

**EFEKTIVITAS MODEL *FLIPPED CLASSROOM* BERBANTUAN
VISUALISASI 3D PADA MATERI ALKOHOL DAN ETER UNTUK
MENINGKATKAN KETERAMPILAN
MENGOMUNIKASIKAN**

(Skripsi)

Oleh

**HAYA LUTFIA AMANI
NPM 2113023053**



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

**EFEKTIVITAS MODEL *FLIPPED CLASSROOM* BERBANTUAN
VISUALISASI 3D PADA MATERI ALKOHOL DAN ETHER UNTUK
MENINGKATKAN KETERAMPILAN
MENGOMUNIKASIKAN**

Oleh

Haya Lutfia Amani

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
2025**

ABSTRAK

EFEKTIVITAS MODEL *FLIPPED CLASSROOM* BERBANTUAN VISUALISASI 3D PADA MATERI ALKOHOL DAN ETER UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN MENGOMUNIKASIKAN

Oleh

HAYA LUTFIA AMANI

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan efektivitas model *flipped classroom* berbantuan visualisasi 3D pada materi alkohol dan eter untuk meningkatkan keterampilan mengomunikasikan. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XII Minat di SMA Negeri 10 Bandar Lampung Tahun Ajaran 2024/2025 yang terdiri dari tiga kelas dan berjumlah 108 siswa. Pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling* yaitu kelas XII Minat 2 sebagai kelas eksperimen dan kelas XII Minat 3 sebagai kelas kontrol. Pada kelas eksperimen diterapkan model *flipped classroom* berbantuan visualisasi 3D dan kelas kontrol diterapkan pembelajaran konvensional. Penelitian ini merupakan *quasi experimental* dengan *pretest-posttest control grup design*. Instrumen yang digunakan berupa instrumen pretes dan postes keterampilan mengomunikasikan dan lembar observasi aktivitas siswa. Teknik analisis data yang digunakan adalah uji perbedaan dua rata-rata dengan uji *independent samples t-test*. Hasil uji *independent samples t-test* menunjukkan bahwa rata-rata *n-gain* keterampilan mengomunikasikan siswa pada kelas eksperimen sebesar 0,75 yang berkriteria tinggi daripada kelas kontrol. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa model *flipped classroom* berbantuan visualisasi 3D pada materi alkohol dan eter efektif untuk meningkatkan keterampilan mengomunikasikan.

Kata Kunci: alkohol dan eter, *flipped classroom*, keterampilan mengomunikasikan

ABSTRACT

EFFECTIVENESS FLIPPED CLASSROOM MODEL ASSISTED BY 3D VISUALIZATION ON ALCOHOL AND ETHER MATERIAL TO IMPROVE COMMUNICATION SKILLS COMMUNICATE

By

HAYA LUTFIA AMANI

This study aims to describe the effectiveness of the flipped classroom model assisted by 3D visualization on alcohol and ether material to improve communication skills. The population in this study was all 12th grade students at SMA Negeri 10 Bandar Lampung in the 2024/2025 academic year, consisting of three classes and a total of 108 students. The sampling technique used in this study was purposive sampling, with Grade XII Interest Class 2 as the experimental class and Grade XII Interest Class 3 as the control class. The flipped classroom model assisted by 3D visualization was applied in the experimental class, while conventional learning was applied in the control class. This study is a quasi-experimental study with a pretest-posttest control group design. The instruments used were pretest and posttest instruments for communication skills and observation sheets for student activities. The data analysis technique used was the independent samples t-test to compare the two means. The results of the independent samples t-test showed that the average n-gain in communication skills of students in the experimental class was 0.75, which was higher than that of the control class. Based on this, it can be concluded that the flipped classroom model assisted by 3D visualization on alcohol and ether material is effective in improving communication skills.

Keywords: alcohol and ether, flipped classroom, communication skills

Judul Skripsi

: **EFEKTIVITAS MODEL *FLIPPED*
CLASSROOM BERBANTUAN
VISUALISASI 3D PADA MATERI
ALKOHOL DAN ETER UNTUK
MENINGKATKAN KETERAMPILAN
MENGOMUNIKASIKAN**

Nama Mahasiswa

: **Haya Lutfia Amani**

No. Pokok Mahasiswa

: 2113023053

Program studi

: Pendidikan Kimia

Jurusan

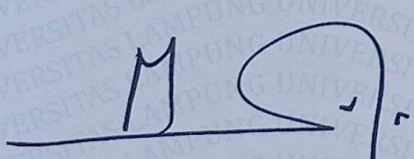
: Pendidikan MIPA

Fakultas

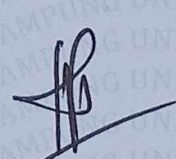
: Keguruan dan Ilmu Pendidikan

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

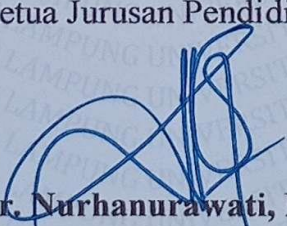

Dr. M. Setyarini, M.Si.

NIP 19670511 199103 2 001


Lisa Tania, S.Pd., M.Sc.

NIP 19860728 200812 2 001

2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

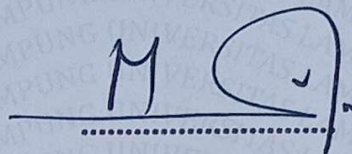

Dr. Nurhanurawati, M.Pd.

NIP 19670808 199103 2 001

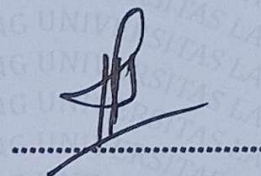
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

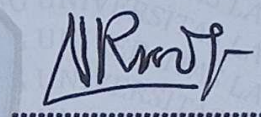
Ketua : **Dr. M. Setyarini, M.Si.**



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



Penguji
Bukan Pembimbing : **Dra. Ila Rosilawati, M.Si.**



2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Dr. Elhet Maydiantoro, M.Pd.
NIP. 19870504 201404 1 001



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **24 Juni 2025**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Haya Lutfia Amani
No. Pokok Mahasiswa : 2113023053
Program studi : Pendidikan Kimia
Jurusan : Pendidikan MIPA

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

Apabila ternyata kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya akan bertanggung jawab sepenuhnya.

Bandar Lampung, 24 Juni 2025
Yang Menyatakan



Haya Lutfia Amani
NPM 2113023053

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Dipasena Agung pada tanggal 4 Juni 2003 Kec. Rawa Jitu Timur, Kab. Tulang Bawang sebagai anak ketiga dari tiga bersaudara, dari pasangan bapak Aminoto dan ibu Fatimah. Pendidikan formal diawali di PAUD Alamanda lulus pada tahun 2009, kemudian pada tahun 2009 melanjutkan pendidikan di SD Negeri 1 Gisting Bawah lulus tahun 2015, kemudian melanjutkan pendidikan di SMP Mummadiyah 1 Gisting dan lulus pada tahun 2018, lalu melanjutkan pendidikan di SMA Muhammadiyah Gisting dan lulus pada tahun 2021.

Pada tahun 2021, penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam beberapa organisasi internal yaitu pada tahun 2021 menjadi anggota bidang Kaderisasi Forum Silaturahmi Mahasiswa Pendidikan Kimia (Fosmaki) dan anggota bidang Dana dan Usaha Himpunan Mahasiswa Pendidikan Eksakta (Himasakta). Penulis pernah menjadi asisten praktikum Kimia Pemisahan Analitik pada tahun 2024.

Pada Desember 2023, penulis melaksanakan Pengenalan Lingkungan Persekolahan (PLP) di SDN Banjar Agung dan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Banjar Agung Kecamatan Jati Agung Kabupaten Lampung Selatan.

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan Alhamdulillah rabbil'alamin puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya yang diberikan dalam setiap langkah sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Dengan segala ketulusan hati sebagai terimakasihku, saya persembahkan skripsi ini untuk:

Ayah dan Ibuku

(Ayah Aminoto dan Ibu Fatimah)

”Terima kasih telah membesarkanku dengan penuh cinta dan tulus, yang selalu mengiringi setiap perjalanan ini dengan doa yang tak pernah putus serta dukungan moral dan materiil yang begitu besar. Terima kasih telah membimbingku dengan kesabaran, keteguhan hati, dan ketulusan yang tak tergantikan. Semoga Allah senantiasa melimpahkan kesehatan, kebahagiaan, dan keberkahan dalam hidup kalian”.

Kedua Kakakku

(Yassinta Afriliana dan Qorri Indah Saputri)

”Terima kasih atas doa dan dukungan kalian yang selalu meyakinku. Semoga setiap langkah baik kalian selalu diiringi ridha dan kemudahan dari-Nya”

Para Pendidikku

(Guru dan Dosen)

“Terima kasih atas ilmu, bimbingan, dan ketulusan yang telah diberikan, sehingga aku dapat tumbuh, belajar, dan menyelesaikan studi ini dengan baik”.

Para Sahabatku

“Terima kasih atas kebersamaan, dukungan, dan tawa yang menguatkan hingga akhir perjuangan ini”.

Almamaterku Tercinta Universitas Lampung

MOTTO

”Selalu ada harga dalam sebuah proses. Nikmati saja lelah lelah itu. Lebarkan lagi rasa sabar itu. Semua yang kau investasikan untuk menjadikan dirimu serupa yang kau impikan. mungkin tidak akan selalu berjalan lancar. Tapi gelombang gelombang itu yang nanti bisa kau ceritakan"

(Boy Chandra)

”Orang lain ga akan paham *stuggle* dan masa sulitnya kita, yang mereka ingin tahu hanya bagian *succes* storiesnya. Berjuanglah untuk diri sendiri walaupun tidak ada yang tepuk tangan, kelak diri kita di masa depan akan sangat bangga dengan apa yang kita perjuangkan hari ini. Apapun yang terjadi, pulanglah sebagai sarjana”

(Anonim)

SANWACANA

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya yang diberikan dalam setiap langkah sehingga dapat diselesaikan skripsi ini yang berjudul “Efektivitas Model *Flipped Classroom* Berbantuan Visualisasi 3D pada Materi Alkohol dan Eter untuk Meningkatkan Keterampilan Mengomunikasikan” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung;
2. Ibu Dr. Nurhanurawati, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam;
3. Ibu Dr. M. Setyarini, M.Si., selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Kimia sekaligus Pembimbing 1 atas kesediaan, keikhlasan, dan kesabarannya dalam memberikan motivasi, bimbingan, pengarahan, saran, dan kritik dalam proses perbaikan serta penyelesaian skripsi ini;
4. Ibu Lisa Tania, S.Pd., M.Sc., selaku Pembimbing II atas kesediaan dan kesabarannya dalam memberikan bimbingan, pengarahan, saran selama proses penyusunan skripsi ini;
5. Ibu Dra. Ila Rosilawati, M.Si., selaku Pembahas yang telah memberikan saran dan perbaikan dalam penyusunan skripsi ini;
6. Bapak dan Ibu dosen serta Staf Jurusan PMIPA, khususnya di Program Studi Pendidikan Kimia;
7. Ibu Diah Rahmawati, S.Pd, Gr., selaku guru pamong di SMA Negeri 10 Bandar Lampung atas kesediaan, bantuan dan kerjasamanya selama penelitian berlangsung;
8. Ayah, Ibu, kedua kakakku, mamasku, dan kedua keponakanku atas dukungan serta doa yang diberikan untuk menyelesaikan skripsi ini;

9. Rekan tim skripsi dan penelitian Andhea Febiola dan Dinda Aulia atas kebersamaan, dukungan, saran, dalam menyusun skripsi ini;
10. Sahabatku Tia Amelia dan Anggi Anita Putri, terima kasih untuk setiap warna, canda dan tawa, doa, dukungan, semangat serta berbagi suka-duka selama awal masa perkuliahan hingga sampai saat ini;
11. Muhammad Zaky Mubarak yang selalu memberikan semangat, dukungan moral, serta doa yang tak henti-hentinya selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih telah menjadi sumber motivasi di saat penulis merasa lelah dan ingin menyerah;
12. Teman-temanku Hafsah, Utari, Dewi, Kartika, Siska, Indri, Syukri, Veni, Nanda, Melda, Hasna, Nengah, Bitu, Nazma, Aninda, Zakia, Ririn, Syifa dan Fina atas dukungan dan bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini;
13. Teman-teman seperjuanganku Pendidikan Kimia 2021 yang telah banyak membantu dan memberi semangat dan saling membantu selama menempuh pendidikan di Universitas Lampung;
14. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan, doa, dan dukungan yang telah diberikan oleh semua pihak yang terlibat dalam proses ini. Semoga skripsi ini dapat membantu dan bisa menjadi bermanfaat bagi kita semua.

Bandarlampung, 24 Juni 2025

Penulis

Haya Lutfia Amani

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	5
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian	5
E. Ruang Lingkup Penelitian.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Model <i>Flipped Classroom</i>	7
B. Peranan Visualisasi 3D dalam Pembelajaran Kimia.....	10
C. <i>Software Avogadro</i>	11
D. Keterampilan Mengomunikasikan	15
E. Penelitian Relevan	17
F. Kerangka Pemikiran.....	18
G. Anggapan Dasar.....	20
H. Hipotesis Penelitian	20
III. METODE PENELITIAN	21
A. Populasi dan Sampel	21
B. Desain Penelitian	21
C. Variabel Penelitian.....	22
D. Jenis dan Sumber Data Penelitian.....	22
E. Perangkat Pembelajaran dan Instrumen Penelitian.....	22
F. Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	23

G. Analisis Data.....	26
H. Pengujian Hipotesis	27
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	29
A. Hasil Penelitian	29
B. Pembahasan.....	35
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	51
A. Simpulan	51
B. Saran	51
DAFTAR PUSTAKA.....	52
LAMPIRAN.....	57
1. Penggunaan <i>Software Avogadro</i>	58
2. Lembar Kerja Peserta Didik.....	68
3. Modul Ajar Kurikulum Merdeka	90
4. Kisi-Kisi Pretes dan Postes Keterampilan Mengomunikasikan.....	104
5. Soal Pretes dan Postes.....	107
6. Rubrik Penskoran Pretes dan Postes Keterampilan Mengomunikasikan.....	111
7. Lembar Observasi Aktivitas Siswa	119
8. Data Aktivitas Siswa Kelas Eksperimen.....	121
9. Data Skor Pretes dan Postes Keterampilan Mengomunikasikan	123
10. Perhitungan <i>n-gain</i> Keterampilan Mengomunikasikan	131
11. Hasil <i>Output</i> Uji Hipotesis.....	133
12. Dokumentasi	135
13. Surat Balasan telah Menyelesaikan Penelitian	136

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. <i>Tools</i> pada <i>software Avogadro</i>	12
2. Jenis KPS dan indikatornya.....	16
3. Penelitian yang relevan	17
4. Desain penelitian <i>pretest-posttest control grup design</i>	21
5. Kriteria indeks <i>n-gain</i>	26
6. Kriteria aktivitas siswa	27
7. Hasil uji normalitas terhadap <i>n-gain</i> keterampilan mengomunikasikan	32
8. Hasil uji homogenitas terhadap <i>n-gain</i> keterampilan mengomunikasikan	33
9. Hasil uji perbedaan dua rata-rata terhadap <i>n-gain</i> keterampilan mengomunikasikan.....	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tampilan antarmuka <i>software Avogadro</i>	11
2. Visualisasi 3D molekul metanol dan metoksimetana	13
3. Tampilan <i>molecule properties</i> molekul metanol dan metoksimetana	13
4. Tampilan <i>bond properties</i> molekul metanol	14
5. Tampilan <i>bond properties</i> molekul metoksimetana.....	14
6. Tampilan <i>angle properties</i> molekul metanol	15
7. Tampilan <i>angle properties</i> molekul metoksimetana.....	15
8. Diagram alir penelitian.....	25
9. Rata-rata skor pretes dan postes keterampilan mengomunikasikan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol	29
10. Rata-rata <i>n-gain</i> keterampilan mengomunikasikan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.....	30
11. Rata-rata <i>n-gain</i> setiap indikator keterampilan mengomunikasikan.....	31
12. Rata-rata persentase aktivitas siswa pada pertemuan 1 dan 2 kelas eksperimen	34
13. Rata-rata persentase aktivitas siswa berdasarkan aspek yang diamati tiap pertemuan.....	35
14. Panduan penggunaan <i>software Avogadro</i>	36
15. Wacana atau fenomena yang digunakan dalam pembelajaran di luar kelas (<i>pre-class</i>) LKPD 1.	38
16. Forum diskusi pertemuan pertama.....	39
17. Forum diskusi pertemuan kedua.	40
18. Jawaban siswa tahap mengumpulkan data yang ditulis pada LKPD 1	41
19. Jawaban yang ditulis siswa pada tahap mengasosiasi LKPD 1.	42
20. Jawaban siswa pada LKPD 1 pada tahap mengumpulkan data.	43
21. Jawaban siswa pada LKPD 2 pada tahap mengumpulkan data.	44
22. Jawaban siswa pada LKPD 2 pada tahap mengasosiasi.	45

23. Jawaban yang diberikan oleh siswa pada LKPD 2 tahap mengasosiasi.	46
24. Jawaban tahap mengasosiasi yang ditulis siswa pada LKPD 2.	47
25. Jawaban yang ditulis siswa pada tahap mengasosiasi LKPD 1.	48
26. Jawaban yang ditulis siswa pada tahap mengasosiasi LKPD 2.	49

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Ilmu kimia terdiri dari dua bagian utama, yaitu kimia sebagai produk dan kimia sebagai proses. Kimia sebagai produk mencakup sekumpulan pengetahuan yang terdiri atas fakta, asas, konsep, teori, serta prinsip-prinsip kimia. Sementara itu, kimia sebagai proses melibatkan keterampilan dan sikap ilmiah yang dimiliki oleh para ilmuwan untuk memperoleh dan mengembangkan pengetahuan kimia (Chang, 2005). Pembelajaran kimia erat kaitannya dengan proses ilmiah yang mencakup cara berpikir, sikap, dan langkah-langkah kegiatan ilmiah (Trowbridge & Bybee, 1990). Salah satu keterampilan yang mendukung proses ilmiah adalah Keterampilan Proses Sains (KPS). KPS adalah semua kemampuan yang diperlukan untuk memperoleh, mengembangkan, dan menerapkan konsep, prinsip, hukum dan teori sains baik berupa kemampuan mental, fisik, maupun kegiatan sosial dalam kegiatan pembelajaran (Yulianti, 2016). Salah satu keterampilan dalam KPS yang harus dimiliki siswa adalah mengomunikasikan (Rustaman, 2005).

Keterampilan mengomunikasikan merupakan kemampuan seseorang untuk menyampaikan pesan atau mengirim pesan kepada orang lain (Cangara, 1998). Menurut Rustaman (2005) indikator keterampilan mengomunikasikan meliputi membaca gambar, tabel, grafik, dan mengubah bentuk penyajian. Keterampilan mengomunikasikan sangat penting karena setiap orang mempunyai kebutuhan untuk mengemukakan ide, membantu dalam proses penyusunan pikiran, dan juga merupakan dasar untuk memecahkan masalah. Keterampilan mengomunikasikan juga berperan penting bagi siswa untuk mencapai keberhasilan dalam belajar. Dengan keterampilan mengomunikasikan, siswa akan mudah mengomunikasikan berbagai hal yang menyangkut materi pembelajaran, baik secara lisan maupun

tulisan (Rambe dkk., 2022). Apabila keterampilan mengomunikasikan siswa rendah maka akan berdampak seperti tidak mampu untuk mengajukan pertanyaan, mengemukakan pendapat, gagasan atau ide, dan menyampaikan informasi dengan jelas (Marfuah, 2017).

Berdasarkan hasil studi komparatif yang dilakukan PISA-OECD (*Programme for International Student Assessment-Organization for Economic Cooperation and Development*) pada tahun 2022, peserta didik di Indonesia memperoleh skor pada kemampuan sains 383 poin, turun dibandingkan hasil penilaian PISA pada tahun 2015-2018. Skor tersebut juga jauh di bawah rata-rata negara anggota OECD yang kisarannya yaitu 483-488 poin. Pencapaian hasil tes tersebut menempatkan Indonesia berada pada peringkat ke-67 dari 81 negara peserta PISA (State, 2023). Penilaian kinerja peserta didik dalam bidang sains mencakup empat aspek yaitu konteks, pengetahuan, kompetensi dan sikap. Pada aspek kompetensi yang dinilai adalah kemampuan untuk menjelaskan fenomena ilmiah, mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah, serta menafsirkan data dan bukti secara ilmiah (OECD, 2023).

Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa keterampilan proses sains yang meliputi keterampilan mengomunikasikan siswa SMA di Indonesia masih tergolong rendah. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Fitriana dkk., (2019) menunjukkan bahwa keterampilan mengomunikasikan siswa kelas XI SMAN 16 Pekanbaru masih dalam kategori kurang yakni 39,71%. Selain itu, penelitian lain yang dilakukan oleh Purnamasari dkk., (2021) menunjukkan keterampilan mengomunikasikan siswa SMA di Kota Palembang berkategori kurang, yakni dengan persentase 0%.

Hal tersebut diperkuat oleh hasil observasi dan wawancara dengan salah satu guru kimia kelas XII SMA Negeri 10 Bandar Lampung. Diperoleh informasi bahwa pembelajaran kimia masih didominasi oleh metode ceramah, di mana guru lebih aktif menjelaskan sementara siswa cenderung pasif dan hanya mendengarkan. Selain itu, media pembelajaran yang digunakan terbatas pada buku teks kimia dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang hanya memuat ringkasan materi serta soal-soal biasa. Siswa juga belum banyak dilibatkan dalam kegiatan yang

melatihkan keterampilan mengomunikasikan dalam membaca gambar, tabel, grafik, serta mengubah bentuk penyajian. Akibatnya, keterampilan mengomunikasikan belum dilatihkan secara optimal di kelas. Hal ini menunjukkan bahwa keterampilan mengomunikasikan siswa dalam pembelajaran perlu ditingkatkan.

Pada pembelajaran kimia kelas XII, terdapat materi yang dalam prosesnya melibatkan keterampilan mengomunikasikan yaitu senyawa organik. Pada Capaian Pembelajaran (CP) kurikulum merdeka fase F pada mata pelajaran kimia kelas XII yaitu siswa mampu memahami pentingnya kimia organik serta mampu menjelaskan sifat fisik dan kimia, reaksi, kegunaan senyawa organik, dan mampu menerapkan tata nama senyawa organik (Yuliani dkk., 2022). Klasifikasi senyawa organik dapat didasarkan pada jenis gugus fungsi yang dimilikinya. Gugus fungsi dimaknai berupa sekumpulan atom dalam molekul yang menentukan sifat kimia dari molekul tersebut. Untuk mencapai pembelajaran tersebut, maka siswa diberi pembelajaran mengenai alkohol dan eter yang termasuk senyawa organik berdasarkan gugus fungsinya. Agar memahami senyawa organik seperti alkohol dan eter, siswa perlu mengenal struktur dan sifatnya dengan baik. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah melalui kegiatan pembelajaran yang melibatkan media visualisasi dan pengamatan terhadap bentuk molekul (Sunarya & Setiabudi, 2009).

Media visualisasi tersebut dapat berupa media visualisasi 2D dan 3D. Struktur molekul yang disajikan dalam media visualisasi 2D sering kali membuat peserta didik merasa kesulitan dalam merepresentasikan bentuk struktur molekul yang sebenarnya (Saraswati dkk., 2017). Media visualisasi 3D dalam membentuk molekul cenderung memberikan pemahaman lebih baik bila dibandingkan dengan media visualisasi 2D, karena model visualisasi 3D mampu menampilkan objek dari sudut pandang yang lebih nyata (Ardiyansyah, 2013). Pemodelan struktur molekul 3D yang sering guru gunakan yaitu *molymod*. Penggunaan *molymod* dapat meramalkan bentuk molekul secara 3D akan tetapi kurang efisien karena tidak dapat menampilkan besar sudut ikatan, ukuran atom, dan panjang ikatan didalamnya (Jamun, 2018). Selain itu, jumlah *molymod* di sekolah terkadang terbatas, sehingga tidak memungkinkan semua siswa bisa terlibat langsung dalam

proses penggunaannya (Indiatiningsih, 2020). Menyadari keterbatasan yang ada, pemanfaatan perangkat lunak untuk membantu merancang struktur molekul menjadi alternatif yang efektif. Salah satu perangkat lunak yang dapat digunakan untuk visualisasi struktur molekul 3D adalah *software Avogadro* (Hanwell *et al*, 2010).

Software Avogadro merupakan perangkat lunak berbasis *open source* berarti bebas diakses dan tidak bayar yang dapat diakses melalui web <https://avogadro.cc/> *software Avogadro* dikembangkan oleh sekelompok peneliti dari *Pittsburgh University* (Cornell dan Hutchison, 2015). Pemanfaatan perangkat lunak ini memungkinkan siswa untuk memvisualisasi 3D struktur molekul, memahami panjang ikatan, sudut ikatan, serta optimasi geometri molekul, yang sulit dipahami hanya melalui teori, namun memerlukan waktu yang cukup lama untuk mengoperasikannya (Hanwell *et al.*, 2010). *Software Avogadro* dapat diintegrasikan secara efektif dalam suatu model pembelajaran yang memanfaatkan teknologi informasi dan mengomunikasikan dalam pembelajaran yang tidak berpaku di ruang kelas, tetapi juga dapat dilakukan di luar kelas, kapan saja, dan dimana saja tanpa batasan ruang dan waktu. Salah satu model yang memanfaatkan teknologi yang mendukung materi pembelajaran yang dapat diakses kapanpun dan dimanapun adalah model *flipped classroom* (Johnson, 2013).

Model *flipped classroom* adalah pembelajaran yang memadukan pembelajaran di dalam kelas dan pembelajaran di luar kelas dengan tujuan memaksimalkan kegiatan pembelajaran (Baker, 2000). Model *flipped classroom* terbagi dalam dua kegiatan pembelajaran yaitu di luar kelas (*pre-class*) dan di dalam kelas (*in-class*) (Bergman & Sams, 2012).

Penelitian yang mengkaji terkait model *flipped classroom* yaitu penelitian yang dilakukan oleh Putri dkk., (2021) hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata hasil belajar peserta didik kelas eksperimen yang menggunakan model *flipped classroom* lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Selanjutnya dilakukan oleh Jdaitawi (2019) hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa pada kelas eksperimen menggunakan pembelajaran *flipped classroom* melakukan pembelajaran mandiri dan berdiskusi kelompok terbukti dengan adanya pengaruh yang signifikan

dibandingkan dengan kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran tradisional. Namun, belum terdapat laporan yang mengkaji terkait pembelajaran alkohol dan eter yang menggunakan visualisasi 3D. Oleh karena itu, maka perlu diteliti efektivitas model *flipped classroom* berbantuan visualisasi 3D pada materi alkohol dan eter untuk meningkatkan keterampilan mengomunikasikan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimanakah efektivitas model *flipped classroom* berbantuan visualisasi 3D pada materi alkohol dan eter untuk meningkatkan keterampilan mengomunikasikan.

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan efektivitas model *flipped classroom* berbantuan visualisasi 3D pada materi alkohol dan eter untuk meningkatkan keterampilan mengomunikasikan.

D. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, diantaranya:

1. Bagi siswa, dapat menjadi pengalaman baru dalam menggunakan model *flipped classroom* berbantuan visualisasi 3D untuk meningkatkan keterampilan mengomunikasikan siswa.
2. Bagi guru, dapat menjadi alternatif untuk menggunakan model *flipped classroom* berbantuan visualisasi 3D khususnya pada materi alkohol dan eter.
3. Bagi sekolah, dapat menjadi alternatif dalam penggunaan model *flipped classroom* berbantuan visualisasi 3D untuk meningkatkan mutu pembelajaran kimia.

E. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah :

1. Model *flipped classroom* pada materi alkohol dan eter berbantuan visualisasi

3D dikatakan efektif dalam meningkatkan keterampilan mengomunikasikan apabila rata-rata *n-gain* keterampilan mengomunikasikan di kelas eksperimen minimal berkriteria sedang dan terdapat perbedaan yang signifikan dengan rata-rata *n-gain* keterampilan mengomunikasikan di kelas kontrol.

2. Model *flipped classroom* terbagi menjadi dua kegiatan pembelajaran yaitu di luar kelas (*pre-class*), dan di dalam kelas (*in-class*) (Bergman & Sams, 2012).
3. *Software Avogadro* merupakan perangkat lunak berbasis *open source* berarti bebas diakses dan tidak bayar yang dapat diakses melalui web <https://avogadro.cc/>. *software Avogadro* dikembangkan oleh sekelompok peneliti dari *Pittsburgh University* (Cornell dan Hutchison, 2015).
4. Keterampilan mengomunikasikan yang dilatihkan dan diukur dalam penelitian ini merupakan salah satu keterampilan proses sains yang dirujuk dari Rustaman (2005), dengan indikator membaca gambar, tabel, grafik dan mengubah bentuk penyajian. Instrumen pengukuran yang digunakan berupa instrumen tes keterampilan mengomunikasikan dan lembar aktivitas siswa.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Model *Flipped Classroom*

Pertama kalinya, model *flipped classroom* mulai digunakan oleh para profesor ekonomi di Miami University di bidang bisnis, hukum, sosiologi, psikologi dan filsafat karena adanya tugas tambahan membaca (Lage dkk., 2000). Model *flipped classroom* yang diusulkan oleh Bergmann dan Sams yang bekerja sebagai guru di *Woodland High School*, dikembangkan untuk siswa yang tidak dapat mengikuti kelas reguler. Dengan demikian, model ini telah menjadi populer di bidang pendidikan. Selanjutnya, para instruktur dari Universitas Northern Colorado mulai mengubah metode pengajaran mereka dengan memanfaatkan waktu kelas untuk kegiatan interaktif seperti diskusi dan kerja kelompok. Materi pembelajaran yang sebelumnya disampaikan langsung di kelas kini diubah menjadi dalam bentuk video yang bisa diakses atau diunduh oleh siswa melalui media daring (Bergmann & Sams, 2012).

Model *flipped classroom* merupakan model pembelajaran yang membalik proses pembelajaran konvensional, di mana siswa mempelajari materi secara mandiri sebelum tatap muka di kelas, yang kemudian digunakan untuk diskusi dan pemecahan masalah guna memperdalam pemahaman (Yulietri & Mulyoto, 2015; Saputra & Mujib, 2018; Billings, 2016). Aktivitas belajar yang biasanya diselesaikan di kelas sekarang dapat diselesaikan di rumah, dan aktivitas pembelajaran yang biasanya dikerjakan di rumah sekarang dapat diselesaikan di kelas (Bergmann & Sams, 2012). Siswa membaca materi, menonton video pembelajaran sebelum mereka datang ke kelas dan mereka mulai berdiskusi, bertukar pengetahuan, menyelesaikan masalah, dengan bantuan siswa lain maupun pendidik, melatih siswa mengembangkan kefasihan prosedural jika diperlukan, inspirasi dan menantang dengan memberikan kontrol yang lebih besar (Agustini, 2021).

Dengan bantuan model ini, siswa dituntut untuk melatih kemandiriannya dalam manajemen motivasi belajar dan kebutuhan belajar demi kesiapan pembelajaran di dalam kelas. Sehingga proses belajar dan mengajar di dalam kelas bisa lebih dioptimalkan guna pemantapan pemahaman siswa dengan melakukan pemecahan masalah yang dihadapi di saat mengalami kesulitan belajar sebelum masuk ke kelas (Muslimin, 2020).

Model *flipped classroom*, dibagi menjadi dua kegiatan yaitu, sebelum kelas dimulai (*pre-class*) dan saat kelas dimulai (*in-class*). Sebelum kelas dimulai, peserta didik sudah mempelajari materi yang akan dibahas, dalam tahap ini kemampuan yang diharapkan dimiliki oleh siswa adalah mengingat (*remembering*) dan mengerti (*understanding*) materi. Dengan demikian pada saat kelas dimulai siswa dapat mengaplikasikan (*applying*) dan menganalisis (*analyzing*) materi melalui berbagai kegiatan interaktif di dalam kelas, yang kemudian dilanjutkan dengan mengevaluasi (*evaluating*) dan mengerjakan tugas berbasis proyek tertentu sebagai kegiatan setelah kelas berakhir (*creating*) (Bergmann & Sams, 2012).

Berikut merupakan langkah-langkah pembelajaran yang diterapkan pada model *flipped classroom* menurut (Fauzan dkk., 2021) yaitu:

1. Sebelum tatap muka, siswa diminta untuk belajar mandiri di rumah mengenai materi untuk pertemuan berikutnya, dengan menonton video pembelajaran karya guru itu sendiri ataupun video pembelajaran dari hasil upload orang lain.
2. Pada pembelajaran di kelas, siswa dibagi menjadi beberapa kelompok
3. Peran guru pada saat kegiatan belajar berlangsung adalah memfasilitasi berlangsungnya diskusi. Di samping itu, guru juga akan menyiapkan beberapa pertanyaan (soal) dari materi tersebut.
4. Guru memberikan kuis atau tes sehingga siswa sadar bahwa kegiatan yang mereka lakukan bukan hanya permainan, tetapi merupakan proses belajar, serta guru berlaku sebagai fasilitator dalam membantu peserta didik dalam pembelajaran serta menyelesaikan soal soal yang berhubungan dengan materi.

Berikut ini beberapa kelebihan menggunakan model *flipped classroom* menurut Bergmann & Sams (2012):

1. Mampu menjawab tantangan peserta didik masa kini yang sudah terbiasa

mengerjakan pekerjaan rumah sambil bermengomunikasikan dengan teman melalui *sms/whatsApp*;

2. Membantu siswa yang memiliki banyak kegiatan di luar sekolah;
3. Membantu siswa yang mau berusaha untuk memahami materi belajar;
4. Membantu siswa untuk menjadi yang terbaik;
5. Memungkinkan siswa untuk mengendalikan pendidik melalui tayangan video yang dibuat, memungkinkan siswa untuk menghentikan, mempercepat, atau mengulang kembali tayangan video tersebut sesuai dengan kebutuhan mereka;
6. *Flipping* meningkatkan interaksi antara siswa dengan pendidik;
7. Meningkatkan interaksi antar siswa; dan
8. *Flipping* mampu mengubah manajemen kelas.

Dibalik kelebihan model *flipped classroom* terdapat kekurangan. Kekurangan model *flipped classroom* menurut Herreid & Schiller (2013) diantaranya:

1. Siswa mungkin keras kepala di awal sehingga datang ke kelas tanpa persiapan. Guru juga kesulitan untuk mengetahui bahwa siswa akan melakukan tanggung jawabnya di luar kelas dengan baik, sehingga model *flipped classroom* sulit diterapkan jika siswa datang ke kelas tanpa persiapan. Sehingga kurangnya motivasi siswa untuk mempelajari materi secara mandiri, bahkan mereka menganggap materi pembelajaran yang harus dipelajari di rumah, justru tidak dipelajari karena menganggap akan mempelajari langsung di kelas melalui ceramah dan mendengarkan langsung penjelasan dari guru.
2. Siswa kesulitan dan kekurangan dalam memiliki peralatan seluler seperti *handphone*, *tablet* atau *computer* dan memiliki masalah internet dan peserta didik banyak menggunakan waktunya di depan gawainya.
3. Apabila guru tidak mempersiapkan video ajar dengan baik, namun hanya menyiapkan kegiatan di dalam kelas saja, sehingga model ini dianggap menambah tugas guru bukan malah meringankan beban guru.

Di balik kekurangan model *flipped classroom* yang telah diuraikan diatas, terdapat beberapa solusi yang dapat diterapkan. Pertama, guru perlu menanamkan pemahaman tentang pentingnya persiapan sebelum kelas. Hal ini dapat dilakukan dengan memberikan penjelasan manfaat belajar mandiri serta menyediakan panduan belajar yang sederhana terkait poin-poin utama yang harus dipahami di rumah. Selain itu, evaluasi awal di kelas, seperti kuis atau diskusi singkat, juga dapat mendorong siswa agar lebih serius belajar di rumah. Kedua, terkait kendala akses terhadap perangkat atau internet, sekolah dapat menyediakan fasilitas belajar seperti komputer atau *tablet* di perpustakaan untuk peserta didik yang tidak memiliki perangkat pribadi. Selain itu, video ajar dapat disimpan dalam format yang bisa diakses secara *offline*. Mengomunikasikan dengan orang tua juga

penting untuk memastikan mereka mendukung siswa dalam menciptakan waktu belajar yang kondusif di rumah. Ketiga, sekolah juga dapat mengadakan pelatihan bagi guru untuk mempermudah proses pembuatan video ajar. Dengan menerapkan solusi-solusi ini, kendala dalam penerapan model *flipped classroom* dapat diminimalkan sehingga model ini bisa berjalan lebih efektif. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Humairoh dkk., (2024), yang menunjukkan bahwa penerapan model *flipped classroom* dapat meningkatkan keterampilan komunikasi siswa.

B. Peranan Visualisasi 3D dalam Pembelajaran Kimia

Perkembangan media pembelajaran salah satunya disebabkan oleh perkembangan teknologi informasi. Sebelum maraknya perangkat elektronik yang dimiliki secara pribadi, kegiatan pembelajaran sepenuhnya menggunakan media cetak seperti buku yang didalamnya berisi teks dan gambar. Namun, perkembangan teknologi saat ini memungkinkan peserta didik dapat membaca teks dan gambar bergerak dalam perangkat elektronik seperti visualisasi. 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 (Yasmin, 2023).

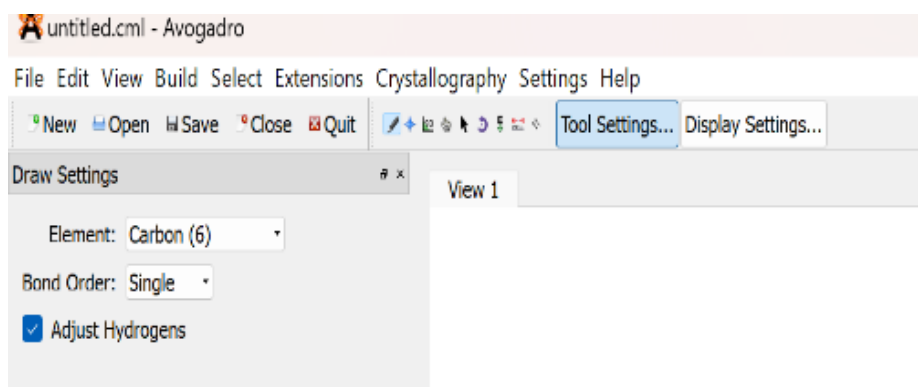
Visualisasi merupakan teknik pembelajaran yang menjadikan konsep suatu materi dapat dilihat dengan indera penglihatan secara nyata (Harsalinda & Wijayati, 2018). Pada pembelajaran berbasis visualisasi materi yang akan disampaikan dapat disajikan dalam bentuk foto, gambar, ilustrasi, grafik, sketsa, bagan dan chart. Visualisasi dalam pembelajaran adalah pembelajaran dengan metode simulasi, dimana materi dibuat dan dipresentasikan dengan bantuan suatu media untuk memberikan suatu tampilan/gambaran tertentu (Andoro, 2015).

Visualisasi dalam pembelajaran membantu peserta didik untuk memahami konsep suatu materi yang bersifat abstrak. Dalam pembelajaran yang bersifat abstrak untuk memahami suatu materi dibutuhkan kaitan yang khas dari hasil analisis pengetahuan dari kinerja otak kiri dan otak kanan. Otak kanan dan otak kiri memiliki kemiripan bentuk fisiologis namun memiliki fungsi kerja yang berbeda (De

Potter & Hernacki, 1999). Visualisasi 3D memiliki nilai tambah dalam hal dimensi kedalaman untuk meningkatkan penggunaan visualisasi ruang. Visualisasi 3D memberikan informasi yang lebih akurat dalam sistem visual manusia. Kemampuan visualisasi 3D untuk interaksi pengguna diantaranya adalah interaksi untuk *zoom*, *rotate*, *displays in any angle* dan lain-lain (Satish & Mahendran, 2017).

C. *Software Avogadro*

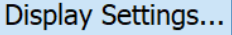
Software Avogadro adalah perangkat lunak *open source*. *Open source* artinya gratis dan tidak berbayar. *Software Avogadro* dapat dijalankan pada sistem *Windows*, *Linux*, dan *Mac OS X* (Maahury dkk., 2023). *Software Avogadro* dapat dengan mudah membuat animasi senyawa kimia serta melakukan editing dari senyawa yang telah dirancang. Aplikasi ini juga memudahkan para penggunanya untuk dapat dengan mudah melakukan visualisasi dan juga perhitungan sederhana di dalam kimia komputasi (Maahury dkk., 2022). *Software Avogadro* dirancang untuk digunakan dalam kimia komputasi, pemodelan molekul, bioinformatika, dan bidang terkait lainnya. *Software Avogadro* memiliki sifat ramah antarmuka grafis yang dapat dengan mudah dimanipulasi oleh pengguna untuk melihat struktur molekul dari berbagai sudut, dalam tiga dimensi (Rayan & Rayan, 2017). Selain itu, atom-atom yang tersedia dalam beraneka warna sehingga terlihat lebih menarik dalam penggambaran struktur molekul. Aplikasi ini juga berisi informasi yang lengkap dan akurat yang berhubungan dengan suatu struktur molekul. Saat menjalankan perangkat lunak *software Avogadro*, antarmuka aplikasinya akan terlihat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



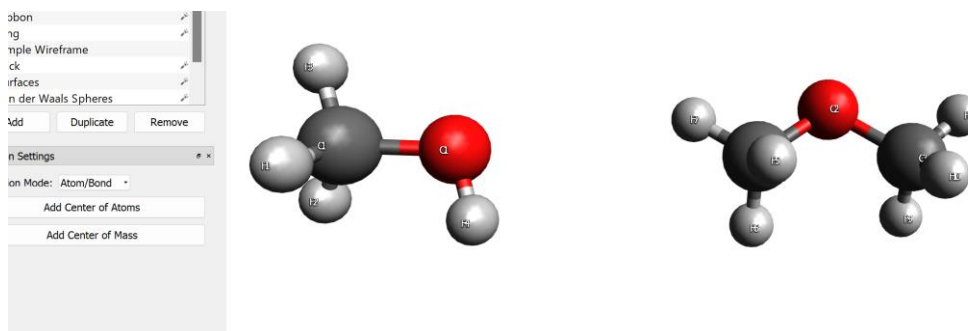
Gambar 1. Tampilan Antarmuka *Software Avogadro*

Software Avogadro dilengkapi dengan *tools-tools* yang digunakan untuk memudahkan penggunaan dari *software Avogadro*. Macam-macam *tools* yang terdapat dalam *software Avogadro* beserta penjelasan fungsinya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. *Tools pada software Avogadro*

Tools Icon	Nama Tools	Fungsi
	<i>Draw Tools</i>	Membuat molekul serta membuat ikatan di antara atom-atom pada ruang gambar
	<i>Navigate Tools</i>	Digunakan untuk menggeser, memutar, dan mengubah skala tampilan suatu molekul
	<i>Bond Centric Manipulate Tools</i>	Mengubah sudut, ikatan, dan torsi suatu molekul.
	<i>Manipulate Tools</i>	Memindahkan atom dan fragmen yang dipilih
	<i>Selection Tools</i>	Pemilihan atom, ikatan, atau fragmen secara individual
	<i>Auto Rotate Tools</i>	Menjalankan animasi rotasi ke berbagai arah sesuai dengan garis arah <i>mouse</i>
	<i>Auto Optimize Tools</i>	Mengoptimalkan geometri molekuler melalui mekanika molekuler. Alat ini menyediakan antarmuka interaktif, yang memungkinkan anda memanipulasi molekul saat geometri molekulernya sedang dioptimalkan.
	<i>Measure Tools</i>	Alat ukur menuntukan panjang ikatan antar atom dan sudut ikatan
	<i>Align Tools</i>	Penyelarasan berputar dan menerjemahkan molekul ke dalam kerangka referensi tertentu
	<i>Display settings</i>	Menampilkan keterangan yang berhubungan dengan struktur seperti label, ikatan hidrogen, interaksi Van der Waals, dipol dan lain-lain. Keterangan tersebut dapat muncul dengan mencentang pada daftar keterangan di sebelah kiri bidang gambar

Dalam proses pembuatan visualisasi 3D molekul dengan menggunakan *software Avogadro*, struktur molekul yang dihasilkan biasanya belum berada dalam kondisi yang paling optimal. Untuk itu perlu menggunakan optimasi struktur dengan memilih opsi *Optimize Geometry* yang terdapat di menu *Extension* atau bisa menggunakan tombol pintas Ctrl+Alt+O, sehingga masalah tersebut dapat diatasi. Sebagai ilustrasi, dua molekul metanol dan metoksimetana dapat divisualisasikan dalam bentuk 3D menggunakan *software Avogadro*. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Visualisasi 3D molekul metanol dan metoksimetana

Informasi lengkap mengenai molekul dapat diperoleh melalui berbagai menu yang disediakan oleh aplikasi, termasuk menu *view*. Melalui menu ini, pengguna dapat mengakses informasi tentang sifat molekul, sifat atom, sifat ikatan, dan sifat sudut yang sangat berguna dalam mendukung pemahaman peserta didik tentang materi alkohol dan eter. Dalam contoh ini, beberapa tampilan aplikasi menampilkan informasi tambahan tentang molekul metanol dan metoksimetana. Sebagai contoh, Gambar 3 memperlihatkan jendela dari *molecule properties* ini memberikan informasi terkait nama senyawa, berat molekul, rumus molekul, energi, momen dipol, nomor atom dan jumlah ikatan yang terkait dengan molekul tersebut. Tampilan dari *molecule properties* pada molekul metanol dan metoksimetana dapat dilihat pada Gambar 3.

Molecule Properti...		?	×
IUPAC Molecule Name:	methanol		
Molecular Weight (g/mol):	32,042		
Chemical Formula:	CH ₄ O		
Energy (kJ/mol):	15,901		
Estimated Dipole Moment (D):	1,591		
Number of Atoms:	6		
Number of Bonds:	5		
OK			

Molecule Properties		?	×
IUPAC Molecule Name:	methoxymethane		
Molecular Weight (g/mol):	46,068		
Chemical Formula:	C ₂ H ₆ O		
Energy (kJ/mol):	0,000		
Estimated Dipole Moment (D):	1,742		
Number of Atoms:	9		
Number of Bonds:	8		
OK			

Gambar 3. Tampilan *molecule properties* molekul metanol dan metoksimetana

Submenu dari *properties* berikutnya adalah *atom properties*, submenu ini menyediakan informasi terkait sifat-sifat dari atom penyusun senyawa yang telah dibuat.

Data sifat-sifat atom yang diperoleh dari submenu ini di antaranya adalah jumlah elektron valensi dan muatan parsial. Submenu selanjutnya adalah *bond properties* yang digunakan untuk mengetahui informasi terkait panjang ikatan antar atom, dimana contohnya molekul metanol dan metoksimetana. Untuk molekul metanol data yang tertampil terkait panjang ikatan antar atom C-O, C-H dan O-H, sedangkan molekul dimetil eter data yang tertampil terkait panjang ikatan antar atom C-O, C-H, dan O-C. Tampilan dari *bond properties* dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.

Bond Properties ? X						
	Type	Start Atom	End Atom	Bond Order	Rotatable	Length (Å)
Bond 1	C-O	C	O	1	No	1,39826
Bond 2	C-H	C	H1	1	No	1,1116
Bond 3	C-H	C	H2	1	No	1,1116
Bond 4	C-H	C	H3	1	No	1,10942
Bond 5	O-H	O	H4	1	No	0,992333

Gambar 4. Tampilan *bond properties* molekul metanol

Bond Properties ? X						
	Type	Start Atom	End Atom	Bond Order	Rotatable	Length (Å)
Bond 1	C-O	C1	O	1	No	1,40898
Bond 2	C-H	C1	H1	1	No	1,11289
Bond 3	C-H	C1	H2	1	No	1,10936
Bond 4	C-H	C1	H3	1	No	1,11289
Bond 5	O-C	O	C2	1	No	1,40898
Bond 6	C-H	C2	H4	1	No	1,10936
Bond 7	C-H	C2	H5	1	No	1,11289
Bond 8	C-H	C2	H6	1	No	1,11289

Gambar 5. Tampilan *bond properties* molekul metoksimetana

Submenu lainnya yaitu *angle properties*, submenu ini menyajikan informasi terkait sudut ikatan yang terbentuk dari ikatan 3 atom penyusun senyawa. Tampilan dari *angle properties* ini dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.

Angle Properties					
	Type	Start Atom	Vertex	End Atom	Angle (°)
Angle 1	OCH	O	C1	H1	111,3732
Angle 2	OCH	O	C1	H2	108,3206
Angle 3	OCH	O	C1	H3	111,3726
Angle 4	HCH	H1	C1	H2	106,9905
Angle 5	HCH	H1	C1	H3	111,5409
Angle 6	HCH	H2	C1	H3	106,9909
Angle 7	COC	C1	O	C2	109,0853
Angle 8	OCH	O	C2	H4	108,3206
Angle 9	OCH	O	C2	H5	111,3726
Angle 10	OCH	O	C2	H6	111,3732
Angle 11	HCH	H4	C2	H5	106,9909
Angle 12	HCH	H4	C2	H6	106,9905
Angle 13	HCH	H5	C2	H6	111,5409

Gambar 6. Tampilan *angle properties* molekul metanol

Angle Properties					
	Type	Start Atom	Vertex	End Atom	Angle (°)
Angle 1	OCH	O	C	H1	110,3156
Angle 2	OCH	O	C	H2	110,3156
Angle 3	OCH	O	C	H3	108,8893
Angle 4	HCH	H1	C	H2	110,8585
Angle 5	HCH	H1	C	H3	108,1941
Angle 6	HCH	H2	C	H3	108,1941
Angle 7	COH	C	O	H4	105,9662

Gambar 7. Tampilan *angle properties* molekul metoksimetana

Melalui berbagai fiturnya, *software Avogadro* memudahkan pengguna dalam menggambar struktur, mengatur posisi atom, memutar tampilan 3D, hingga mengamati bentuk molekul dari berbagai sudut. Selain itu, pengguna dapat melakukan pengukuran panjang dan sudut ikatan serta memperoleh informasi lengkap seperti rumus kimia dan massa molekul. Fitur dalam *software Avogadro* juga memungkinkan siswa untuk secara visual mengenali struktur molekul alkohol dan eter, termasuk membedakan gugus hidroksil pada alkohol dan gugus eter.

D. Keterampilan Mengomunikasikan

Keterampilan proses sains (KPS) merupakan kemampuan atau kecakapan untuk melaksanakan suatu tindakan dalam belajar sains sehingga menghasilkan konsep, teori, prinsip, hukum maupun fakta (Semiawan dkk., 2009). KPS sangat penting bagi siswa, karena keterampilan proses sains dapat memudahkan siswa untuk memahami konsep-konsep yang rumit dan abstrak jika disertai dengan alat atau

sumber belajar yang tepat, serta keterampilan proses sains dapat menjadikan siswa terampil dalam menerapkan konsep IPA kedalam kehidupannya sehari-hari (Asidiqi & Adiputra, 2023). Salah satu keterampilan dalam KPS yang harus dimiliki peserta didik adalah mengomunikasikan (Rustaman, 2005).

Mengomunikasikan adalah sebuah proses penyampaian atau penerimaan pesan dari satu orang kepada orang lain, baik langsung maupun tidak langsung, secara tertulis, lisan, maupun bahasa nonverbal atau isyarat (Wibowo, 2012). Keterampilan mengomunikasikan digunakan peserta didik dalam menyampaikan pendapat baik secara lisan maupun tulisan. Mengomunikasikan lisan dapat berupa presentasi dalam menyampaikan ide dan gagasan berdasarkan pengamatan sedangkan mengomunikasikan tulisan dapat berupa laporan, rangkuman, grafik, tabel, gambar, poster, dan sebagainya. Keterampilan mengomunikasikan ini diantaranya adalah mengutarakan suatu gagasan, menjelaskan penggunaan data hasil penginderaan atau memeriksa secara akurat suatu objek atau kejadian, mengubah data dalam bentuk tabel ke bentuk lainnya misalnya grafik dan peta secara akurat (Kemendikbud, 2013). Pentingnya keterampilan ini juga diperkuat oleh hasil penelitian Maha (2023), yang menyatakan bahwa pembelajaran melalui diskusi dan tanya jawab memiliki dampak positif dalam meningkatkan prestasi serta keaktifan belajar siswa. Selain itu, Putri dkk. (2023) menemukan bahwa metode diskusi kelompok efektif dalam meningkatkan keterampilan mengomunikasikan siswa, terutama dalam menyampaikan pendapat, mendengarkan secara aktif, dan berdiskusi secara efektif.

Adapun KPS dan indikator menurut Rustaman (2005) dijabarkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Jenis KPS dan Indikatornya

No	Jenis KPS	Indikator KPS
1	Mengamati atau observasi	Mengamati dengan indera Mencari persamaan dan perbedaan Mengumpulkan atau menggunakan fakta yang relevan
2	Mengelompokkan atau klasifikasi	Mencatat hasil pengamatan secara terpisah Mencari perbedaan dan persamaan Mengontraskan ciri-ciri Membandingkan
3	Menafsirkan atau interpretasi	Menghubungkan hasil-hasil pengamatan Menemukan pola dalam suatu seri pengamatan Menyimpulkan

Tabel 2. Lanjutan

No	Jenis KPS	Indikator KPS
4	Meramalkan atau prediksi	Menggunakan pola-pola hasil pengamatan Mengemukakan apa yang terjadi pada keadaan yang belum diamati
5	Mengajukan pertanyaan	Bertanya apa, bagaimana, dan mengapa Bertanya untuk meminta penjelasan Mengajukan pertanyaan yang berlatar belakang hipotesis
6	Berhipotesis	Mengetahui bahwa ada lebih dari satu kemungkinan penjelasan dari suatu kejadian Menyadari bahwa suatu penjelasan perlu diuji kebenarannya dengan memperoleh bukti lebih banyak atau melakukan cara pemecah masalah
7	Menerapkan konsep atau prinsip	Menggunakan konsep yang sudah dipelajari dalam situasi baru Menggunakan konsep pada pengalaman baru untuk menjelaskan apa yang sedang terjadi
8	Mengomunikasikan	Membaca tabel, grafik, gambar, diagram; membuat tabel, grafik, diagram; mendiskusikan; presentasi; menerjemahkan; mengubah bentuk penyajian

Dari delapan keterampilan proses sains yang disajikan dalam tabel tersebut, keterampilan mengomunikasikan yang dilatihkan yakni indikator membaca gambar, tabel, grafik, dan mengubah bentuk penyajian.

E. Penelitian Relevan

Beberapa penelitian yang relevan yang telah dilakukan berkaitan dengan judul yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Penelitian yang relevan

NO	Nama Peneliti dan Tahun Peneliti	Judul Penelitian	Hasil penelitian
1.	Andayani & Suharto, (2021).	Efektivitas Penerapan Model Pembelajaran <i>Flipped Classroom</i> Berbantu Aplikasi <i>Whatsapp</i> Terhadap Hasil Belajar Ipa Materi Sistem Ekskresi Manusia Siswa Kelas VIII Smp Negeri 2 Gondang Kabupaten Nganjuk Tahun Pelajaran 2020/2021	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sesudah menggunakan model pembelajaran <i>flipped classroom</i> telah mengalami peningkatan pada materi sistem ekskresi manusia kelas VIII-A di SMP Negeri 2 Gondang Kabupaten Nganjuk.
2.	Ramadhina & Soleh, (2024).	Pengaruh Model <i>Flipped Classroom</i> Tipe <i>Peer Instruction</i> terhadap Keterampilan Mengomunikasikan Siswa dalam Pembelajaran IPS Kelas IV Sekolah Dasar	Hasil penelitian terlibat pada hasil perhitungan uji hipotesis menggunakan uji-t. Kriteria pengujian thitung lebih besar dari ttabel ($4,64 > 1,68$), yang berarti penggunaan model pembelajaran <i>Flipped Classroom</i> tipe <i>Peer Instruction</i> berpengaruh secara signifikan terhadap

Tabel 3. Lanjutan.

NO	Nama Peneliti dan Tahun Peneliti	Judul Penelitian	Hasil penelitian
			keterampilan mengomunikasikan siswa kelas IV sekolah dasar di kecamatan Kebayoran Baru.
3.	Setyarini dkk., (2017).	Efektivitas Pembelajaran Stereokimia Berbasis Visualisasi 3D Molekul Untuk Meningkatkan kemampuan spasial	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rata-rata skor post test kemampuan spasial kelompok mahasiswa dengan pembelajaran stereokimia berbasis visualisasi 3D molekul secara signifikan lebih tinggi dibandingkan kelompok mahasiswa yang media pembelajarannya menggunakan <i>molymod</i> .
4.	Maahury dkk., (2023)	Penggunaan <i>Avogadro</i> untuk Memperkenalkan Bentuk Molekul sederhana pada SMP Negeri 27 Maluku Tengah	Hasil penelitian ini menunjukan bahwa siswa memahami penggunaan dan mampu menggambar bentuk molekul sederhana seperti air, cuka, dan minyak menggunakan perangkat lunak <i>Avogadro</i> . Adanya peningkatan pemahaman peserta sebesar 80%, 60%, dan 70% terhadap materi kimia, atom dan molekul serta bentuk molekul
5.	Yuanita dkk., (2018).	Aplikasi <i>Chemdraw</i> Dan <i>Avogadro</i> Untuk Meningkatkan Pemahaman Dan Minat Dalam Bidang Kimia	Hasil penelitian ini menunjukan bahwa aplikasi <i>ChemDraw</i> dan <i>Avogadro</i> ini sangat penting dalam membantu dalam mempelajari bidang kimia khususnya bagi siswa dan dalam mengembangkan metode pembelajaran yang lebih variatif dan menarik khususnya untuk para guru dalam meningkatkan pemahaman dan minat dalam mempelajari bidang kimia.
6.	Hia & Nugraha, (2022).	Pengaruh media pembelajaran berbasis 3D dan animasi molekul dengan <i>kooperatif tipe</i> savi terhadap hasil belajar kimia siswa SMA kelas X pada materi larutan elektrolit dan non elektrolit	Hasil penelitian ini menunjukan bahwa pengaruh media pembelajaran berbasis 3D dan animasi molekul dengan <i>kooperatif tipe</i> SAVI terhadap hasil belajar kimia siswa SMA kelas X pada materi larutan elektrolit noeletrolit signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan hasil belajar siswa yang diajarkan tanpa menggunakan media pembelajaran.

F. Kerangka Pemikiran

Kimia organik dikenal sebagai salah satu cabang kimia yang sulit dipahami siswa karena melibatkan konsep abstrak dan kompleks. Pada capaian Pembelajaran (CP) kurikulum merdeka fase F pada mata pelajaran kimia kelas XII yaitu siswa mampu memahami pentingnya kimia organik serta mampu menjelaskan sifat fisik dan kimia, reaksi, dan kegunaan senyawa organik, serta mampu menerapkan tata nama senyawa organik. Oleh karena itu, untuk mencapai capaian pembelajaran tersebut maka siswa diberi pembelajaran mengenai alkohol dan eter.

Pada pembelajaran materi alkohol dan eter visualisasi struktur molekul biasanya disajikan dalam visualisasi 2D. Namun, penyajian struktur molekul dalam visualisasi 2D sering kali membuat siswa kesulitan dalam mempresentasikan bentuk struktur molekul yang sebenarnya. Kesulitan ini dapat berdampak pada keterampilan mengomunikasikan siswa, khususnya dalam indikator membaca gambar, tabel, grafik, serta mengubah bentuk penyajian informasi. Akibatnya, keterampilan mengomunikasikan siswa menjadi kurang terlatih. Untuk mengatasi kesulitan tersebut sekaligus meningkatkan keterampilan mengomunikasikan siswa, diperlukan penggunaan teknologi berbasis visualisasi 3D, salah satunya melalui penggunaan *software Avogadro*. *Software Avogadro* dapat diintegrasikan secara efektif dalam suatu model pembelajaran yang memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi dalam pembelajaran yang tidak terpaku dalam kelas saja, tetapi dapat dilakukan di luar kelas bahkan dimana saja tanpa terbatas ruang dan waktu adalah dengan model *flipped classroom*.

Pada proses pembelajaran menggunakan *flipped classroom* terbagi menjadi dua kegiatan yaitu di luar kelas (*pre-class*) dan di dalam kelas (*in-class*). Dalam penerapan model pembelajaran *flipped classroom* difasilitasi dengan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis pendekatan saintifik yaitu kegiatan mengamati, menanya, mengumpulkan data, mengasosiasi dan mengomunikasikan. Pada kegiatan di luar kelas (*pre-class*), guru menggunakan *Learning Management System* (LMS) Edukati menyediakan video pembelajaran terkait penggunaan *software Avogadro*, LKPD *pre-class* ini disediakan dua hari sebelum pembelajaran di dalam kelas (*in-class*). LKPD ini terdiri dari bagian mengamati, menanya dan mengumpulkan data. Pada bagian mengamati siswa diberikan fenomena terkait senyawa alkohol dan eter kemudian siswa diminta untuk membaca dan mencermati fenomena yang diberikan dan menuliskan pertanyaan yang belum dipahami oleh peserta didik pada bagian menanya. Hal ini dapat melatih siswa dalam membaca gambar. Siswa juga dapat mengajukan pertanyaan pada forum diskusi yang telah disediakan di LMS Edukati. Selanjutnya, siswa mengubah bentuk penyajian struktur 2D ke bentuk 3D yang dibantu dengan *software Avogadro* pada bagian mengumpulkan data. Hal ini dapat melatih siswa dalam mengubah bentuk penyajian.

Pada kegiatan di dalam kelas (*in-class*), dimulai dengan guru bersama peserta didik mengklarifikasi pengetahuan awal dari kegiatan diskusi *pre-class*. Kemudian, siswa diberikan LKPD *in-class* yaitu pada bagian mengasosiasi dan mengomunikasikan sebagai lanjutan dari kegiatan *pre-class*. Siswa diarahkan untuk duduk dengan kelompoknya masing-masing, kemudian dilanjutkan untuk berdiskusi pada bagian mengasosiasi yang berisi pertanyaan. Siswa akan menghubungkan dan mengaitkan berdasarkan informasi yang telah diperoleh dari kegiatan *pre-class*. Hal ini dapat melatih dalam membaca grafik dan tabel. Bagian terakhir yaitu mengkomunikasikan, yakni salah satu kelompok diminta untuk mempresentasikan hasil diskusi di depan kelas. Setelah seluruh kegiatan ini dilaksanakan diharapkan pembelajaran berpusat pada siswa, karena siswa akan terlibat dalam diskusi aktif secara kelompok dan guru berperan sebagai fasilitator. Dengan demikian, melalui kegiatan model *flipped classroom*, dapat melatih keterampilan mengomunikasikan siswa.

G. Anggapan Dasar

1. Siswa sebagai subjek penelitian memiliki pengetahuan awal yang relatif sama.
2. Perbedaan rata-rata *n-gain* keterampilan mengomunikasikan siswa terjadi karena adanya perbedaan perlakuan pembelajaran yang diberikan pada kelas kontrol dan kelas eksperimen.
3. Tingkat kedalaman dan keluasan materi yang diajarkan sama untuk semua siswa.
4. Faktor-faktor lain di luar perlakuan pada kedua kelas diabaikan.

H. Hipotesis Penelitian

Hipotesis umum dalam penelitian ini adalah bahwa model *flipped classroom* berbantuan visualisasi 3D pada materi alkohol dan eter efektif dalam meningkatkan keterampilan mengomunikasikan.

III. METODE PENELITIAN

A. Populasi dan Sampel

Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap Tahun Ajaran 2024/2025 di SMA Negeri 10 Bandar Lampung yang berlokasi di Kota Bandar Lampung. Populasi dalam penelitian ini yakni seluruh siswa kelas XII Minat SMA Negeri 10 Bandar Lampung sebanyak 108 siswa yang terdistribusi ke dalam tiga kelas, yaitu XII Minat 1-XII Minat 3. Dari ketiga kelas yang tersedia, dipilih dua kelas sebagai sampel penelitian menggunakan teknik *purposive sampling*. Teknik *purposive sampling* adalah metode pengambilan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2016). Kelas XII Minat 2 dan XII Minat 3 digunakan sebagai sampel penelitian dengan kemampuan kognitif yang hampir sama. Penentuan kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan cara pengundian. Kelas XII Minat 2 ditetapkan sebagai kelas eksperimen yang menggunakan model *flipped classroom* berbantuan visualisasi 3D, sedangkan kelas XII Minat 3 ditetapkan sebagai kelas kontrol yang menggunakan model pembelajaran konvensional.

B. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *quasi experimental* dengan *pretest-posttest control grup design* (Fraenkel, *et al.*, 2012). Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan model *flipped classroom* berbantuan visualisasi 3D pada kelas eksperimen dan pembelajaran konvensional pada kelas kontrol. Desain penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Desain penelitian *pretest-posttest control grup design*

Kelas Penelitian	Pretes	Perlakuan	Postes
Eksperimen	O ₁	X	O ₂
Kontrol	O ₁	C	O ₂

Keterangan :

- X = Kelas eksperimen dengan perlakuan berupa penerapan model *flipped classroom* berbantuan visualisasi 3D
 C = Kelas kontrol dengan perlakuan berupa penerapan pembelajaran konvensional
 O₁ = Pretes yang diberikan pada kedua kelas penelitian sebelum perlakuan
 O₂ = Postes yang diberikan pada kedua kelas penelitian setelah perlakuan
 (Fraenkel, *et al.*, 2012).

C. Variabel Penelitian

Adapun variabel dalam penelitian ini yakni:

1. Variabel bebas
 variabel bebas pada penelitian ini adalah model yang diterapkan, yaitu model *flipped classroom* berbantuan visualisasi 3D pada kelas eksperimen dan konvensional pada kelas kontrol.
2. Variabel Terikat
 Variabel terikat dalam penelitian ini adalah keterampilan mengomunikasikan siswa pada materi alkohol dan eter.
3. Variabel Kontrol
 Dalam penelitian ini, variabel kontrol nya adalah materi alkohol dan eter.

D. Jenis dan Sumber Data Penelitian

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data utama dan data pendukung. Data utama berupa data tes keterampilan mengomunikasikan siswa pretes dan postes penerapan model *flipped classroom* berbantuan visualisasi 3D. Data pendukung berupa data aktivitas siswa. Sumber data penelitian ini adalah seluruh siswa di kelas eksperimen dan kelas kontrol.

E. Perangkat Pembelajaran dan Instrumen Penelitian

1. Perangkat pembelajaran

Perangkat pembelajaran yang digunakan pada penelitian ini adalah modul ajar, dua Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) menggunakan model *flipped classroom* berbantuan visualisasi 3D pendekatan saintifik dan panduan penggunaan *software Avogadro*.

2. Instrumen penelitian

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

- a. Soal pretes dan postes terdiri dari 5 soal dengan total 13 item uraian untuk mengukur keterampilan mengomunikasikan. Soal no 1 untuk indikator mengubah bentuk penyajian dari bentuk narasi menjadi dalam bentuk tabel, soal no 2 terdiri dari dua item untuk indikator membaca gambar, soal no 3 terdiri dari 6 item untuk indikator mengubah bentuk penyajian senyawa dari bentuk 3D ke bentuk 2D, soal no 4 terbagi menjadi tiga bagian, yaitu soal 4a untuk indikator mengubah bentuk penyajian dari tabel ke bentuk grafik batang, soal 4b untuk indikator membaca grafik, dan soal 4c untuk indikator membaca tabel. Soal no 5 untuk indikator membaca gambar.
- b. Rubrik penilaian keterampilan mengomunikasikan menggunakan rentang skor 3–0. Skor 3 diberikan untuk jawaban yang tepat dan lengkap, skor 2 untuk jawaban yang cukup tepat namun kurang lengkap, skor 1 untuk jawaban yang kurang tepat dan skor 0 jika siswa tidak menjawab.
- c. Lembar aktivitas siswa untuk pembelajaran di kelas eksperimen dilakukan pada saat di dalam kelas (*in-class*) yang terdiri dari aspek yang diamati, yakni bertanya, mengemukakan ide atau pendapat dan bekerjasama. Penilaian dilakukan dengan memberikan skor 1 jika siswa menunjukkan aktivitas pada aspek tersebut, dan skor 0 jika tidak menunjukkan aktivitas tersebut sama sekali.

Pengujian instrumen penelitian dilakukan menggunakan validitas dengan cara *judgement* yang dilakukan oleh dosen pembimbing. Pengujian dilakukan dengan cara menelaah kisi-kisi, kesesuaian indikator, tujuan pembelajaran dan butir-butir pertanyaan.

F. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Pada penelitian ini prosedur penelitian terbagi menjadi tiga tahapan yaitu:

1. Tahap persiapan penelitian

Berikut adalah tahapan persiapan penelitian yang dilakukan antara lain:

- a. Meminta izin kepada pihak sekolah dan melakukan observasi untuk melihat karakteristik siswa serta sarana dan prasarana sekolah yang dapat menunjang

penelitian serta melakukan wawancara dengan guru mata pelajaran kimia kelas XII untuk mengetahui proses pembelajaran yang diterapkan di SMA Negeri 10 Bandar Lampung.

- b. Menentukan populasi penelitian dengan menggunakan teknik *purposive sampling* yang kemudian dipilih dua kelas yang akan dijadikan sebagai kelas eksperimen dan kelas kontrol.
- c. Menyusun perangkat pembelajaran dan instrumen tes penelitian, kemudian mengonsultasikan dengan dosen pembimbing.
- d. Memastikan setiap kelompok terdapat perangkat keras (Laptop)
- e. Mengarahkan siswa untuk mendownload *software Avogadro* dan mempelajari panduan penggunaan *software Avogadro*.

2. Tahap pelaksanaan penelitian

Berikut adalah tahapan pelaksanaan penelitian yang dilakukan antara lain:

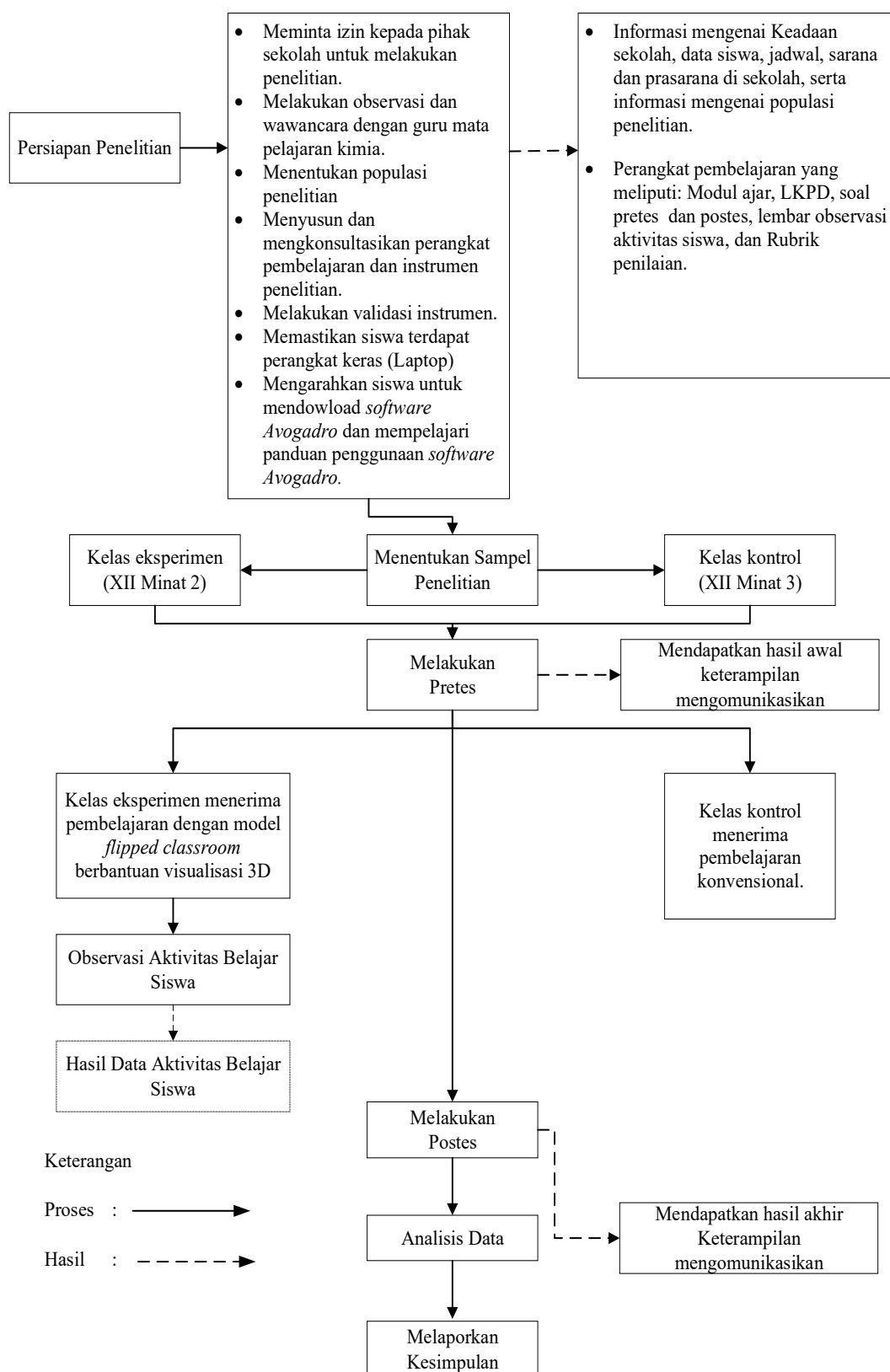
- a. Memberikan pretes yang sama antara kelas eksperimen dan kelas kontrol sebelum diberikan perlakuan.
- b. Melaksanakan kegiatan pembelajaran pada materi alkohol dan eter di kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pembelajaran model *flipped classroom* berbantuan visualisasi 3D diterapkan di kelas eksperimen yang terdiri dari dua kegiatan yaitu kegiatan *pre-class* dan *in-class*, sedangkan kelas kontrol diterapkan pembelajaran konvensional. Aktivitas siswa selama *in-class* di kelas eksperimen juga dicatat melalui lembar aktivitas siswa untuk menilai keterlibatan dalam pembelajaran.
- c. Memberikan postes yang sama antara kelas eksperimen dan kelas kontrol setelah diberikan perlakuan.

3. Tahap akhir penelitian

Prosedur pada tahap akhir adalah sebagai berikut:

- a. Mengumpulkan data pretes dan postes keterampilan mengomunikasikan yang diperoleh dari kelas eksperimen dan kelas kontrol.
- b. Mengolah dan menganalisis data yang telah diperoleh untuk mendapatkan kesimpulan.

Diagram alir penelitian disajikan dalam Gambar 8.



Gambar 8. Diagram Alir Penelitian

G. Analisis Data

1. Analisis data utama

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

a. Perhitungan rata-rata skor siswa

Perhitungan skor pretes dan postes keterampilan mengomunikasikan siswa yang diperoleh, dihitung rata-rata skor siswa dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata skor siswa} = \frac{\text{jumlah skor seluruh siswa}}{\text{jumlah seluruh siswa}}$$

b. Perhitungan *n-gain* setiap siswa

Adapun persamaan atau rumus *n-gain* (Hake, 1998)) adalah sebagai berikut:

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

c. Perhitungan rata-rata *n-gain*

Sebelumnya diperoleh *n-gain* dari setiap siswa, selanjutnya dihitung rata-rata *n-gain* tiap kelas eksperimen yang dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata } n\text{-gain} = \frac{\sum n\text{-gain seluruh siswa}}{\text{jumlah seluruh siswa}}$$

d. Perhitungan rata-rata *n-gain* setiap indikator keterampilan mengomunikasikan

$$\text{Rata-rata } n\text{-gain tiap indikator} = \frac{\sum n\text{-gain tiap keterampilan seluruh peserta didik}}{\text{jumlah seluruh peserta didik}}$$

Hasil perhitungan rata-rata *n-gain* kemudian diinterpretasikan dengan menggunakan kriteria dari Hake (1998) seperti yang tertera pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Kriteria Indeks *n-gain*

<i>n-gain</i>	Kriteria
$n - gain \geq 0,7$	Tinggi
$0,7 > n - gain \geq 0,3$	Sedang
$n\text{-gain} < 0,3$	rendah

2. Analisis data pendukung

Data pendukung dalam penelitian ini adalah penilaian aktivitas siswa. Aktivitas siswa yang diamati dalam proses pembelajaran bertanya, mengemukakan pendapat atau ide, bekerjasama atau berdiskusi dengan kelompok. Analisis terhadap aktivitas siswa dilakukan dengan menghitung persentase masing-masing aktivitas untuk setiap pertemuan dengan rumus:

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

Keterangan:

i: aktivitas siswa yang diamati dalam pembelajaran

Selanjutnya menafsirkan data dengan tafsiran harga persentase aktivitas siswa menurut Arikunto (2013) seperti pada Tabel 6 berikut:

Tabel 6. Kriteria aktivitas siswa

Persentase (%)	Kriteria
80,1% – 100%	Sangat Tinggi
60,15% – 80%	Tinggi
40,1% – 60%	Sedang
20,1% – 40%	Rendah
0,0% – 20%	Sangat Rendah

H. Pengujian Hipotesis

Pengujian hipotesis yang dilakukan yaitu uji normalitas dan homogenitas dengan pengujian hipotesis yang dilakukan yaitu uji statistik parametrik.

a. Uji normalitas

Uji normalitas sampel dilakukan dengan menggunakan program SPSS *Statistics* 27.0 yaitu menggunakan *Uji Kolmogorov Smirnov*. Tingkat normalitas sebaran data dilihat dari *Sig.* di kolom *Kolmogorov Smirnov* pada *output* yang ditampilkan program SPSS *Statistics* 27.0. Sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal dengan nilai signifikansi (*sig.*) > 0,05

Dengan hipotesis untuk uji normalitas:

H_0 : sampel penelitian berasal dari populasi yang berdistribusi normal

H_1 : sampel penelitian berasal dari populasi yang tidak berdistribusi normal

Kriteria ujinya yaitu terima H_0 jika nilai *Sig.* > 0,05 dan tolak H_0 jika nilai *Sig.* < 0,05 (Sudjana, 2005).

b. Uji homogenitas

Uji homogenitas dilakukan dengan uji *Levene Test* menggunakan SPSS *Statistics* 27.0. data yang diperoleh berasal dari varians yang homogen dengan nilai *sig.* > 0,05. Rumusan hipotesis untuk uji ini adalah sebagai berikut:

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

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

Kriteria ujinya yaitu terima H_0 jika nilai *Sig.* > 0,05 dan tolak H_0 jika nilai *Sig.* < 0,05.

c. Uji perbedaan dua rata-rata

Uji perbedaan dua rata-rata digunakan untuk mengetahui efektivitas model *flipped classroom* berbantuan visualisasi 3D pada materi alkohol dan eter untuk meningkatkan keterampilan mengomunikasikan.

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

$H_0: \mu_1 \leq \mu_2$: Rata-rata *n-gain* keterampilan mengomunikasikan siswa di kelas eksperimen lebih rendah atau sama dengan rata-rata *n-gain* keterampilan mengomunikasikan siswa di kelas kontrol.

$H_1: \mu_1 > \mu_2$: Rata-rata *n-gain* keterampilan mengomunikasikan siswa di kelas eksperimen lebih tinggi daripada rata-rata *n-gain* keterampilan mengomunikasikan siswa di kelas kontrol.

Keterangan:

μ_1 : rata-rata *n-gain* keterampilan mengomunikasikan siswa pada materi alkohol dan eter pada kelas eksperimen.

μ_2 : rata-rata *n-gain* keterampilan mengomunikasikan siswa pada materi alkohol dan eter di kelas kontrol (Sudjana, 2005).

Pengujian perbedaan dua rata-rata dalam penelitian ini dilakukan menggunakan uji *Independent Samples t-test* karena sampel penelitian berasal dari populasi yang berdistribusi normal dan homogen. Kriteria pengujian menggunakan SPSS *statistic* 27.0. Kriteria uji penelitian ini adalah menerima H_0 jika nilai *sig* (2-tailed) > 0.05 dan tolak H_0 jika nilai *sig* (2-tailed) < 0.05.

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa pembelajaran dengan model *flipped classroom* berbantuan visualisasi 3D pada materi alkohol dan eter efektif dalam meningkatkan keterampilan mengomunikasikan siswa. Hal ini ditunjukkan dengan rata-rata *n-gain* keterampilan mengomunikasikan siswa yang menggunakan model *flipped classroom* berbantuan visualisasi 3D lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata *n-gain* keterampilan mengomunikasikan di kelas yang menggunakan pembelajaran konvensional. Artinya terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata *n-gain* keterampilan mengomunikasikan siswa di kelas eksperimen dengan rata-rata *n-gain* keterampilan mengomunikasikan siswa di kelas kontrol.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka penulis menyarankan:

1. Pembelajaran menggunakan model *flipped classroom* berbantuan visualisasi 3D dapat diterapkan dalam pembelajaran kimia, khususnya materi alkohol dan eter karena terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan mengomunikasikan siswa.
2. Dalam pelaksanaan pembelajaran model *flipped classroom*, disarankan untuk mempertimbangkan penggunaan LMS (*Learning Management System*) yang dapat digunakan dalam jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, M. 2021. Meningkatkan aktivitas dan hasil belajar siswa menggunakan model flipped classroom melalui aplikasi google classroom. *Indonesian Journal of Educational Development (IJED)*, 2(2), 280-289.
- Andayani, S., & Andrini, V. S. 2021. Efektivitas penerapan model pembelajaran flipped classroom berbantu aplikasi WhatsApp terhadap hasil belajar IPA materi sistem ekskresi manusia siswa kelas VIII SMP Negeri 2 Gondang Kabupaten Nganjuk tahun pelajaran 2020/2021. (*Dissertation*, STKIP PGRI Nganjuk).
- Ardiyansyah, M. 2013. Keefektifan Gambar Statis, Gambar Dinamis Ball-and-Stick, dan Model Molekul Sederhana Dibuat dari Jarum Pentul pada Pembelajaran Bentuk dan Kepolaran Molekul. *Jurnal Pendidikan Sains*, 1(3), 307-314.
- Andoro, I. F. B. 2015. Proses visualisasi sistem operasi berbasis multimedia dengan metode kognitif Piaget di SMK Ibu Kartini Semarang. *Jurnal ICTech*, 10(2), 52-59.
- Arikunto, S. 2013. Metode Penelitian Kualitatif. Jakarta: Bumi Aksara
- Asidiqi, D. F., & Adiputra, D. K. 2023. Pengaruh Media Animasi Flash terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas V Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 7(3), 1485-1492.
- Baker, J. W. 2000. The "Classroom Flip": Using Web course management tools to become the guide by the side. Paper presented at the Proceedings of 11th International Conference on College Teaching and Learning, Jacksonville, FL: Florida Community College at Jacksonville
- Bergman, J., & Sams, A. 2010. *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. United States: The International Society for Technology in Education (ISTE).
- Billings, D. M. 2016. Teaching for practice: Flipping the classroom. *AJN, American Journal of Nursing*, 116(9), 52-56
- Cangara, H. 1998. *Pengantar Ilmu Mengomunikasikan*. Jakarta: PT. Rajagrafindo

- Chang, R. 2005. *Kimia dasar: Konsep-konsep inti* jilid I. Jakarta: Erlangga
- Cornell, T., & Hutchison, G. 2015. Avogadro: Education. Diakses pada 15 Februari 2021, dari <http://www.avogadro/teaching/>.
- De Potter, B., & Hernacki, M. 1999. *Quantum learning: Membiasakan belajar nyaman dan menyenangkan*. Bandung: Kaifa.
- Fauzan, M., Haryadi, H., & Haryati, N. 2021. Penerapan Elaborasi Model Flipped Classroom dan Media Google classroom Sebagai Solusi Pembelajaran Bahasa Indonesia Abad 21. Dwija Cendekia: *Jurnal Riset Pedagogik*, 5(2), 361-371.
- Fitriana, F., Kurniawati, Y., & Utami, L. 2019. Analisis keterampilan proses sains peserta didik pada materi laju reaksi melalui model pembelajaran bounded inquiry laboratory. *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*, 4(2), 226-236.
- Firmansyah, D., Siahaan, J., Supriadi, S., Ariani, S., & Adiguna, S. B. P. (2024). Identification of Functional Group Compound in Nginang Process: Ethnochemistry-Based Teaching Module for High School. *Jurnal Biologi Tropis*, 24(1b), 468-473.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. 2012. *How to design and evaluate research in education* (8th ed.). New York: The McGraw-Hill Companies.
- Gilbert, J. K. 2020. Visualization in Science Education. *International Journal of Science Education*, 42(1), 1–15.
- Hake, R. R. 1998. Interactive-engagement versus traditional methods, a six thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 67-74.
- Hanwell, M. D., Curtis, D. E., Lonie, D. C., Vandermeersch, T., Zurek, E., & Hutchison, G. R. 2010. Avogadro: An advanced semantic chemical editor, visualization, and analysis platform. *Journal of Cheminformatics*, 4, 1-17.
- Harsalinda, R., & Wijayanti, P. H. 2018. Visualisasi sebagai upaya untuk memahami materi teoritis di dalam perkuliahan. *Journal Deutsch als Fremdsprache In Indonesian*, 2(1), 1-14.
- Herreid, C. F., & Schiller, N. A. 2013. Case studies and the flipped classroom. *Journal of College Science Teaching*, 42(5), 62-66.
- Hia, E. K. K., Harahap, A. S., & Nugraha, A. W. 2022. Pengaruh media pembelajaran berbasis 3D dan animasi molekul dengan kooperatif tipe SAVI terhadap hasil belajar kimia peserta didik SMA kelas X pada materi larutan elektrolit dan non-elektrolit. *Educenter: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 1(6), 390-395.

- Humairoh, R., Berlian, L., & Resti, V. D. A. 2024. Pengaruh Model *Flipped Classroom* terhadap Keterampilan Mengomunikasikan Sains Siswa Kelas VII Tema Aneka Ragam Makhluk Hidup. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 14(4), 1186-1193.
- Indiatiningsih, I. 2020. Penggunaan Media Plastisin Sebagai Alternatif Pengganti Molymod Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Psikomotorik Siswa Pada Pokok Bahasan Struktur Senyawa Alkana, Alkena dan Alkuna. *Inteligensi: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(1), 23-32.
- Jamun, Y. M. 2018. Dampak teknologi terhadap pendidikan. *Jurnal pendidikan dan kebudayaan missio*, 10(1), 48-52.
- Jdaitawi, M. 2019. The effect of flipped classroom strategy on students learning outcomes. *International Journal of Instruction*, 12(3), 665-680.
- Johnson, G. B. 2013. *Student perception of the flipped classroom*. University of British Columbia.
- Kemendikbud. 2013. *Kompetensi Dasar Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah (SMA/MA)*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Lage, M. J., Platt, G. J., & Treglia, M. 2000. Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment. *The Journal of Economic Education*, 31(1), 30-43.
- Maahury, M. F., Hasanela, N., Souhoka, F. A., Sapulete, S. M., & Sutapa, I. W. 2023. Penggunaan Avogadro untuk memperkenalkan bentuk molekul sederhana pada SMP Negeri 27 Maluku Tengah. *Innovation for Community Service Journal*, 1(2), 11-16.
- Maahury, M. F., Sohilait, M. R., & Rahayu, R. 2022. Pelatihan penggunaan perangkat lunak Avogadro pada siswa SMA Negeri 42 Maluku Tengah secara online. *Jurnal Warta Desa (JWD)*, 4(1), 1-7.
- Maha, S. R. 2023. Pengaruh penerapan metode pembelajaran diskusi db tanya jawab terhadap minat belajar siswa pada kelas X MAN Dairi. *Jurnal Penelitian Ilmu Pendidikan Indonesia*, 2(4), 378-383.
- Marfuah, M. 2017. Meningkatkan keterampilan mengomunikasikan peserta didik melalui model pembelajaran kooperatif tipe jigsaw. *Jurnal Pendidikan Ilmu Sosial (JPIS)*, 26(2), 148-160.
- Muslimin, A. I. 2020. *Retrospeksi Pandemi Covid-19 Dengan Flipped Language Class+1: Keterlibatan, Peran Teknologi, dan Implikasi*. In P. S. Jayendra (Ed.), *Adaptasi di Masa Pandemi: Kajian Multidisipliner*. Bandung: Nilacakra.

- OECD. 2023. *Program For International Student (PISA) 2022 Assessment and Analytical Framework*. In OECD (Organisation for Economic Co-Operation and Development) Publishing. 290 p
- Purnamasari, J., Wardhani, S., & Nawawi, S. 2021. Analisis soal keterampilan proses sains (kps) pada materi biologi di sma kota palembang. *Bioilmi: Jurnal Pendidikan*, 7(1), 9-17.
- Putri, M. A., Salsabilla, S., Yusuf, S., & Susilo, B. E. (2024, February). Studi Literatur: Penerapan Metode Pembelajaran Diskusi Kelompok untuk Meningkatkan Keterampilan Komunikasi Siswa di Sekolah Menengah Pertama. In Prisma, *Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 1(7), 437-441.
- Putri, N. A. N., Widiyowati, I. I., & Masruhim, M. A. 2021. Pengaruh model pembelajaran flipped classroom terhadap hasil belajar siswa pada pokok bahasan larutan penyangga. *Bivalen: Chemical Studies Journal*, 4(1), 13-16.
- Ramadhina, K. 2024. *Pengaruh Model Flipped Classroom Tipe Peer Instruction terhadap Keterampilan Mengomunikasikan Siswa dalam Pembelajaran IPS Kelas IV Sekolah Dasar (Dissertation, Universitas Negeri Jakarta)*.
- Rambe, S. D., Manurung, P., & Syarqawi, A. 2022. Faktor Pendukung Dalam Mengembangkan Keterampilan Mengomunikasikan Siswa Di Smp It Bunayya Padangsidempuan. *Al-Mursyid: Jurnal Ikatan Alumni Bimbingan dan Konseling Islam (IKABKI)*, 4(1). 1-10.
- Rayan, B., & Rayan, A. 2017. Avogadro program for chemistry education: To what extent can molecular visualization and three-dimensional simulations enhance meaningful chemistry learning. *World Journal of Chemical Education*, 5(4), 136-141.
- Rustaman, N. 2005. *Strategi pembelajaran mengajar biologi*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Saputra, M. E. A., & Mujib, M. 2018. Efektivitas model flipped classroom menggunakan video pembelajaran matematika terhadap pemahaman konsep. *Desimal: Jurnal Matematika*, 1(2), 173-179.
- Saraswati, T. E., Saputro, S., Ramli, M., Praseptianga, D., Khasanah, N., & Marwati, S. 2017. Understanding valence-shell electron-pair repulsion (VSEPR) theory using origami molecular models. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 795, No. 1, p. 012066). IOP Publishing.
- 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), 403-414.

- Semiawan, C., Tangyong, A. F., Belen, S., & Yulaelawati, M. 1992. *Pendekatan Keterampilan Proses*, Jakarta: PT. Grasindo Siti
- 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*. Bandung: Tarsito.
- Sugiyono. 2016. *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: PT Alfabet.
- Sunarya, Y., & Setiabudi, A. 2009. *Mudah dan Aktif Belajar Kimia untuk Kelas XII Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah Program Ilmu Pengetahuan Alam*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- State, T. 2023. Pisa 2022. *In Pisa 2022 : Vol. I*. 488 hlm.
- Trowbridge, L. W., & Bybee, R. W. 1990. *Becoming A Secondary School Teacher*. Charles E. Columbus: Merrill Publishing Company.
- Wibowo. 2012. *Manajemen Kinerja Edisi Ketiga*, Cetakan Keenam, PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Yasmin, A. D. 2023. AR-Learning: Media pembelajaran berbasis mobile dengan visualisasi 3 dimensi sebagai upaya untuk meningkatkan critical thinking siswa. *Didaktika: Jurnal Kependidikan*, 10(4), 751-760.
- Yuliani, G., Dianhar, H., & Suhendar, A. 2022. *Buku Panduan Guru Kimia untuk SMA/MA Kelas XII*. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Yuliati, Y. 2016. Peningkatan keterampilan proses sains siswa sekolah dasar melalui model pembelajaran berbasis masalah. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 2(2), 71-83.
- Yulietri, F., & Mulyoto, M. 2015. Model flipped classroom dan discovery learning pengaruhnya terhadap prestasi belajar matematika ditinjau dari kemandirian belajar. *Jurnal Teknodika*, 13(2), 5-17.
- Yuanita, E., Sudirman, S., Ulfa, M., Dharmayani, N. K. T., Sumarlan, I., & Sudarma, I. M. 2018. Aplikasi Chemdraw dan Avogadro untuk meningkatkan pemahaman dan minat dalam bidang kimia. *Jurnal Pendidikan dan Pengabdian Masyarakat*, 1(2)., 1-6.