis data utama dan data pendukung. Data utama berupa skor pretes dan postes HOTs peserta didik, data pendukung berupa data aktivitas peserta didik. Setelah itu, dilakukan pengujian hipotesis dengan melakukan uji normalitas, uji homogenitas, uji t, dan menarik kesimpulan.



Gambar 9. Diagram alir penelitian

3.6.5 Menyusun laporan

Tahap membuat laporan ini merupakan tahap akhir dalam sebuah penelitian.

Laporan yang dibuat oleh peneliti berisi hasil penelitian secara tertulis. Adapun langkah-langkah penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir yang disajikan pada Gambar 9.

3.7 Analisis Data dan Pengujian Hipotesis

3.7.1 Analisis Data

Data pada penelitian ini adalah data kuantitatif. Analisis data ini bertujuan membeikan makna dari data kuantitatif yang telah didapatkan untuk menarik kesimpulan yang berkaitan dengan masalah, tujuan dan hipotesis dari penelitian ini. Dalam penelitian ini dilakukan analisis data terhadap data utama dan data pendukung.

1. Analisis data utama

Data yang diperoleh pada penelitian ini adalah skor tes keterampilan berpikir tingkat tinggi sebelum penerapan pembelajaran (pretes) dan skor tes keterampilan berpikir tingkat tinggi setelah penerapan pembelajaran (postes).

- a) Perhitungan % skor pretes postes keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik

Data yang diperoleh adalah skor pretes dan skor postes keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik dengan rumus sebagai berikut.

$$\% \text{ skor pretes atau postes peserta didik} = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor maksimum}} \times 100 \%$$

- b) Perhitungan *n-gain* peserta didik

Adapun data skor pretes dan postes yang diperoleh digunakan untuk menghitung *n-gain* dengan rumus *n-gain* (Hake, 1998) sebagai berikut.

$$n\text{-gain} = \frac{(\text{skor postes})\% - (\text{skor pretes})\%}{(\text{skor ideal})\% - (\text{skor pretes})\%}$$

- c) Perhitungan rata-rata *n-gain* keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik
Perhitungan rata-rata *n-gain* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dirumuskan sebagai berikut.

$$\text{Rata-rata } n\text{-gain kelas} = \frac{\text{jumlah } n\text{-gain seluruh peserta didik}}{\text{Jumlah seluruh peserta didik}}$$

d) Perhitungan rata-rata *n-gain* tiap indikator keterampilan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$n\text{-gain menganalisis} = \frac{\sum n\text{-gain seluruh peserta didik keterampilan menganalisis}}{\text{jumlah seluruh peserta didik}}$$

$$n\text{-gain mengevaluasi} = \frac{\sum n\text{-gain seluruh peserta didik keterampilan mengevaluasi}}{\text{jumlah seluruh peserta didik}}$$

Hasil perhitungan *n-gain* rata rata kemudian diinterpretasikan dengan menggunakan kriteria dari Hake (1998). Kriteria pengklasifikasian *n-gain* menurut Hake dapat dilihat seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Klasifikasi *n-gain*

Besarnya <i>n-gain</i>	Interpretasi
$n\text{-gain} \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq n\text{-gain} < 0,7$	Sedang
$n\text{-gain} < 0,3$	Rendah

2. Analisis data pendukung

Data pendukung yang dianalisis dalam penelitian ini adalah penilaian aktivitas peserta didik. Aktivitas peserta didik yang diamati dalam proses pembelajaran pada saat *in class* yaitu bertanya, menjawab pertanyaan, bekerjasama dengan kelompok, dan mempresentasikan hasil. Adapun langkah-langkah terhadap data aktivitas peserta didik yaitu sebagai berikut:

a. Analisis terhadap aktivitas peserta didik dilakukan dengan menghitung persentase masing-masing aktivitas untuk setiap pertemuan dengan rumus:

$$\% \text{ peserta didik pada aktivitas } i = \frac{\sum \text{peserta didik yang melakukan aktivitas } i}{\sum \text{peserta didik}} \times 100\%$$

Keterangan:

i : aktivitas peserta didik yang diamati dalam pembelajaran

b. Menghitung rata-rata persentase aktivitas peserta didik setiap pertemuan pada semua aspek yang diamati

Rata-rata % aktivitas peserta didik pada tiap pertemuan =

$$\frac{\sum \% \text{ aktivitas peserta didik pada aktivitas } i}{n}$$

Keterangan:

i = aktivitas peserta didik yang diamati dalam pembelajaran

n = jumlah aspek yang diamati

- c. Menafsirkan data dengan tafsiran persentase aktivitas peserta didik menurut Yonny et al., (2010) seperti pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Kriteria aktivitas peserta didik

Persentase (%)	Kriteria
75% – 100%	Sangat Tinggi
50% – 74,99%	Tinggi
25% – 49,99%	Sedang
0,0% – 24,99%	Rendah

3.7.2 Pengujian Hipotesis

Uji hipotesis dilakukan untuk mengetahui hipotesis yang diajukan pada penelitian ini diterima atau ditolak dan juga untuk mengetahui kesimpulan yang diperoleh dapat berlaku pada populasi atau tidak. Pengujian hipotesis yang digunakan adalah uji perbedaan dua rata-rata yang memiliki uji prasyarat berupa uji normalitas dan uji homogenitas.

1) Uji normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah data dari sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal atau tidak dan untuk menentukan uji selanjutnya apakah menggunakan uji statistik parametrik atau non parametrik. Uji normalitas pada penelitian ini menggunakan uji *Kolmogorov-smirnov* dengan menggunakan SPSS versi 25.00.

Hipotesis untuk uji normalitas:

Hipotesis : H_0 : Sampel berasal dari populasi yang terdistribusi normal

H_1 : Sampel berasal dari populasi yang tidak terdistribusi normal

(Sudjana, 2005)

Adapun ketentuan kriteria uji normalitas menggunakan SPSS menurut Misbahuddin dan Hasan (2013) adalah sebagai berikut:

- a) Nilai signifikan atau nilai probabilitas $\leq 0,05$ maka data berdistribusi tidak normal.
- b) Nilai signifikan atau nilai probabilitas $> 0,05$ maka data berdistribusi normal.

2) Uji homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui apakah kedua kelas penelitian mempunyai varians yang sama (varians yang homogen) atau sebaliknya. Uji homogenitas pada penelitian ini menggunakan uji *Levene Statistic* dengan menggunakan SPSS versi 25.00.

Hipotesis untuk uji homogenitas:

$H_0 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2$: kedua kelas penelitian memiliki varians yang homogen

$H_1 = \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$: kedua kelas penelitian memiliki varians yang tidak homogen

Adapun ketentuan kriteria uji menggunakan SPSS yaitu terima H_0 jika nilai sig. $> 0,05$ dan tolak H_0 jika nilai sig. $< 0,05$.

3) Uji perbedaan dua rata-rata

Hasil uji normalitas dan homogenitas didapatkan bahwa data berdistribusi normal dan homogen, maka uji perbedaan dua rata-rata pada penelitian ini menggunakan uji *independent sample t-test*. *Independent sample t-test* dilakukan untuk mengetahui perlakuan terhadap sampel dengan membandingkan *n-gain* secara signifikan antara kelas eksperimen yang menggunakan model *flipped learning*, dengan kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional.

Rumusan hipotesis untuk uji perbedaan dua rata-rata adalah sebagai berikut:

$H_0 = \mu_1 \leq \mu_2$: Rata-rata *n-gain* keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik di kelas eksperimen lebih rendah atau sama dengan rata-rata *n-gain* keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik di kelas kontrol.

$H_1 = \mu_1 > \mu_2$: Rata-rata *n-gain* keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik di kelas eksperimen lebih tinggi daripada rata-rata *n-gain* keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik di kelas kontrol.

Keterangan:

μ_1 = Rata-rata *n-gain* keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik pada materi bentuk molekul pada kelas eksperimen.

μ_2 = Rata-rata *n-gain* keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik pada materi bentuk molekul pada kelas kontrol

Uji perbedaan dua rata-rata pada penelitian ini dilakukan menggunakan SPSS *statistic* versi 25.00. Adapun ketentuan kriteria uji menggunakan SPSS yaitu terima H_0 jika nilai sig. > 0,05 dan tolak H_0 jika nilai sig. < 0,05.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil analisis data pada penelitian ini, menunjukkan bahwa rata-rata *n-gain* keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik di kelas eksperimen secara signifikan lebih tinggi dibandingkan rata-rata *n-gain* keterampilan berpikir tingkat tinggi di kelas kontrol. Rata-rata *n-gain* keterampilan berpikir tingkat tinggi di kelas yang eksperimen yang menggunakan model *flipped learning*, yaitu sebesar 0,50, sedangkan pada kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional sebesar 0,25. Pada aktivitas peserta didik pertemuan pertama sampai pertemuan ketiga mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan bahwa model *flipped learning* efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik pada materi bentuk molekul berbantuan visualisasi molekul 3D

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka disarankan bagi peneliti lain ataupun guru yang akan menggunakan model *flipped learning* berbantuan visualisasi molekul 3D dapat digunakan pada materi bentuk molekul karena telah terbukti efektif meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik, serta bagi calon peneliti lain yang akan melakukan penelitian dengan menggunakan model *flipped learning*, diharapkan untuk lebih memperhatikan dalam mengelola waktu dan kemampuan teknologi agar pembelajaran dapat berlangsung dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abraham, M., Varghese, V., & Tang H. 2010. Using Molekular Representation to aid Student understanding of stereomical concepts. *Journal of Chemical Education*. 87(12), 1425-1429.
- Anderson, L.W & Krathwohl, D. R. 2001. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Allyn dan Bacon. New York: Addison Wesley Longman.
- Arikunto, S. 2002. *Metodologi Penelitian Suatu Pendekatan Proposal*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Arikunto, S. 2013. *Metode Penelitian Kualitatif*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Becker, B. W. 2013. Start flipping out with guide on the side. *Behavioral & Social Sciences Librarian*. 32(4). 257-260.
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. 1956. *Taxonomy of Educational Objectives: Handbook I: Cognitive Domain*. New York: David McKay.
- Carrie, A., Bredow, P, V., Roehling A, J., Knorp A, M., Sweet. 2021. To Flip or Not to Flip? A Meta-Analysis of the Efficacy of Flipped Learning in Higher Education. *Review of Educational Research* Month 202X, Vol. XX, No. X, pp. 1–41
- Daryanto. 2010. *Media Pembelajaran*. Yogyakarta: Gava Media.
- Ernawati, D. 2016. Pengembangan Bahan Ajar Hidrokarbon Dengan Ilustrasi 3 Dimensi (3d) Berbasis Augmented Reality (AR) Sebagai Materi Pengayaan Peserta didik SMA/Sederajat. (*Skripsi*). Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.
- Fadiawati, N., & Syamsuri, M. M. F. 2016. *Merancang Pembelajaran Kimia di Sekolah*. Yogyakarta: Media Akademi.
- Farida, R., Alba, A., Kurniawan, R., & Zainuddin, Z. 2019. Pengembangan Model Pembelajaran Flipped Classroom Dengan Taksonomi Bloom Pada Mata Kuliah Sistem Politik. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 07(02), 104–122.

- Feby A.K. 2022. Efektivitas Pembelajaran Flipped Learning Pada Materi Sistem Hormon Untuk Meningkatkan Kemampuan Solving. (*Skripsi*). Universitas Pasundan. Bandung
- Fitri, C. U. L. 2020. Pengembangan Virtual Book Pada Materi bentuk molekul Di Mas Ulummudin Kota LHOKSEUMAWE. (*Skripsi*). Universitas Islam Negri AR-RANIRY. Banda Aceh.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E. & Hyun, H. H. 2012. *How to Design and Evaluate Research In Education Eighth Edition*. The McGraw-Hill Companies. New York.
- Fulton, K. P. 2012. 10 Reasons to Flip. *New Styles of Instruction*, 94(2), 20-24.
- Ghazivakili, Z., Norouzi Nia, R., Panahi, F., Karimi, M., Gholsorkhi, H., & Ahmadi, Z. 2014. The Role of Critical Thinking Skills and Learning Styles of University Students in Their Academic Performance. *Journal of Advances in Medical Education & Professionalism*, 2(3), 95–102.
- Gunn, T.M., Grigg, L.M., Pohamac, G.A. 2007. *Critical Thinking in Science Education: Can Bioethical Issues and Questioning Strategies Increase Scientific Understanding*. Letbridge: University of Letbridge.
- Hahre, W.J., Nelson, J.E., & Shusterman, A.J. 1998. *The Molecular Modeling Workbook for Organic Chemistry*. Irvine: Wavefunction, Inc
- Hakim, Y.E., & Rahman. 2023. 21st Century Learning Based on 4C Skills (Critical Thinking, Communication, Collaboration and Creativity and Innovation) Against Literacy Culture in Elementary Schools. *Proceeding The 5th International Conference on Elementary Education*, 5(1), 721-735.
- Hake, R. R. 1998. Interactive-engagement versus traditional methods: A sixthousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 67–74.
- Hamid, A., & Hadi, M. S. 2020. Desain Pembelajaran Flipped Learning sebagai Solusi Model Pembelajaran PAI Abad 21. *Quality*, 8(1), 149-164.
- 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.
- Heong, Y. M., Othman, W. B., Yunos, J. B. M., Kiong, T. T., Hassan, R. Bin, & Mohamad, M. M. B. 2011. The Level Of Marzano Higher Order Thinking

- Skills among Technical Education Students. *International Journal Of Social Science And Humanity*, 1(2), 121–125.
- Jamun, Y. M. 2018. Dampak Teknologi Terhadap Pendidikan. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan Missio*, 10(1), 48-52.
- Komala, R , Lestari, D, P., Ichsan, I, Z. 2020. Group Investigation Model in Environmental Learning: An Effect for Students' Higher Order Thinking Skills. *Universal Journal of Educational Research* 8(4A): 9-14,
- Krathwohl, D. R. A . 2002. Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. *Theory Pract.*, 41(4), 212–218.
- Miterianifa, Ashadi, Sulisty S, Suciati. 2021. *Higher Order Thinking Skills in the 21st Century: Critical Thinking*. Natural Science Education Department, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia.
- Muhartono, D. S., Wahyuni, S., Umiyati, S., Azhar, A. W., & Irawati, I. 2023. Evaluasi Pelaksanaan Kebijakan Kurikulum Merdeka Belajar Dalam Rangka Peningkatan Hasil Belajar. *Publiciana*, 16(1).
- Nisa, A., & Dwiningsih, K. 2022. Analisis Hasil Belajar Peserta Didik Melalui Media Visualisasi Geometri Molekul Berbasis Mobile Virtual Reality (MVR). *PENDIPA Journal of Science Education*, 6(1), 135–142.
- Novitasari, D. 2022. Peningkatan Hasil Belajar Materi Hidrokarbon Melalui Penggunaan Software Chemdraw Di SMKN 1 BP Bangsa Raja. *Jurnal Inovasi Keguruan dan Ilmu Pendidikan*, 2(3), 275-283.
- OECD, PISA. 2022. *PISA Result Comparing Countries and Economies in Mathematics, Reading, Science*. Diakses pada 30 Mei 2024.
- Permana, T. I., Hindun, I., Rofi'ah, N. L., & Azizah, A. S. N. 2019. Critical Thinking Skills: The Academic Ability, Mastering Concepts and Analytical Skill of Undergraduate Students. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 5(1), 1–8.
- Permendikbudristek No. 5. 2022. *Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 008/H/Kr/2022 Tentang Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Me*. https://kurikulum.kemdikbud.go.id/wp-content/unduh/CP_2022.pdf
- Pietikainen, O. 2018. *VRChem: A molecular modeling software for Virtual Reality*. Finland.

- Pratiwi, S. N., Cari, C., & Aminah, N. S. 2019. Pembelajaran IPA Abad 21 Dengan Literasi Sains Peserta didik. *Jurnal Materi Dan Pembelajaran Fisika (JMPF)*, 9(1), 34–42.
- Pusat Penilaian Pendidikan, 2019. *Panduan Penulisan Soal HOTS-Higher Order Thinking Skills*. Jakarta: Pusat Penilaian Pendidikan.
- Rahman, S. F. A., Yunus, M. M., & Hashim, H. (2020). A technology acceptance model (TAM): Malaysian ESL lecturers' attitude in adapting flipped learning. *Malaysian Education Journal*, 44(3), 43-54.
- Redhana, I. W. (2019). Mengembangkan Keterampilan Abad Ke-21 Dalam Pembelajaran Kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1), 2239–2253.
- Reidsema, C., Kavanagh, L., Hadgraft, R., & Smith N. 2017. *The Flipped Classroom Practice and Practices in Higher Education*. Springer. Singapore.
- Rosnawati, R. 2013. *Asesmen Formatif Informal Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Matematika SMP*. Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Saefuddin, A & Berdiati, I. 2014. *Pembelajaran Efektif*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Sa'dijah, C., Murtafiah, W., Anwar, L., Nurhakiki, R., & Cahyowati, E. T. D. 2021. Teaching Higher Order Thinking Skills in Mathematics Classrooms: Gender Differences. *Journal on Mathematics Education*, 12(1), 159–180.
- Saido, G. M., Siraj, S., Nordin, A. B. B., Al-Amedy, O. S. 2015. Higher Order Thinking Skills Among Secondary School Students in Science Learning. *The Malaysian Online Journal of Educational Science (MOJES)*. 3(3).
- Saputra, M. E. A., & Mujib, M. 2018. Efektivitas Model *Flipped Classroom* Menggunakan Video Pembelajaran Matematika terhadap Pemahaman Konsep Desimal: *Jurnal Matematika*, 1(2), 173.
- Satish, C.J. & Mahendran, A. 2019. The Effect of 3D Visualization on Mainframe Application Maintenance: A Controlled Experiment. *Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences*, 31(3), 403- 41
- 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.
- Sudjana. 2005. *Metode Statistika*. Tarsito. Bandung.

- Susanti, L., & Hamama-Pitra, D. A. 2019. Flipped classroom sebagai strategi pembelajaran pada era digital. *Health & Medical Journal*, 1(2), 54–58.
- Thayban, T., Kurniawati, E., Munandar, H. 2023. Representasional Competence(RC) dalam Kimia: Menyelidiki Korelasinya dengan Pemahaman Geometri Molekul. *Jurnal normalita*. 11(3), 485-492.
- Trilling, B., & Fadel, C. 2009. *21st Century Skills: Learning For Life In Our Times*. San Francisco: Jossey Bass A Wiley Imprint.
- Wiginton, L. B. 2013. Flipped Instruction: an Investigation into the Effect of Learning Environment on Students Self-efficacy, Learning style, and Academic Achievement in an Algebra I Classroom. [Thesis]. USA: *The University of Alabama*
- Wiley, K., & Gardner, A. 2013. *Flipping your Classroom without Flipping Out. Proceedings of 41st SEFI Conference*. Leuven. Belgium.
- Yasmin, A, D., & Yoto. 2023. AR-Learning: Media pembelajaran berbasis Mobile dengan Visualisasi 3 Dimensi Sebagai Upaya untuk Meningkatkan Critical Thinking Peserta didik. *Jurnal Kependidikan*, 12(4). Malang, Indonesia.
- Yonny, A., Kunthi, A. S., Hery Purwanto, & Qoni. (2010). *Menyusun Penelitian Tindakan Kelas*. Yogyakarta: Familia.
- Yuniarti, Lia., & Suyanta. 2023. Differentiating Instruction in Inquiry-Based Learning to Assess Science Process Skills. *International Conference on Education & Education of Social Sciences*. 205-212.
- 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).
- Zaini, M. 2015. Hasil Belajar dan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Peserta didik SMA pada Pembelajaran Biologi Menggunakan Model Pembelajaran Berdasarkan Masalah. *Jurnal Pendidikan Biologi*. 20 (207).