

EFEKTIVITAS *FLIPPED CLASSROOM* DENGAN KERANGKA *DEEP LEARNING* BERBASIS *MULTIPLE REPRESENTATIONS* PADA MATERI KESETIMBANGAN KIMIA UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PROSES SAINS

(Skripsi)

Oleh

**SAYU FENI SINTA DEWI
NPM 2213023001**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

EFEKTIVITAS *FLIPPED CLASSROOM* DENGAN KERANGKA *DEEP LEARNING* BERBASIS *MULTIPLE REPRESENTATIONS* PADA MATERI KESETIMBANGAN KIMIA UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PROSES SAINS

Oleh

SAYU FENI SINTA DEWI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PENDIDIKAN**

Pada

**Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

EFEKTIVITAS *FLIPPED CLASSROOM* DENGAN KERANGKA *DEEP LEARNING* BERBASIS *MULTIPLE REPRESENTATIONS* PADA MATERI KESETIMBANGAN KIMIA UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PROSES SAINS

Oleh

SAYU FENI SINTA DEWI

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan efektivitas pembelajaran menggunakan strategi *flipped classroom* dengan kerangka *deep learning* berbasis *multiple representations* pada materi kesetimbangan kimia dalam meningkatkan keterampilan proses sains. Populasi penelitian meliputi seluruh peserta didik kelas XI.F SMA Negeri 15 Bandar Lampung Tahun Ajaran 2025/2026 yang berjumlah 175 peserta didik. Sampel ditentukan menggunakan teknik *purposive sampling*, dengan kelas XI.F.4 sebagai kelas eksperimen dan XI.F.5 sebagai kelas kontrol. Kelas eksperimen diberikan pembelajaran *flipped classroom* dengan kerangka *deep learning* berbasis *multiple representations*, sedangkan kelas kontrol menggunakan pembelajaran konvensional. Penelitian ini menggunakan metode *quasi experimental* dengan desain *nonequivalent pretest-posttest control group*. Analisis data dilakukan dengan menggunakan uji *Independent Sample t-test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata *N-gain* keterampilan proses sains peserta didik pada kelas eksperimen sebesar 0,67 dengan kriteria sedang dan lebih tinggi secara signifikan dibandingkan kelas kontrol. Dengan demikian, pembelajaran *flipped classroom* yang terintegrasi *deep learning* berbasis *multiple representations* pada materi kesetimbangan kimia efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik.

Kata kunci: *flipped classroom*, *deep learning*, *multiple representations*, keterampilan proses sains, kesetimbangan kimia

ABSTRACT

THE EFFECTIVENESS OF THE FLIPPED CLASSROOM WITH A DEEP LEARNING FRAMEWORK SUPPORTED BY MULTIPLE REPRESENTATIONS IN CHEMICAL EQUILIBRIUM MATERIALS TO ENHANCE SCIENTIFIC PROCESS SKILLS

By

SAYU FENI SINTA DEWI

This study aims to describe the effectiveness of learning using the flipped classroom strategy deep learning and supported by multiple representations in the topic of chemical equilibrium for improving science process skills. The study population consisted of all 175 students in Class XI.F.4 at State High School 15 in Bandar Lampung during the 2025/2026 academic year. The sample was selected using purposive sampling, with Class XI.F.4 serving as the experimental class and Class XI.F.5 as the control class. The experimental class received flipped classroom instruction integrated with deep learning supported by multiple representations, while the control class used conventional instruction. This study employed a quasi-experimental method with a nonequivalent pretest-posttest control group design. Data analysis was conducted using the Independent Sample t-test. The results of the study indicate that the average N-gain for students' science process skills in the experimental class was 0.67, which falls into the moderate category and is significantly higher than that of the control class. Thus, flipped classroom instruction integrated with deep learning based on multiple representations in the topic of chemical equilibrium is effective in improving students' science process skills.

Key words: flipped classroom, deep learning, multiple representations, science process skills, chemical equilibrium

Judul Skripsi : EFEKTIVITAS *FLIPPED CLASSROOM*
DENGAN KERANGKA *DEEP LEARNING*
BERBASIS *MULTIPLE REPRESENTATIONS*
PADA MATERI KESETIMBANGAN KIMIA
UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN
PROSES SAINS

Nama Mahasiswa : Sayu Feni Sinta Dewi

No. Pokok Mahasiswa : 2213023001

Program Studi : Pendidikan Kimia

Jurusan : Pendidikan MIPA

Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan



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

Ni Putu Rahma Agustina, S.Si., M.Si.P.
NIP 19970817 202406 2 001

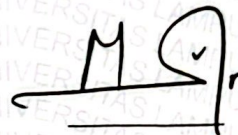
2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

Dr. Nurhanurawati, M.Pd.
NIP 19670808 199103 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji
Ketua

: Dr. M. Setyarini, M.Si.



Sekretaris

: Ni Putu Rahma Agustina, S.Si., M.Si.P.



Penguji
Bukan Pembimbing

: Dra. Ila Rosilawati, M.Si.



2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



: Dedi Setiawan, S.Pd., M.Pd.
NIP.19870504 201404 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 26 Juni 2026

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sayu Feni Sinta Dewi
Nomor Pokok Mahasiswa : 2213023001
Program Studi : Pendidikan Kimia
Jurusan : Pendidikan MIPA

Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya, bahwa dalam skripsi saya yang berjudul “Efektivitas *Flipped Classroom* dengan Kerangka *Deep Learning* Berbasis *Multiple Representations* Pada Materi Kesetimbangan Kimia Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains”, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi dan sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari pernyataan ini tidak benar, maka saya akan bertanggung jawab sepenuhnya. Demikianlah surat pernyataan saya buat dengan sebenarnya.

Bandar Lampung, 26 Juni 2026
Yang Menyatakan,



Sayu Feni Sinta Dewi
NPM 2213023001

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 8 Februari 2004, Kec. Bumi Waras, Kab. Kota Bandar Lampung sebagai anak pertama dari tiga bersaudara, dari pasangan bapak Sukaning dan ibu Yanti. Pendidikan formal diawali di TK Xaverius 1 Way Halim lulus pada tahun 2010, kemudian pada tahun 2010 melanjutkan pendidikan di SD Xaverius 3 Way Halim lulus tahun 2016, kemudian melanjutkan pendidikan di SMP Xaverius 4 Way Halim dan lulus pada tahun 2019, lalu melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 10 Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2022.

Pada tahun 2022, penulis diterima sebagai mahasiswa didik Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam beberapa organisasi internal yaitu pada tahun 2022 menjadi anggota bidang Pendidikan Forum Silaturahmi Mahasiswa Pendidikan Kimia (Fosmaki). Penulis pernah menjadi asisten praktikum Termodinamika Kimia pada tahun 2024 dan asisten praktikum Kinetika Kimia pada tahun 2025.

Pada Desember 2025, penulis melaksanakan Pengenalan Lingkungan Persekolahan (PLP) di SMA Negeri 4 Tumijajar dan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Gunung Menanti Kecamatan Tumijajar Kabupaten Tulang Bawang Barat.

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan puji dan syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan kemudahan yang diberikan, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan, dengan ketulusan hati skripsi ini dipersembahkan kepada:

Ayahanda Sukaning dan Ibunda Fitriani

“Terima kasih atas doa, kasih sayang, dan dukungan yang senantiasa diberikan tanpa henti. Segala pengorbanan dan kesabaran menjadi sumber kekuatan dalam setiap langkah kehidupan. Terima kasih atas bimbingan, doa yang tak pernah putus, serta dukungan moral dan materiil yang begitu berarti”.

Adik-adik Tercinta, Made Brahma dan Sayu Prilly

“Terima kasih atas doa dan dukungan kalian yang selalu menyertai setiap langkah, serta semangat yang diberikan”.

Para Pendidik Saya

(Guru dan Dosen)

“Terima kasih atas ilmu, arahan, serta kesabaran dan dedikasi yang telah diberikan sehingga proses pembelajaran dapat dilalui dengan baik hingga studi ini terselesaikan”.

Prima Teruna

“Terima kasih atas perhatian dan semangat yang selalu diberikan hingga skripsi ini dapat terselesaikan”.

Almamater Tercinta, Universitas Lampung

MOTTO

“Tidak ada mimpi yang terlalu tinggi. Tidak ada mimpi yang patut untuk diremehkan. Lambungkan setinggi yang kau inginkan dan gapailah dengan selayaknya yang kau harapkan”.

(Maudy Ayunda)

“Success comes to those who keep trying, even when others start to give up”.

(Mark Zuckerberg)

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 *Flipped Classroom* dengan Kerangka *Deep Learning* Berbasis *Multiple Representations* pada Materi Kesetimbangan Kimia untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Albet Maydiantoro, S.Pd., 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 Ni Putu Rahma Agustina, S.Si., M.Si.P., 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 Dini Andriani, S.Pd., M.Pd., selaku guru pamong di SMA Negeri 15 Bandar Lampung atas kesediaan, bantuan dan kerjasamanya selama penelitian berlangsung;

8. Ayah Sukaning, Ibunda Fitriani, serta kedua adik saya Gusti Brahma dan Sayu Prilly atas dukungan serta doa yang diberikan untuk menyelesaikan skripsi ini;
9. Rekan tim skripsi dan penelitian Aprila dan Vedra atas kebersamaan, dukungan, saran, dalam menyusun skripsi ini;
10. Wayan Prima 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;
11. Sahabat saya Zila, Valen, Naurah, dan Egi atas dukungan dan bantuan dalam menyelesaikan skripsi ini;
12. Teman-teman seperjuangan Pendidikan Kimia 2022 yang telah banyak membantu dan memberi semangat dan saling membantu selama menempuh pendidikan di Universitas Lampung;
13. 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.

Bandar Lampung, 26 Juni 2026
Penulis

Sayu Feni Sinta Dewi
NPM 2213023001

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	8
II. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 <i>Deep Learning</i>	9
2.2 <i>Flipped Classroom</i>	14
2.3 <i>Multiple Representations</i>	17
2.4 Keterampilan Proses Sains	19
2.5 Penelitian Yang Relevan	21
2.6 Kerangka Pemikiran	23
2.7 Anggapan Dasar	25
2.8 Hipotesis Penelitian	25
III. METODE PENELITIAN	26
3.1 Populasi dan Sampel	26
3.2 Desain Penelitian	26
3.3 Variabel Penelitian	27
3.4 Jenis dan Sumber Data Penelitian	27
3.5 Perangkat Pembelajaran dan Validasi Perangkat Pembelajaran	28
3.6 Instrumen Penelitian dan Validasi Instrumen	28
3.7 Prosedur Pelaksanaan Penelitian	30
3.8 Analisis Data dan Pengujian Hipotesis	33

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Hasil Penelitian	40
4.2 Pembahasan	48
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	71
5.1 Simpulan	71
5.2 Saran	71
DAFTAR PUSTAKA.....	72
LAMPIRAN.....	73
1. Modul Ajar Kurikulum Merdeka	77
2. Lembar Kerja Peserta Didik	87
3. Kisi-Kisi <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Keterampilan Proses Sains	137
4. Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	140
5. Rubrik Penskoran <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Keterampilan Proses Sains	148
6. Lembar Observasi Aktivitas Peserta Didik.....	161
7. Lembar Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran <i>Out Class</i> Pada Pertemuan 1, 2, dan 3.....	164
8. Rubrik Penskoran Keterlaksanaan Pembelajaran <i>Out Class</i> Pada Pertemuan 1, 2 dan 3.....	167
9. Lembar Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran <i>In Class</i> Pada Pertemuan 1, 2, dan 3	176
10. Data Aktivitas Peserta Didik Kelas Eksperimen	192
11. Data Skor <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Keterampilan Proses Sains	194
12. Perhitungan <i>N-gain</i> Keterampilan Proses Sains	202
13. Hasil Output Uji Hipotesis.....	206
14. Dokumentasi Penelitian	208
15. Surat Balasan telah Menyelesaikan Pra Penelitian	209
16. Surat Balasan telah Menyelesaikan Penelitian	210

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Keterampilan Proses Sains Dasar dan Terintegrasi serta Indikatornya.....	20
2.2 Penelitian yang Relevan.....	21
3.1 Desain Penelitian.....	26
3.2 Kriteria <i>N-gain</i>	34
3.3 Kriteria Aktivitas Peserta Didik	35
3.4 Kriteria Aktivitas Peserta Didik untuk Keterlaksanaan Pembelajaran.....	35
4.1 Hasil Uji Normalitas terhadap <i>N-gain</i> KPS	43
4.2 Hasil Uji Homogenitas terhadap <i>N-gain</i> KPS.....	43
4.3 Hasil Uji Perbedaan Dua Rata-rata terhadap <i>N-gain</i> KPS	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Kerangka kerja <i>deep learning</i>	11
2.2 <i>Bloom's Revised Taxonomy in the flipped classroom</i>	16
2.3 Segitiga representasi kimia	19
2.4 Kerangka pemikiran	24
3.1 Bagan alur penelitian.....	32
4.1 Rata-rata skor <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> keterampilan proses sains.	40
4.2 Rata-rata <i>N-gain</i> keterampilan proses sains pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.....	41
4.3 Rata-rata <i>N-gain</i> setiap indikator keterampilan proses sains.	42
4.4 Rata-rata persentase aktivitas peserta didik pada setiap pertemuan di kelas eksperimen.	44
4.5 Rata-rata persentase aktivitas peserta didik berdasarkan aspek yang diamati setiap pertemuan di kelas eksperimen.....	45
4.6 Rata-rata persentase keterlaksanaan tahapan <i>out class</i> dan <i>in class</i> pada setiap pertemuan di kelas eksperimen.....	47
4.7 Unggahan hasil pengerjaan LKPD serta dokumentasi aktivitas belajar peserta didik pada kegiatan <i>out class</i> melalui <i>Google Classroom</i>	49
4.8 Jawaban yang ditulis peserta didik pada indikator mengamati pengalaman belajar mengaplikasi LKPD 1.....	51
4.9 Jawaban yang ditulis peserta didik pada indikator mengamati pengalaman belajar mengaplikasi LKPD 2.....	53
4.10 Jawaban yang ditulis peserta didik pada indikator mengamati pengalaman belajar memahami LKPD 3.	54

4.11	Jawaban yang ditulis peserta didik pada indikator mengamati pengalaman belajar mengaplikasi LKPD 3.	55
4.12	Wacana yang digunakan dalam pembelajaran <i>out class</i> pada pengalaman belajar memahami LKPD 1.	57
4.13	Jawaban yang ditulis peserta didik pada indikator mengontrol variabel pengalaman belajar memahami LKPD 1.	58
4.14	Wacana yang digunakan dalam pembelajaran <i>out class</i> pada pengalaman belajar memahami LKPD 3.	59
4.15	Jawaban yang ditulis peserta didik pada indikator mengontrol variabel pengalaman belajar memahami LKPD 3.	60
4.16	Jawaban yang ditulis peserta didik pada indikator menginferensi pengalaman belajar memahami LKPD 1.	62
4.17	Jawaban yang ditulis peserta didik pada indikator menginferensi pengalaman belajar mengaplikasi dan merefleksi LKPD 1.	63
4.18	Jawaban yang ditulis peserta didik pada indikator menginferensi pengalaman belajar memahami LKPD 2.	64
4.19	Jawaban yang ditulis peserta didik pada indikator menginferensi pengalaman belajar mengaplikasi dan merefleksi LKPD 2.	65
4.20	Jawaban yang ditulis peserta didik pada indikator menginferensi pengalaman belajar memahami LKPD 3.	66
4.21	Jawaban yang ditulis peserta didik pada indikator menginferensi pengalaman belajar mengaplikasi LKPD 3.	67

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembelajaran sains pada hakikatnya tidak hanya berfokus pada penguasaan konsep, tetapi juga menekankan proses ilmiah dalam membangun pengetahuan. Sains dipahami sebagai produk, proses, dan sikap ilmiah yang saling berkaitan, maka pembelajaran perlu memberikan pengalaman langsung kepada peserta didik untuk melakukan kegiatan ilmiah. Melalui proses ilmiah, peserta didik dilatih untuk mengamati fenomena, mengidentifikasi dan mengontrol variabel, menafsirkan data, serta menarik kesimpulan berdasarkan bukti empiris yang dikenal sebagai keterampilan proses sains (Ongowo & Indoshi, 2013). Sejalan dengan tuntutan kompetensi abad ke-21, pembelajaran sains juga diarahkan untuk mengembangkan kemampuan peserta didik untuk *critical thinking* (penalaran kritis), *creativity* (kreativitas), *collaboration* (kolaborasi), *communication* (komunikasi), *citizenship* (kewargaan), dan *character* (karakter) yang biasa dikenal sebagai kompetensi 6C (Astuti, 2024). Oleh karena itu, pembelajaran perlu dirancang tidak hanya untuk mentransfer konsep, tetapi juga untuk melatih proses ilmiah dan mengembangkan kompetensi secara utuh.

Dalam konteks pembelajaran sains, keterampilan proses sains berkembang dengan pengalaman belajar yang memberi ruang bagi peserta didik untuk mengamati fenomena, menguji hubungan antar variabel, serta menarik kesimpulan berdasarkan bukti empiris (Sari dkk., 2025). Penguasaan keterampilan tersebut tidak terbentuk secara instan, melainkan melalui latihan sistematis dan keterlibatan dalam aktivitas penyelidikan. Pembelajaran yang menempatkan peserta didik sebagai pelaku

utama dalam proses ilmiah berkontribusi terhadap peningkatan kemampuan analisis dan penalaran ilmiah (Tawil, 2024).

Ketika praktik pembelajaran di Sekolah, penguatan keterampilan proses sains masih menghadapi berbagai tantangan. Peserta didik sering kali belum terbiasa menganalisis data, mengidentifikasi hubungan sebab akibat, serta menarik kesimpulan berdasarkan bukti empiris, karena kesempatan untuk terlibat dalam aktivitas ilmiah yang sistematis masih terbatas (Arrofa dkk., 2025). Kondisi ini diperkuat oleh hasil *Programme for International Student Assessment (PISA) 2022* yang menunjukkan bahwa rata-rata skor sains peserta didik Indonesia sebesar 383 masih berada di bawah rata-rata OECD (OECD, 2023).

Kerangka PISA 2022 mendefinisikan literasi sains tidak hanya sebagai penguasaan konsep, tetapi juga kemampuan menjelaskan fenomena secara ilmiah, mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah, serta menafsirkan data dan bukti ilmiah. Sebagai contoh, beberapa soal sains PISA menuntut peserta didik menginterpretasikan data, mengevaluasi informasi ilmiah, dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti yang tersedia. Kompetensi ini berkaitan dengan keterampilan proses sains, terutama pada aspek mengamati, mengontrol variabel, menafsirkan data, dan menginferensi. Hasil PISA 2022 menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik Indonesia masih berada pada Level 1a dan Level 2 yang menunjukkan kemampuan mereka masih terbatas pada penggunaan pengetahuan ilmiah dasar dan interpretasi data sederhana. Kemampuan yang melibatkan evaluasi penyelidikan ilmiah, interpretasi data yang lebih kompleks, serta penalaran berbasis bukti umumnya berkembang pada level yang lebih tinggi (OECD, 2023).

Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan soal literasi sains berbasis PISA masih rendah, terutama pada aspek keterampilan proses sains seperti menganalisis data dan menarik kesimpulan ilmiah (Bungawati, 2024). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa peserta didik masih mengalami kesulitan dalam soal sains yang menuntut penalaran ilmiah dan interpretasi data pada soal PISA (Sari & Rosdiana, 2024).

Oleh karena itu, penguatan keterampilan proses sains dalam pembelajaran sains menjadi penting untuk ditingkatkan.

Fakta rendahnya keterampilan proses sains juga diperkuat oleh hasil observasi dan wawancara dengan guru kimia di SMA Negeri 15 Bandar Lampung. Hasil observasi dan wawancara menunjukkan bahwa proses pembelajaran masih didominasi oleh penyampaian materi oleh guru. Interaksi pembelajaran seperti tanya jawab dan pemberian latihan soal telah dilakukan, tetapi keterlibatan peserta didik dalam kegiatan diskusi dan praktikum masih belum berlangsung secara maksimal. Beberapa materi yang berpotensi melatih keterampilan proses sains melalui kegiatan praktikum, termasuk kesetimbangan kimia, juga belum dilaksanakan secara konsisten. Kondisi ini menyebabkan kesempatan peserta didik untuk melatih keterampilan proses sains, khususnya pada aspek mengamati, mengontrol variabel, dan menginferensi, masih terbatas.

Materi kesetimbangan kimia dipilih karena memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk melakukan pengamatan terhadap perubahan sistem, menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi pergeseran kesetimbangan, serta menarik kesimpulan berdasarkan hasil percobaan. Aktivitas tersebut berkaitan dengan keterampilan proses sains yang diperlukan dalam pembelajaran sains (Purba dkk., 2021).

Rendahnya keterampilan proses sains serta keterbatasan keterlibatan peserta didik dalam kegiatan diskusi dan praktikum menunjukkan perlunya kerangka pembelajaran yang mampu memberikan kesempatan lebih luas bagi peserta didik untuk terlibat aktif dalam proses pembelajaran. Kebutuhan akan pembelajaran yang lebih aktif dan bermakna mengarah pada penggunaan kerangka pembelajaran tertentu.

Salah satu kerangka yang menjadi dasar dalam pengembangan kurikulum adalah pembelajaran mendalam (*deep learning*), sebagaimana tercantum dalam Peraturan Menteri Pendidikan Dasar dan Menengah Nomor 13 Tahun 2025 tentang kerangka dasar kurikulum (Kemendikdasmen, 2025). Pendekatan *deep learning* berlandaskan tiga prinsip utama, yaitu *mindful learning*, *meaningful learning*, dan *joyful*

learning. *Mindful learning* menekankan keterlibatan sadar peserta didik dalam proses belajar, *meaningful learning* menekankan keterkaitan materi dengan konteks nyata, sedangkan *joyful learning* menekankan pengalaman belajar yang aktif dan menyenangkan. Melalui penerapan ketiga prinsip dalam pembelajaran *deep learning*, pembelajaran tidak hanya berorientasi pada penguasaan materi, tetapi juga pada pengembangan kompetensi dan karakter peserta didik melalui dimensi profil lulusan, seperti keimanan dan ketakwaan, kewargaan, penalaran kritis, kreativitas, kolaborasi, kemandirian, kesehatan, dan komunikasi.

Pencapaian dimensi profil lulusan didukung melalui pengalaman belajar yang melibatkan proses memahami, mengaplikasikan, dan merefleksikan pengetahuan. Implementasi ketiga pengalaman belajar memerlukan pengaturan aktivitas belajar yang memungkinkan peserta didik membangun pengetahuan awal sebelum pembelajaran berlangsung di kelas. Pada implementasinya, kerangka *deep learning* memerlukan praktik pedagogis yang memberi kesempatan kepada peserta didik untuk mempersiapkan diri sebelum pembelajaran dan memperdalam pemahaman konsep selama kegiatan pembelajaran berlangsung (Kemendikdasmen, 2025). Pembelajaran yang memberikan pengalaman belajar bermakna serta melibatkan peserta didik secara aktif diketahui dapat mendukung pengembangan keterampilan ilmiah, termasuk keterampilan proses sains (Fatimah & Wiji, 2025).

Implementasi pembelajaran mendalam juga memerlukan pengaturan kegiatan belajar yang memungkinkan peserta didik mempersiapkan diri sebelum pembelajaran di kelas. Dalam pembelajaran kimia, pemahaman konsep sering memerlukan waktu yang cukup serta pengetahuan awal yang memadai agar peserta didik dapat mengikuti proses pembelajaran secara optimal. Salah satu strategi yang dapat mendukung kondisi tersebut adalah *flipped classroom*. Strategi ini mengatur kegiatan belajar menjadi dua tahap, yaitu pembelajaran awal yang dilakukan secara mandiri di luar kelas (*out class*) dan kegiatan tatap muka langsung di kelas (*in class*) yang dimanfaatkan untuk diskusi, pemecahan masalah, maupun pendalaman konsep (Bergmann & Sams, 2023). Penerapan *flipped classroom* dalam pembelajaran juga dilaporkan mampu meningkatkan keterlibatan dan aktivitas belajar peserta didik karena mereka telah memiliki kesiapan awal sebelum kegiatan

pembelajaran (Zainuddin dkk., 2019). Pada konteks pembelajaran kimia, strategi tersebut perlu didukung oleh representasi yang tepat agar peserta didik dapat memahami konsep secara lebih utuh. Kebutuhan ini menjadi penting terutama pada materi kesetimbangan kimia karena peserta didik perlu menghubungkan perubahan yang diamati selama peristiwa kesetimbangan dengan proses yang terjadi pada tingkat partikel dan representasi simbolik.

Karakteristik materi kesetimbangan kimia yang banyak melibatkan fenomena yang tidak dapat diamati secara langsung menuntut adanya dukungan representasi yang tepat dalam pembelajaran. Beberapa fenomena kimia, seperti proses pembentukan partikel, tidak dapat diamati secara langsung melalui alat indra sehingga peserta didik memerlukan bantuan visual maupun simbolik untuk memahami hubungan antar konsep secara lebih jelas (Busada & Aini, 2024). Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mendukung proses pemahaman konsep pada peserta didik adalah *multiple representations*. Melalui ketiga level representasi yang dikemukakan oleh Johnstone, yaitu makroskopik, submikroskopik, dan simbolik, peserta didik dapat menghubungkan suatu fenomena yang diamati dengan penjelasan pada tingkat partikel serta simbol kimia sehingga pemahaman konsep menjadi lebih utuh (Rahmawati dkk., 2022). Hal ini juga sejalan dengan temuan menurut Hardiyansyah dkk. (2024) yang menyatakan bahwa pemanfaatan berbagai representasi dalam pembelajaran kimia berkontribusi terhadap peningkatan pemahaman konsep dan kualitas penalaran peserta didik.

Pemanfaatan *multiple representations* dalam pembelajaran diarahkan pada perancangan aktivitas yang mendukung implementasi *flipped classroom* dengan kerangka *deep learning*. Pada tahap *out class*, peserta didik diberikan suatu fenomena kontekstual dan video percobaan terkait faktor-faktor yang memengaruhi pergeseran kesetimbangan kimia. Melalui kegiatan pembelajaran pada tahap *out class*, peserta didik mengumpulkan informasi awal sebagai dasar pembentukan konsep. Aktivitas pembelajaran melatih indikator KPS mengontrol variabel yang meliputi mengidentifikasi, menjaga, dan memanipulasi variabel, serta mengarahkan peserta didik pada pengalaman belajar memahami, karena peserta didik secara

sadar membangun pemahaman awal dan menghubungkannya dengan konteks nyata, sehingga mencerminkan prinsip *mindful learning* dan *meaningful learning*.

Selanjutnya, pada tahap *in class*, peserta didik mengembangkan pemahaman melalui kegiatan mengamati data hasil percobaan, mengaitkan perubahan dengan representasi submikroskopik dan simbolik, serta menelaah hasil pengamatan untuk menarik kesimpulan. Melalui diskusi, peserta didik menafsirkan hasil berdasarkan data yang diperoleh. Kegiatan yang dilakukan peserta didik melatih indikator KPS mengamati dan menginferensi serta mengarahkan pada pengalaman belajar meng-aplikasi, karena peserta didik terlibat aktif dalam pengalaman belajar melalui kegiatan eksperimen, sehingga mencerminkan prinsip *meaningful learning* dan *joyful learning*. Proses pembelajaran juga melatih indikator KPS menginferensi sekaligus membantu peserta didik merefleksikan pemahaman, karena peserta didik mengevaluasi dan memaknai kembali pengalaman belajar yang telah dilakukan, sehingga mencerminkan prinsip *mindful learning* dan *meaningful learning*.

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan, perlu dilakukan penelitian dengan judul “Efektivitas *Flipped Classroom* dengan Kerangka *Deep Learning* Berbasis *Multiple Representations* pada Materi Keseimbangan Kimia untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains.”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: bagaimana efektivitas *flipped classroom* dengan kerangka *deep learning* berbasis *multiple representations* pada materi keseimbangan kimia dapat meningkatkan keterampilan proses sains?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah: untuk mendeskripsikan efektivitas *flipped classroom* dengan kerangka *deep*

learning berbasis *multiple representations* pada materi kesetimbangan kimia dapat meningkatkan keterampilan proses sains.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan berbagai manfaat bagi:

1.4.1 Guru

Dapat menjadi referensi bagi guru dalam merancang pembelajaran inovatif pada materi kesetimbangan kimia melalui penerapan *flipped classroom* dengan kerangka *deep learning* berbasis *multiple representations*. Melalui strategi pembelajaran yang diterapkan, guru dapat lebih mudah memfasilitasi keterlibatan aktif peserta didik, mengoptimalkan proses pembelajaran yang berpusat pada peserta didik, serta meningkatkan keterampilan proses sains secara terarah.

1.4.2 Peserta Didik

Dapat membantu peserta didik memahami konsep kesetimbangan kimia yang bersifat abstrak secara lebih utuh melalui *multiple representations* yaitu (makroskopik, submikroskopik, dan simbolik). Selain itu, penerapan *flipped classroom* dengan kerangka *deep learning* mendorong kemandirian, keaktifan, dan sikap ilmiah, sehingga keterampilan proses sains mereka dapat berkembang optimal.

1.4.3 Sekolah

Dapat mendukung peningkatan mutu pembelajaran kimia di sekolah, khususnya dalam mewujudkan capaian pembelajaran kurikulum merdeka fase F. Melalui penerapan strategi pembelajaran abad ke-21 yang berorientasi pada pemahaman konseptual dan keterampilan ilmiah, kualitas lulusan sekolah diharapkan meningkat dan lebih siap menghadapi tantangan global.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1.5.1 Integrasi *flipped classroom* dengan kerangka *deep learning* berbasis *multiple representations* dikatakan efektif untuk meningkatkan keterampilan proses sains apabila rata-rata *N-gain* KPS pada kelas eksperimen minimal berkriteria sedang dan lebih tinggi secara signifikan dibandingkan kelas kontrol.
- 1.5.2 Strategi *flipped classroom* yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada prinsip yang dikembangkan oleh Bergmann dan Sams (2023) yaitu konsep awal dipelajari secara mandiri melalui media *online*, agar pembelajaran tatap muka dapat difokuskan pada diskusi dan pendalaman materi dengan arahan guru.
- 1.5.3 Kerangka *deep learning* yang digunakan dalam penelitian ini menurut Kemendikdasmen (2025) yaitu menggunakan pengalaman belajar yaitu memahami, mengaplikasi, dan merefleksi.
- 1.5.4 *Multiple representations* kimia yang digunakan dalam penelitian ini oleh Johnstone (1982) yaitu level makroskopis, level submikroskopis, dan level simbolik.
- 1.5.5 Instrumen untuk pengukuran KPS menggunakan instrumen tes menurut Ongowo & Indoshi (2013), indikator KPS dasar yang dilatihkan yaitu mengamati dan menginferensi. Indikator KPS terintegrasi yang dilatihkan yaitu mengontrol variabel.
- 1.5.6 Cakupan materi kesetimbangan kimia yang dibahas dalam penelitian ini adalah faktor-faktor yang mempengaruhi arah pergeseran kesetimbangan kimia yaitu konsentrasi, tekanan dan volume, suhu, serta katalis.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Deep Learning*

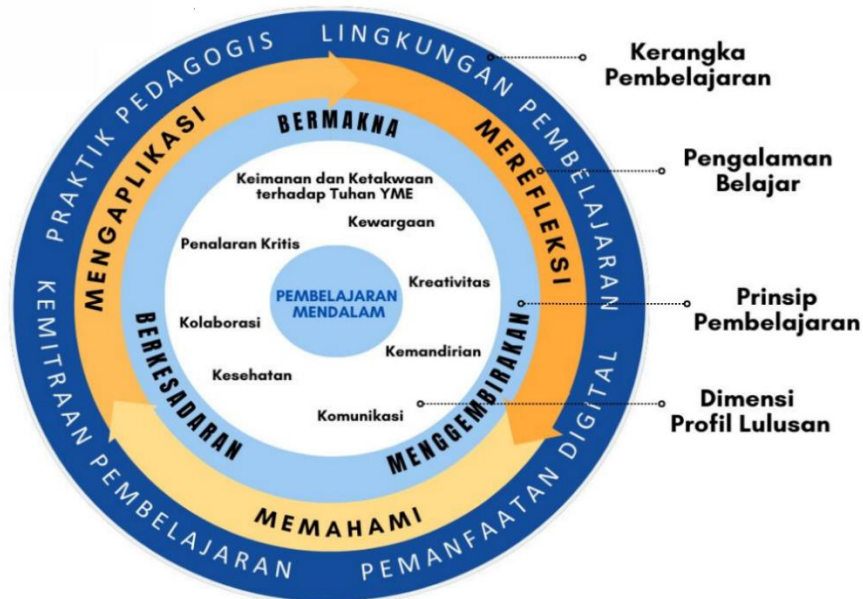
Penerapan *deep learning* dalam pendidikan menekankan proses berpikir yang berorientasi pada pemahaman konseptual secara mendalam, keterhubungan makna, serta kemampuan mentransfer pengetahuan ke situasi baru. *Deep learning* dinilai relevan untuk menjawab tuntutan literasi sains abad ke-21 yang menekankan penalaran kritis, kreativitas, dan refleksi. Menurut Nugroho (2023) bahwa pembelajaran mendalam terjadi ketika peserta didik tidak hanya memahami konsep, tetapi juga mampu menganalisis data, menghubungkan berbagai representasi, serta menilai bukti ilmiah. menganalisis data, menghubungkan representasi, serta menilai bukti ilmiah. Temuan Basimin (2023) menunjukkan bahwa penggunaan representasi visual dapat membantu peserta didik mengembangkan keterampilan berpikir logis dan reflektif sebagai bagian dari pembelajaran mendalam. Penelitian Leiva-Brondo (2020) menemukan bahwa *deep learning* menghasilkan integrasi konsep yang lebih kuat dibandingkan pendekatan permukaan.

Upaya menguatkan *deep learning* dalam pendidikan nasional tercermin dalam delapan dimensi profil lulusan yang termuat dalam naskah akademik *deep learning* Kemendikdasmen (2025) profil tersebut mencakup keimanan dan ketakwaan, kewargaan, penalaran kritis, kreativitas, kolaborasi, kemandirian, kesehatan, dan komunikasi. Dimensi keimanan dan ketakwaan menegaskan pentingnya peserta didik yang berakhlak mulia, menghayati nilai spiritual, serta menjaga hubungan harmonis dengan Tuhan, sesama, dan lingkungan. Selaras dengan itu, dimensi kewargaan membentuk peserta didik yang cinta tanah air, menaati norma sosial,

peduli terhadap keberlanjutan, dan menjunjung nilai-nilai pancasila dalam kehidupan bermasyarakat. Pada aspek kognitif, dimensi penalaran kritis menekankan kemampuan berpikir logis, analitis, serta reflektif untuk menilai informasi dan memecahkan masalah secara sistematis. Kemampuan ini membantu peserta didik dalam memahami konsep secara lebih mendalam, mengevaluasi pembelajaran dari berbagai sumber informasi, serta menarik kesimpulan yang tepat berdasarkan bukti. Sementara itu, dimensi kreativitas mengarahkan peserta didik untuk lebih berpikir inovatif, fleksibel, dan menghasilkan gagasan orisinal yang bermakna dalam menghadapi berbagai situasi pembelajaran. Kedua dimensi ini sangat relevan dengan temuan Feriyanto & Anjariyah (2024) serta Nafi'ah & Faruq (2025) yang menyoroti pentingnya integrasi karakter, kreativitas, komunikasi, dan nalar kritis dalam pembelajaran.

Pada ranah sosial, dimensi kolaborasi menekankan kemampuan bekerja sama secara efektif melalui gotong royong, saling menghargai peran setiap anggota, serta menyelesaikan masalah secara aktif dan bertanggung jawab. Melalui kolaborasi, peserta didik juga dilatih untuk berkomunikasi dengan baik, berbagi ide, membangun keputusan bersama dalam mencapai tujuan pembelajaran. Sementara itu, dimensi kemandirian menggambarkan peserta didik yang bertanggung jawab atas proses belajarnya, mampu mengambil inisiatif, mengatasi berbagai hambatan, serta terus mengembangkan potensi diri sebagai pembelajar sepanjang hayat (Kemendikdasmen, 2025).

Dimensi kesehatan menekankan pentingnya kebugaran fisik dan keseimbangan mental untuk menunjang produktivitas peserta didik, sedangkan dimensi komunikasi menuntut kemampuan menyampaikan gagasan secara jelas dan efektif dalam berbagai konteks. Secara keseluruhan, kedelapan dimensi profil lulusan tersebut menjadi dasar pengembangan kerangka *deep learning* yang menyeimbangkan aspek kognitif, karakter, sosial, dan kecakapan hidup, sehingga peserta didik tidak hanya unggul dalam pengetahuan, tetapi juga adaptif dan siap menghadapi tantangan dunia nyata. Struktur dimensi profil lulusan pada *deep learning* ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Kerangka Kerja *Deep learning*.
Sumber: (Kemendikdasmen, 2025)

Penguatan profil lulusan tersebut dipertegas melalui tiga prinsip pembelajaran yang menjadi landasan implementasi *deep learning* yaitu berkesadaran, bermakna, dan menggembirakan sebagaimana telah dijelaskan dalam Naskah Akademik (Kemendikdasmen, 2025). Pembelajaran berkesadaran menumbuhkan fokus, konsentrasi, dan kesadaran terhadap proses berpikir. Pembelajaran bermakna menghubungkan konsep dengan pengalaman nyata sehingga pengetahuan baru dapat dikaitkan dengan pengetahuan sebelumnya. Sementara itu, pembelajaran menggembirakan menciptakan suasana belajar yang interaktif dan memotivasi sehingga meningkatkan rasa ingin tahu peserta didik.

Penelitian Feriyanto & Anjariyah (2024) membuktikan bahwa kombinasi *mindful learning*, *meaningful learning*, dan *joyful learning* mendorong pembentukan *higher order thinking*. Studi Gizaw & Sota (2023) juga menyimpulkan bahwa pembelajaran yang memadukan kesadaran konseptual, relevansi kontekstual, dan aktivitas eksploratif mampu memperkuat *science process skills* sekaligus meningkatkan motivasi belajar. Ketiga prinsip ini menjadi landasan epistemik yang menghubungkan *deep learning* dengan praktik pembelajaran sains modern.

Pada konteks pembelajaran mendalam, pengalaman belajar peserta didik dibangun melalui proses memahami, mengaplikasikan, dan merefleksi pengetahuan yang dipelajari. Proses ini tidak hanya mendorong peserta didik untuk mengingat informasi, tetapi juga menuntut kemampuan mengolah, mengaitkan, dan memperluas gagasan sehingga pengetahuan yang diperoleh menjadi lebih bermakna dan mendalam. Kerangka tersebut selaras dengan Taksonomi Bloom revisi menurut Anderson & Krathwohl (2001) yang menyusun jenjang kemampuan berpikir mulai dari mengingat, memahami, menerapkan, menganalisis, mengevaluasi, hingga mencipta. Dalam pembelajaran mendalam, kerangka taksonomi ini berfungsi untuk menggambarkan perkembangan kualitas proses kognitif peserta didik dari tingkat dasar menuju pemikiran tingkat tinggi. Hubungan antara level kognitif Bloom, bentuk pengalaman belajar, dan deskripsi capaian pembelajaran ditampilkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Pembelajaran Mendalam dalam Taksonomi Pembelajaran Ranah Kognitif

Taksonomi Bloom (Anderson & Krathwohl, 2001)	Pengalaman Belajar (Pembelajaran Mendalam)	Deskripsi
Mencipta Mengevaluasi	Merefleksi	Memperluas dan menerapkan ide
Menganalisis Menerapkan	Mengaplikasi	Menghubungkan ide-ide
Memahami	Memahami	Memiliki banyak ide
Mengingat		Mengingat kembali
-		Belum memahami

Sumber: (Kemendikdasmen, 2025)

Pembelajaran mendalam mengorganisasi proses kognitif dalam tiga bentuk pengalaman belajar utama, yaitu memahami, mengaplikasi, dan merefleksi. Menurut Naskah Akademik *Deep learning* (Kemendikdasmen, 2025), ketiga pengalaman belajar ini merepresentasikan perkembangan kualitas berpikir peserta didik dari penguasaan konsep dasar menuju kemampuan menerapkan dan mengevaluasi gagasan dalam konteks nyata. Uraian ringkas mengenai ketiga pengalaman belajar tersebut adalah sebagai berikut:

1. Memahami

Mengetahui dalam kerangka pembelajaran mendalam adalah fase awal pembelajaran yang bertujuan membangun kesadaran peserta didik terhadap tujuan pembelajaran, mendorong peserta didik untuk aktif mengkonstruksi pengetahuan agar peserta didik dapat memahami secara mendalam konsep atau materi dari berbagai sumber dan konteks. Jenis pengetahuan pada fase ini terdiri dari pengetahuan esensial, pengetahuan aplikatif, dan pengetahuan nilai dan karakter. Guru memberikan pengetahuan yang esensial dan diaplikasikan dalam berbagai konteks, dengan mengintegrasikan dengan nilai dan karakter. Setelah memperoleh pengetahuan, tahap ini mendorong peserta didik untuk memahami informasi yang diperolehnya. Dengan pendekatan aktif dan konstruktif, peserta didik tidak hanya menerima pengetahuan secara pasif, sehingga membentuk fondasi pemahaman yang menjadi dasar untuk mengaplikasi pengetahuan dalam situasi kontekstual atau tahapan selanjutnya (Kemendikdasmen, 2025).

2. Mengaplikasi

Mengaplikasi merupakan pengalaman belajar yang menunjukkan aktivitas peserta didik mengaplikasikan pengetahuan secara kontekstual. Pengetahuan yang diperoleh peserta didik pada tahapan memahami diaplikasikan sebagai proses perluasan pengetahuan. Tahapan ini memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menerapkan pengetahuan baik secara individu maupun kolaboratif. Pendalaman pengetahuan ini dilakukan dalam bentuk pengalaman belajar pemecahan masalah, pengambilan keputusan, dan lain-lain. Pengaplikasian pengetahuan ini mengimplementasikan kebiasaan pikiran dalam mengaplikasi pengetahuan yang melibatkan penerapan pola pikir yang mendukung proses belajar, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan secara efektif. Peserta didik melakukan praktik pemecahan masalah/isu yang kontekstual dan memberikan pengalaman nyata peserta didik. Guru menghadirkan isu/masalah dalam konteks lokal/ nasional/ global atau di dalam dunia profesional (Kemendikdasmen, 2025).

3. Merefleksi

Merefleksi merupakan proses saat peserta didik mengevaluasi dan memaknai proses serta hasil dari tindakan atau praktik nyata yang telah mereka lakukan. Refleksi ini bertujuan untuk memahami sejauh mana tujuan pembelajaran tercapai, serta mengeksplorasi kekuatan, tantangan, dan area yang perlu diperbaiki. Tahap refleksi melibatkan regulasi diri sebagai kemampuan individu untuk mengelola proses belajarnya secara mandiri, meliputi perencanaan, pelaksanaan, pengawasan, dan evaluasi terhadap cara belajar mereka. Regulasi diri memungkinkan peserta didik untuk mengambil tanggung jawab atas pembelajaran mereka sendiri, meningkatkan motivasi intrinsik, dan mencapai tujuan belajar secara efektif (Kemendikdasmen, 2025).

Integrasi *deep learning* diwujudkan melalui empat komponen kerangka pembelajaran, yaitu praktik pedagogis, kemitraan pembelajaran, lingkungan pembelajaran, dan pemanfaatan digital (Kemendikdasmen, 2025). Praktik pedagogis mencakup strategi seperti inkuiri, pembelajaran berbasis masalah, kolaboratif, dan STEM

yang mendorong peserta didik menalar serta membangun makna. Kemitraan pembelajaran memperluas pengalaman belajar melalui keterlibatan orang tua, komunitas, dan mitra profesional, sedangkan lingkungan pembelajaran dirancang fleksibel untuk mendukung kolaborasi, eksplorasi, dan refleksi. Pemanfaatan teknologi digital berperan sebagai katalisator pembelajaran interaktif melalui simulasi, multimedia, dan kuis formatif. Temuan Irwanto (2023) menunjukkan bahwa praktik investigatif kolaboratif dan digital dapat memperkuat hubungan antara teori dan pengalaman sehingga pemahaman sains lebih bermakna. Dalam pembelajaran kesetimbangan kimia, simulasi dan kuis digital membantu visualisasi konsep serta memberi umpan balik instan.

2.2 *Flipped Classroom*

Strategi *flipped classroom* merupakan salah satu inovasi pembelajaran abad ke-21 yang dapat diterapkan dalam pembelajaran tatap muka/daring. Secara etimologis, *flipped* berarti membalik dan *classroom* berarti kelas, sehingga konsep ini merujuk pada pembelajaran yang membalik pola belajar tradisional: peserta didik mempelajari materi secara mandiri di luar kelas, sedangkan waktu tatap muka digunakan untuk diskusi, pemecahan masalah, dan aktivitas interaktif. Menurut Putra (2021) menegaskan bahwa *flipped classroom* bukanlah metode baru, melainkan strategi yang telah banyak diteliti dan terbukti efektif dalam menciptakan pembelajaran yang aktif. Sejalan dengan temuan Hwang & Oh (2021) juga menyatakan bahwa *flipped classroom* memberikan kesempatan lebih luas bagi peserta didik untuk berpartisipasi aktif, sementara guru berperan sebagai fasilitator.

Dalam pembelajaran daring, *flipped classroom* diimplementasikan melalui perpaduan *synchronous learning* dan *asynchronous learning*. *Synchronous learning* memungkinkan interaksi langsung antara guru dan peserta didik melalui platform seperti Zoom atau Google Meet, sedangkan *asynchronous learning* memberi kesempatan peserta didik mempelajari materi secara mandiri melalui video, modul digital, atau sumber daring lainnya. Kombinasi ini mendukung kemandirian

belajar dan menjadi dasar penerapan *flipped classroom* berbasis teknologi (Rinekso & Muslim, 2020).

Pada struktur *flipped classroom*, aktivitas pembelajaran dibagi menjadi *out of class activities* dan *in class activities*. Pada bagian *out of class activities*, peserta didik terlebih dahulu mempelajari materi dasar secara mandiri melalui video, modul digital, dan bahan belajar lain. Tahap ini berfungsi membangun pengetahuan awal yang diperlukan untuk kegiatan kelas berikutnya. Selanjutnya, pada tahap *in class activities* berfokus pada pendalaman konsep melalui diskusi, pemecahan masalah, eksperimen, dan interaksi kolaboratif yang diarahkan guru untuk mengatasi kesulitan belajar yang muncul selama aktivitas mandiri. Pola ini selaras dengan temuan Zainuddin dkk. (2019) yang menegaskan bahwa pembelajaran berbasis *flipped classroom* mampu mengoptimalkan waktu kelas karena peserta didik sudah memperoleh pemahaman awal sebelum sesi tatap muka dimulai.

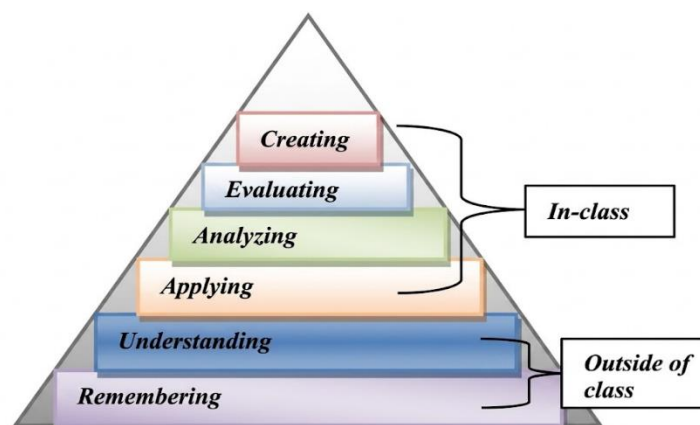
Strategi *flipped classroom* juga mencakup kegiatan lanjutan setelah sesi kelas yang memungkinkan peserta didik melakukan refleksi, menyelesaikan tugas pendalaman, atau mengaitkan konsep dengan konteks nyata. Langkah ini penting untuk mengonsolidasikan pemahaman jangka panjang dan menumbuhkan sikap reflektif, sehingga seluruh rangkaian pembelajaran berjalan secara menyeluruh dan berkesinambungan (Khumairah dkk., 2020).

Menurut Bergmann & Sams (2023), *flipped classroom* memiliki beberapa karakteristik utama, yaitu aktivitas belajar mandiri di luar kelas, pemanfaatan teknologi digital sebagai sumber belajar, fokus pada pemahaman awal sebelum kegiatan kelas, serta pendalaman konsep melalui diskusi dan kolaborasi di kelas dengan guru berperan sebagai fasilitator. Karakteristik ini memungkinkan waktu tatap muka dimanfaatkan secara optimal untuk analisis dan pemecahan masalah. Selain itu, peserta didik dapat mengatur kecepatan belajar, mengulang materi sesuai kebutuhan, serta membangun kesiapan kognitif sebelum terlibat dalam aktivitas kelas. Kondisi ini mendorong terciptanya pembelajaran yang lebih aktif dan berpusat pada peserta didik, sekaligus memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk

mengembangkan pemahaman konsep secara lebih mendalam melalui interaksi dan refleksi selama proses pembelajaran.

Hal ini sejalan dengan temuan Hava (2021) yang menunjukkan bahwa penerapan *flipped classroom* tidak hanya meningkatkan *deep learning*, tetapi juga dapat mendorong keterlibatan kognitif peserta didik secara aktif. Temuan oleh Bergmann & Sams (2023) menjelaskan bahwa struktur pembelajaran *flipped classroom* terbagi menjadi aktivitas di luar kelas (*out class*) dan di dalam kelas (*in class*). Aktivitas di luar kelas membantu peserta didik membangun pemahaman awal melalui materi digital secara mandiri, sedangkan kegiatan di kelas difokuskan pada pendalaman konsep melalui diskusi, analisis, dan pemecahan masalah sehingga peserta didik lebih aktif dalam pembelajaran.

Metode *flipped classroom* juga didukung penelitian di Indonesia yang menunjukkan bahwa strategi ini mampu meningkatkan hasil belajar, keterlibatan, dan partisipasi peserta didik melalui aktivitas pembelajaran di dalam kelas dan di luar kelas (Andryani & Pangestu, 2025). Temuan lain juga menemukan bahwa *flipped classroom* meningkatkan aktivitas serta hasil belajar peserta didik dengan memanfaatkan aplikasi digital sebagai media pembelajaran sebelum kegiatan di dalam kelas (Agustini, 2021). Oleh karena itu, metode ini efektif dalam mendorong keterlibatan aktif dan pemahaman konsep peserta didik. Tingkatan pembelajaran dengan metode *flipped classroom* ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 *Bloom's Revised Taxonomy in the flipped classroom.*
Sumber: (Zainuddin dkk., 2019)

Proses pembelajaran pada *flipped classroom* diawali dengan aktivitas *out class*, yaitu peserta didik mempelajari LKPD, video, atau bahan belajar lain secara mandiri sebelum pertemuan tatap muka. Tahap ini memberi kesempatan bagi peserta didik untuk membangun pemahaman awal mengenai konsep yang akan dipelajari. Selanjutnya, pada aktivitas *in class*, peserta didik terlibat dalam diskusi kelompok, eksperimen, serta pemecahan masalah untuk memperdalam konsep yang masih belum dipahami. Efektivitas pola pembelajaran ini ditunjukkan dalam penelitian Rumengan dkk. (2023) yang melaporkan peningkatan signifikan hasil belajarkimia ketika *flipped classroom* diterapkan, karena waktu kelas dapat dimaksimalkan untuk analisis dan klarifikasi konsep.

Temuan serupa juga dilaporkan oleh Ramadani dkk. (2023) yang mengembangkan *student's worksheets* berbasis *inquiry flipped classroom* dan menemukan peningkatan kemampuan argumentasi serta pemahaman konsep secara bermakna. Selain itu, temuan Wijayanto dkk. (2023) menunjukkan bahwa integrasi kegiatan mandiri dan kolaboratif pada *flipped classroom* mampu meningkatkan keterlibatan aktif, literasi sains, serta kemampuan berpikir reflektif peserta didik secara lebih optimal dibandingkan pembelajaran konvensional.

2.3 *Multiple Representations*

Pembelajaran kimia berbasis *multiple representations* menekankan keterkaitan tiga level representasi oleh Johnstone (1982) yaitu makroskopik, submikroskopik, dan simbolik. Keterpaduan antara ketiga level ini membantu peserta didik untuk memahami fenomena kimia secara lebih utuh serta mengurangi miskonsepsi (Wicaksono, 2022). Penggunaan visualisasi seperti animasi dan simulasi 3D juga dapat memperkuat pembentukan model mental peserta didik (Wang dkk., 2022). Oleh karena itu, guru perlu memilih representasi yang tepat agar peserta didik mampu menghubungkan ketiga level tersebut dalam memahami suatu konsep kimia (Permatasari dkk., 2022).

Representasi kimia diklasifikasikan dalam tiga level utama yang saling berhubungan, yaitu makroskopik, submikroskopik, dan simbolik. Berdasarkan temuan

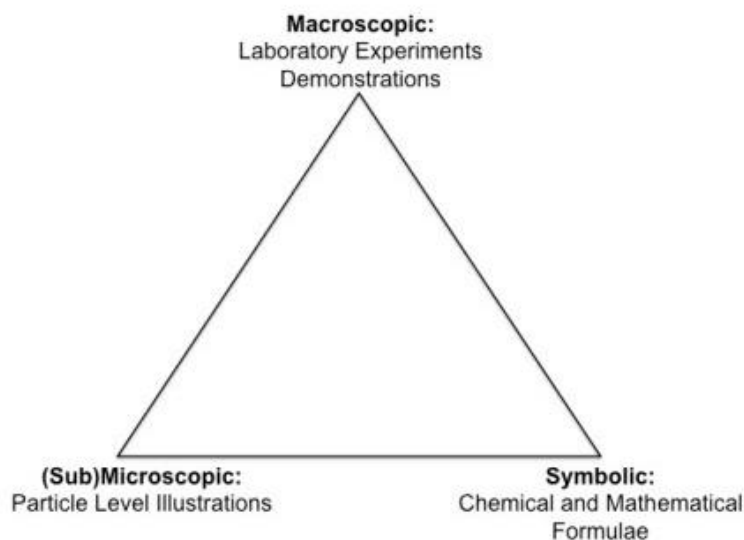
oleh Johnstone (1982) menggambarkan hubungan ini dalam bentuk segitiga yang dikenal sebagai *Johnstone's Triangle*, di mana setiap level saling memengaruhi dalam membangun pemahaman konsep kimia. Level makroskopik berkaitan dengan fenomena yang dapat diamati secara langsung seperti perubahan warna atau terbentuknya endapan, sedangkan level submikroskopik menjelaskan partikel penyusunnya seperti atom, molekul, dan ion. Adapun level simbolik meliputi penggunaan rumus, diagram, serta perhitungan matematis untuk menjelaskan hubungan antar zat (Olim dkk., 2024). Representasi simbolik pada saat ini juga didukung oleh teknologi visual seperti animasi, model 3D, dan simulasi komputer yang dapat memperjelas keterkaitan antar level representasi (Wicaksono, 2022; Zakaria dkk., 2024).

Lebih jauh, penggunaan simulasi interaktif dalam pembelajaran kimia juga terbukti memfasilitasi pengembangan pemahaman konseptual, terutama pada materi yang menuntut integrasi antara representasi makroskopik, submikroskopik dan simbolik (Rahmawati dkk., 2022). Media interaktif tersebut membantu peserta didik meng-eksplorasi perubahan partikel secara dinamis, mengamati hubungan antara perubahan yang terjadi pada tingkat partikel dengan representasi simbolik seperti persamaan reaksi, sehingga meminimalkan miskonsepsi dan meningkatkan kualitas penalaran kimia.

Visualisasi berbasis teknologi mampu memperkuat keterkaitan antar level representasi karena memberikan pengalaman belajar yang lebih imersif dan mendukung konstruksi pengetahuan secara mandiri (Apriliani dkk., 2022). Melalui visualisasi tersebut, peserta didik tidak hanya mengamati fenomena makroskopik, tetapi juga dapat memahami dinamika partikel pada level submikroskopik serta menghubungkannya dengan representasi simbolik yang digunakan dalam konsep kimia. Dengan demikian, peserta didik dapat melihat hubungan antara fenomena nyata, model partikel, dan simbol atau persamaan kimia secara lebih utuh.

Selain itu, keterkaitan antar tiga level representasi dalam kimia menjadi penting karena banyak konsep kimia bersifat abstrak dan tidak dapat diamati secara langsung. Oleh karena itu, penggunaan berbagai bentuk representasi membantu peserta didik menghubungkan fenomena yang diamati dengan model partikel serta

simbol atau persamaan kimia yang digunakan untuk menjelaskan konsep tersebut. Hubungan ketiga level representasi tersebut dijelaskan dalam segitiga representasi kimia oleh Johnstone (1982) yang ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Segitiga representasi kimia.
Sumber : (Johnstone, 1982)

Hasil penelitian terbaru menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis *multiple representations* mampu meningkatkan aspek kognitif, afektif, dan psikomotor peserta didik. Temuan Permatasari dkk. (2022) menemukan bahwa penggunaan berbagai representasi verbal, visual, dan matematis dapat menurunkan beban kognitif serta meningkatkan pemahaman konsep secara bermakna. Penerapan *multiple representations* juga membuat pembelajaran lebih menarik dan meningkatkan partisipasi peserta didik (Nkomo & Bly, 2024). Dari sisi psikomotor, keterlibatan peserta didik dalam menghubungkan fenomena makroskopik dengan model partikel dan simbol kimia membantu mereka menemukan konsep melalui eksplorasi visual dan eksperimental (Ichsan, 2025).

2.4 Keterampilan Proses Sains

Keterampilan Proses Sains (KPS) mencakup kemampuan intelektual, sosial, dan fisik yang dimiliki peserta didik dalam melakukan aktivitas ilmiah. Penelitian

terbaru menunjukkan bahwa KPS melibatkan keterampilan berpikir, keterampilan manual, emosional, dan sosial dalam konteks pembelajaran sains (Ülger, 2021). Keterampilan kognitif mencakup proses mental seperti observasi, analisis, dan interpretasi data, sedangkan keterampilan aktif meliputi penggunaan alat dan bahan, pengukuran, perakitan peralatan, serta kolaborasi dengan kelompok dalam kegiatan laboratorium (Azzahra dkk., 2024). Kedua keterampilan tersebut saling melengkapi dalam mendukung peserta didik untuk memahami konsep sains menggunakan pengalaman belajar yang bersifat langsung dan berbasis keterlibatan aktif peserta didik.

Menurut Ongowo & Indoshi (2013) keterampilan proses sains (KPS) terbagi menjadi dua kriteria utama, yaitu keterampilan dasar dan keterampilan terintegrasi, keterampilan dasar meliputi observasi, pengukuran, klasifikasi, prediksi, dan komunikasi sederhana, sedangkan keterampilan terintegrasi merupakan gabungan beberapa keterampilan dasar seperti mengidentifikasi variabel, merumuskan hipotesis, merencanakan pengamatan, mengorganisasi serta menganalisis data, dan menjelaskan hubungan antar variabel. KPS melibatkan kemampuan kognitif dan psikomotor yang digunakan dalam proses penyelidikan ilmiah, mulai dari pengumpulan dan analisis data hingga penarikan kesimpulan berdasarkan bukti empiris. Oleh karena itu, pengembangan KPS menjadi bagian penting dalam pembelajaran sains yang menekankan aktivitas inkuiri dan konstruksi pengetahuan. Adapun indikator keterampilan proses sains dasar dan terintegrasi menurut Ongowo & Indoshi (2013) dijabarkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Keterampilan Proses Sains Dasar dan Terintegrasi serta Indikatornya

Keterampilan Proses Sains Dasar		
No	Keterampilan Proses Sains Dasar	Indikator Keterampilan Proses Sains Dasar
1.	Mengamati (observasi)	Mengidentifikasi informasi, memperhatikan detail, serta membedakan karakteristik yang terdapat pada objek, fenomena, gambar, tabel, atau grafik yang diamati.
2.	Menginferensi	Menjelaskan hasil observasi dan data.
3.	Pengukuran	Menggunakan standar dan non standar pengukuran untuk menggambarkan ukuran.
4.	Mengkomunikasikan	Mendeskrripsikan perilaku, objek, dan kejadian berupa kata dan simbol.

Tabel 2.1 (Lanjutan)

Keterampilan Proses Sains Dasar		
No	Keterampilan Proses Sains Dasar	Indikator Keterampilan Proses Sains Dasar
5.	Mengklasifikasikan	Mengkriteriakan atau mengelompokkan berdasar pada perihai yang sama maupun berbeda.
6.	Prediksi	Menyatakan prediksi terhadap peristiwa yang akan datang berdasarkan bukti dan hasil pengamatan.
Keterampilan Proses Sains Terintegrasi		
No	Keterampilan Proses Sains Terintegrasi	Indikator Keterampilan Proses Sains Terintegrasi
1.	Mengontrol variabel	Mengidentifikasi variabel, menjaga dan memanipulasi variabel.
2.	Mendefinisikan variabel	Membuat pernyataan yang berupa cara mengukur setiap variabel pada kegiatan percobaan.
3.	Membuat hipotesis	Mengungkapkan hasil yang diinginkan pada kegiatan percobaan.
4.	Menafsirkan data	Melakukan kegiatan pengorganisasian data, mengolah data, dan memberi tafsiran data, hingga menarik kesimpulan data yang logis.
5.	Mengadakan percobaan	Pengujian dengan mengikuti tahapan yang dapat menghasilkan data yang bisa dilakukan pengverifikasian.
6.	Membuat model	Membuat pemodelan baik fisik maupun mental pada suatu proses maupun peristiwa.

Sumber: (Ongowo & Indoshi, 2013)

2.5 Penelitian yang Relevan

Hasil penelitian yang relevan dengan penelitian efektivitas *flipped classroom* dengan kerangka *deep learning* berbasis *multiple representations* pada materi keseimbangan kimia untuk meningkatkan keterampilan proses sains disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Penelitian yang Relevan

No (1)	Peneliti (2)	Judul (3)	Hasil (4)
1.	Feriyanto & Anjariyah (2024)	<i>Deep learning Approach Through Meaningful learning, Mindful, and Joyful learning: A Library Research</i>	Penelitian kepustakaan (<i>library research</i>) dengan menganalisis artikel, buku, dan studi (2000–2024) tentang tiga kerangka pembelajaran mendalam yaitu <i>meaningful learning</i> , <i>mindful learning</i> , dan <i>joyful learning</i> . Integrasi ketiga kerangka tersebut mampu meningkatkan keterlibatan dan pemahaman peserta didik.

Tabel 2.2 (Lanjutan)

No (1)	Peneliti (2)	Judul (3)	Hasil (4)
2.	Hava (2021)	<i>The effects of the flipped classroom on deep learning strategies and engagement at the undergraduate level</i>	Penerapan <i>flipped classroom</i> terbukti mampu meningkatkan <i>deep learning</i> dan keterlibatan belajar mahasiswa, terutama dalam aspek kognitif dan emosional.
3.	Yang (2023)	<i>Teaching Strategy of Chemistry Concepts Based on Deep learning</i>	Strategi pembelajaran berbasis <i>deep learning</i> dengan memanfaatkan representasi kimia yang bervariasi dapat memperdalam pemahaman konsep dan mengurangi miskonsepsi peserta didik.
4.	Zainuddin dkk. (2019)	<i>Flipping the classroom with a LMS: Designing a technology based learning model</i>	<i>Flipped classroom</i> membalik urutan belajar dengan memindahkan pemahaman materi ke luar kelas dan memaksimalkan waktu tatap muka untuk aktivitas berpikir tingkat tinggi guna meningkatkan keterlibatan dan hasil belajar.
5.	Rumengan dkk. (2023)	Penerapan <i>Flipped Classroom</i> dalam Peningkatan Hasil Belajar Ikatan Kimia pada Kuliah Kimia Dasar	Strategi <i>flipped classroom</i> efektif meningkatkan hasil belajar, pemahaman konsep ikatan kimia, serta partisipasi mahasiswa melalui optimalisasi waktu tatap muka untuk diskusi dan pemecahan masalah konseptual.
6.	Pohan dkk. (2021)	<i>Investigate The Correlation of Science Learning Interest on Science Process Skills Through Scientific Aproach</i>	Pembelajaran dengan pendekatan secara saintifik menghasilkan perolehan minat peserta didik sebagian besar pada tingkat tinggi. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa diperoleh minat peserta didik yang tinggi akan mempengaruhi KPS.
7.	Purba dkk. (2021)	<i>Applying Science Process Skills in Understanding Chemical Equilibrium Through Experiment</i>	Penerapan KPS melalui eksperimen membantu peserta didik memahami konsep kesetimbangan kimia secara lebih mendalam serta mengurangi miskonsepsi melalui kegiatan mengamati, merumuskan hipotesis, melakukan percobaan, dan menganalisis data.
8.	Susilawati dkk. (2020)	Keterampilan Proses Sains, Gaya Belajar, dan Hasil Belajar Fisika	Penelitian ini menunjukkan bahwa keterampilan proses sains dan gaya belajar berpengaruh signifikan terhadap hasil belajar fisika, sehingga semakin baik KPS dan kesesuaian gaya belajar peserta didik, semakin tinggi pencapaian belajar mereka.
9.	Hardiyansyah dkk. (2024)	<i>Development of Website based Multiple Representation on Buffer Solution Topic in Chemistry Learning</i>	Pengembangan media berbasis website dengan bantuan <i>multiple representations</i> terbukti memudahkan peserta didik memahami konsep larutan penyangga melalui integrasi level makroskopis, mikroskopis, dan simbolik.

2.6 Kerangka Pemikiran

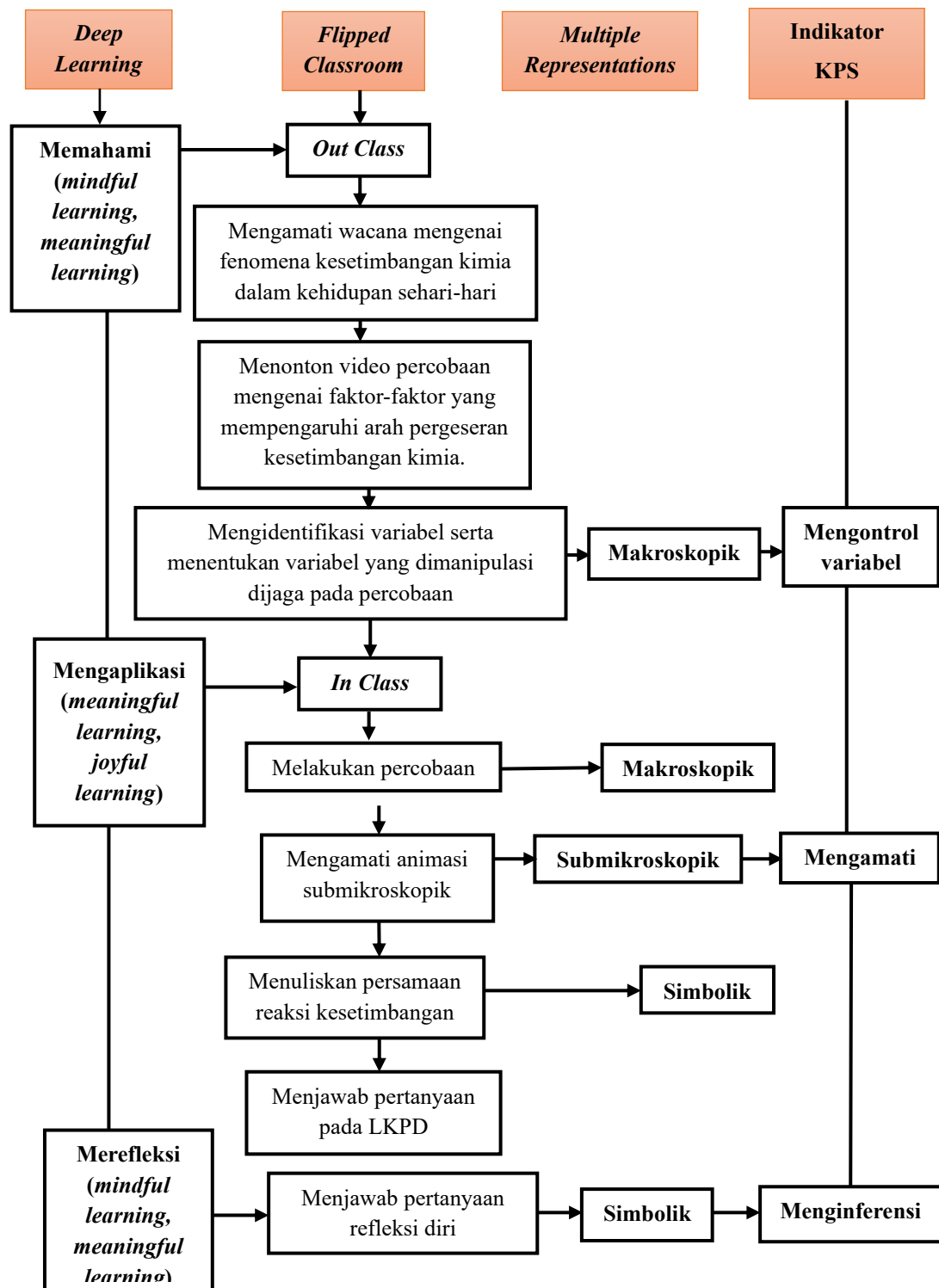
Penelitian dilaksanakan selama tiga pertemuan dengan mengintegrasikan kerangka *deep learning*, strategi *flipped classroom*, dan *multiple representations* untuk melatih keterampilan proses sains (KPS) pada materi kesetimbangan kimia. Pembelajaran dirancang melalui pengalaman belajar memahami, mengaplikasi, dan merefleksi yang dipadukan dengan tahapan *out class* dan *in class*.

Pada tahap *out class*, peserta didik membangun pemahaman awal melalui wacana kontekstual dan video percobaan tentang faktor-faktor yang memengaruhi pergeseran kesetimbangan. Peserta didik mengamati fenomena yang disajikan, mendiskusikan penyebab pergeseran kesetimbangan, serta mengidentifikasi variabel bebas, terikat, dan kontrol dalam percobaan. Fenomena yang diamati kemudian dikaitkan dengan konsep kesetimbangan kimia dalam kehidupan sehari-hari. Aktivitas ini melatih indikator KPS mengontrol variabel serta mencerminkan prinsip *mindful learning* dan *meaningful learning*.

Pada tahap *in class*, peserta didik melakukan percobaan kesetimbangan kimia secara berkelompok dan mengamati perubahan yang terjadi pada sistem kesetimbangan. Hasil pengamatan dikaitkan dengan representasi submikroskopik dan simbolik, kemudian dianalisis melalui LKPD untuk menyusun kesimpulan. Aktivitas ini melatih indikator KPS mengamati dan menginferensi melalui pengumpulan data, interpretasi hasil, dan penarikan kesimpulan. Tahap ini mencerminkan prinsip *meaningful learning* dan *joyful learning* melalui keterlibatan aktif peserta didik.

Pada pengalaman belajar merefleksi, peserta didik meninjau kembali keterkaitan representasi makroskopik, submikroskopik, dan simbolik berdasarkan hasil percobaan. Peserta didik mengevaluasi hasil pengamatan serta mengaitkan konsep kesetimbangan dengan fenomena sehari-hari. Aktivitas ini melatih indikator menginferensi dan mencerminkan prinsip *mindful learning* serta *meaningful learning* melalui proses evaluasi dan pemaknaan pengalaman belajar. Integrasi *deep learning*, *flipped classroom*, dan *multiple representations* dirancang untuk

melatihkan keterampilan proses sains, meliputi mengamati, mengontrol variabel, dan menginferensi pada materi kesetimbangan kimia pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Kerangka Pemikiran.

2.7 Anggapan Dasar

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

- 2.7.1 Sampel yaitu peserta didik di kelas eksperimen dan kelas kontrol memiliki kemampuan awal yang sama
- 2.7.2 Perbedaan *N-gain* KPS peserta didik semata-mata terjadi karena adanya perbedaan perlakuan dalam pembelajaran yang diberikan pada kelas kontrol dan kelas eksperimen
- 2.7.3 Faktor-faktor lain yang mempengaruhi peningkatan KPS pada peserta didik kelas XI semester genap SMA Negeri 15 Bandar Lampung tahun ajaran 2025/2026 diabaikan.

2.8 Hipotesis Penelitian

Hipotesis umum dalam penelitian ini adalah implementasi *flipped classroom* dengan kerangka *deep learning* berbasis *multiple representations* pada materi kesetimbangan kimia efektif untuk meningkatkan keterampilan proses sains.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas XI di SMA Negeri 15 Bandar Lampung pada tahun ajaran 2025/2026, yang berjumlah 175 peserta didik dan tersebar dalam 5 kelas. Sampel diambil dari populasi menggunakan teknik *purposive sampling*. Teknik ini mengacu pada metode pengambilan sampel yang dipilih berdasarkan pertimbangan khusus yang dilakukan oleh peneliti, sesuai dengan konsep-konsep yang dijelaskan oleh Creswell & Creswell (2018), yaitu kelas yang memiliki kemampuan kognitif peserta didik yang relatif sama berdasarkan informasi yang sudah diketahui sebelumnya melalui guru dan pihak sekolah, sehingga diperoleh sampel penelitian yakni XI IPA 4 sebagai kelas eksperimen dan kelas XI IPA 5 sebagai kelas kontrol.

3.2 Desain Penelitian

Metode penelitian ini adalah *quasi-experimental* dengan desain *nonequivalent pretest-posttest control group design*. Adapun desain dalam penelitian ini dapat dilihat dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Desain Penelitian

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

Sumber: (Creswell & Creswell, 2018)

Keterangan :

O = *Pretest* KPS dan *Posttest* KPS yang diberikan pada kedua kelas penelitian

X = Perlakuan berupa penerapan strategi *flipped classroom* dengan kerangka *deep learning* berbasis *multiple representations*

C = Kelas kontrol dengan penerapan pembelajaran konvensional

Pada tahap awal, kelas eksperimen dan kelas kontrol diberikan *pretest* (O) untuk mengukur kemampuan awal. Selanjutnya, kelas eksperimen memperoleh perlakuan berupa penerapan strategi *flipped classroom* dengan kerangka *deep learning* berbasis *multiple representations* (X), sedangkan kelas kontrol diberikan pembelajaran konvensional (C). Setelah perlakuan, kedua kelas diberikan *posttest* (O), dan data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji perbedaan dua rata-rata.

3.3 Variabel Penelitian

Adapun variabel pada penelitian ini yakni:

- 3.3.1 Variabel bebasnya adalah strategi *flipped classroom* dengan kerangka *deep learning* berbasis *multiple representations* untuk kelas eksperimen dan pembelajaran konvensional yang diterapkan pada kelas kontrol.
- 3.3.2 Variabel terikatnya adalah keterampilan proses sains (KPS) dari peserta didik.
- 3.3.3 Variabel kontrolnya adalah materi kesetimbangan kimia, yakni faktor-faktor yang mempengaruhi arah pergeseran kesetimbangan kimia.

3.4 Jenis dan Sumber Data Penelitian

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah data utama dan data pendukung. Data utama yakni hasil *pretest* dan *posttest* KPS peserta didik berupa keterampilan mengamati, mengontrol variabel, serta menginferensi. Data pendukung yakni data aktivitas peserta didik dan keterlaksanaan pembelajaran. Sumber data dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas eksperimen dan kelas kontrol.

3.5 Perangkat Pembelajaran dan Validasi Perangkat Pembelajaran

Perangkat pembelajaran dan validasi perangkat pembelajaran pada penelitian ini meliputi:

3.5.1 Perangkat Pembelajaran

Modul ajar berorientasi pembelajaran mendalam memuat komponen utama berupa identifikasi peserta didik dan materi, dimensi profil pelajar pancasila, capaian pembelajaran, topik dan tujuan pembelajaran, serta praktik pedagogis yang menerapkan strategi *flipped classroom*. Modul ini juga mencakup pengaturan mitra belajar, lingkungan dan pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran, alur kegiatan pembelajaran, serta asesmen yang mencakup tahap awal, proses, dan akhir pembelajaran. Penelitian ini dilaksanakan dalam 3 pertemuan dengan menggunakan 3 LKPD berbasis *multiple representations*, yaitu pertemuan 1 pengaruh konsentrasi, pertemuan 2 pengaruh tekanan dan volume, serta pertemuan 3 pengaruh suhu dan katalis.

3.5.2 Validasi perangkat pembelajaran

Validasi perangkat pembelajaran dalam penelitian ini dilakukan dengan cara *judgement* oleh dosen pembimbing.

3.6 Instrumen Penelitian dan Validasi Instrumen

Instrumen penelitian dan validasi instrumen pada penelitian ini meliputi:

3.6.1 Soal *pretest* dan *posttest*

Soal *pretest* dan *posttest* terdiri atas 9 soal uraian yang dirancang untuk mengukur keterampilan proses sains peserta didik pada materi faktor-faktor yang mempengaruhi arah pergeseran kesetimbangan kimia. Dari 9 soal uraian, 3 soal digunakan untuk menilai keterampilan mengamati, 2 soal untuk mengontrol variabel, dan 4 soal untuk menginferensi. Setiap soal mengukur kemampuan peserta didik dalam mengidentifikasi data hasil pengamatan, menentukan variabel yang terlibat

dalam sistem yang dikaji, serta menghubungkan hasil pengamatan untuk menemukan pola dan menarik kesimpulan secara logis.

Rubrik penskoran *pretest* dan *posttest* disusun dengan kriteria penilaian yang memiliki gradasi skor sesuai tingkat kesulitan soal, yaitu gradasi skor 4, 3, 2, 1, 0 untuk soal dengan tingkat kesulitan tinggi, gradasi skor 3, 2, 1, 0 untuk soal dengan tingkat kesulitan sedang, gradasi skor 2, 1, 0 untuk soal dengan tingkat kesulitan rendah, serta gradasi skor 1 dan 0 untuk soal dengan tingkat kesulitan sangat rendah.

3.6.2 Lembar Observasi Aktivitas Peserta Didik

Lembar observasi digunakan untuk mencatat aktivitas peserta didik selama pembelajaran. Aktivitas yang diamati meliputi mengajukan pertanyaan, mengemukakan pendapat, memberikan sanggahan, dan diskusi kelompok. Setiap aktivitas yang muncul diberi tanda ceklis (✓) pada kolom yang tersedia, dan jumlah ceklis menunjukkan tingkat aktivitas peserta didik selama pembelajaran.

3.6.3 Lembar Keterlaksanaan Pembelajaran

Lembar keterlaksanaan *flipped classroom* dengan kerangka *deep learning* berbasis *multiple representations* digunakan untuk menilai pelaksanaan pembelajaran pada tahap *out class* dan *in class*. Pada tahap *out class*, penilaian dilakukan terhadap hasil kerja kelompok peserta didik melalui platform *Google Classroom* dengan mengacu pada rubrik penilaian yang telah disusun.

Pada tahap *in class*, keterlaksanaan pembelajaran diamati oleh guru mata pelajaran kimia sebagai observer menggunakan lembar observasi berbentuk skala penilaian. Observasi mencakup tahap pembukaan, inti sesuai sintaks, dan penutup. Penilaian dilakukan dengan memberi tanda ceklis (✓) pada skor 0–4 dengan 4 (0 = sangat kurang, 1 = kurang, 2 = cukup, 3 = baik, dan 4 = sangat baik), kemudian diinterpretasikan berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan.

3.6.4 Validasi Instrumen

Validasi instrumen pada penelitian ini dilakukan dengan cara *judgement* oleh dosen pembimbing.

3.7 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Adapun pelaksanaan penelitian terdiri dari lima tahap, yaitu tahap pra-penelitian, tahap pelaksanaan penelitian, dan tahap akhir. Adapun tahapan-tahapan tersebut adalah sebagai berikut :

3.7.1 Observasi Pendahuluan

Langkah awal penelitian ini adalah melakukan observasi ke SMA Negeri 15 Bandar Lampung untuk mengumpulkan informasi terkait jumlah peserta didik, karakteristik kelas, metode pembelajaran, jadwal pelajaran, kurikulum yang digunakan, serta ketersediaan sarana dan prasarana. Selain itu, diperoleh bantuan serta rekomendasi dari guru mata pelajaran dalam menentukan kelas yang sesuai untuk dijadikan sebagai kelas penelitian. Informasi tersebut menjadi dasar dalam menentukan populasi penelitian dan memilih kelas yang dijadikan sebagai sampel penelitian.

Observasi pendahuluan juga dilakukan untuk mengetahui situasi pembelajaran di kelas, interaksi antara guru dan peserta didik, serta kondisi lingkungan belajar yang dapat memengaruhi pelaksanaan penelitian. Data yang diperoleh dari kegiatan tersebut digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam menyusun tahapan penelitian agar sesuai dengan kondisi sekolah.

3.7.2 Menyusun Perangkat Pembelajaran dan Instrumen Penelitian

Penyusunan perangkat pembelajaran dan instrumen penelitian dilakukan berdasarkan hasil analisis kurikulum dan kebutuhan belajar peserta didik. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan meliputi modul ajar dan LKPD *flipped classroom* dengan kerangka *deep learning* berbasis *multiple representations*.

Instrumen penelitian terdiri atas soal *pretest* dan *posttest* keterampilan proses sains berupa soal uraian dan rubrik penilaian, lembar observasi aktivitas peserta didik, serta lembar keterlaksanaan pembelajaran. Seluruh perangkat pembelajaran dan instrumen penelitian telah divalidasi oleh dosen ahli sebelum digunakan.

3.7.3 Mengumpulkan Data

Proses pengambilan data dilakukan melalui pemberian *pretest* pada kelas eksperimen dan kontrol, diikuti penerapan *flipped classroom* berbasis *deep learning* berbasis *multiple representations* pada kelas eksperimen serta pembelajaran konvensional pada kelas kontrol. Selama pembelajaran, dilakukan observasi aktivitas peserta didik yang meliputi aktivitas mengajukan pertanyaan, memberikan pendapat, dan melakukan diskusi kelompok selanjutnya melakukan observasi keterlaksanaan tahapan penerapan *flipped classroom* berbasis *deep learning* berbasis *multiple representations*. Setelah seluruh kegiatan selesai, kedua kelas diberi *posttest* yang sama untuk mengukur peningkatan keterampilan proses sains.

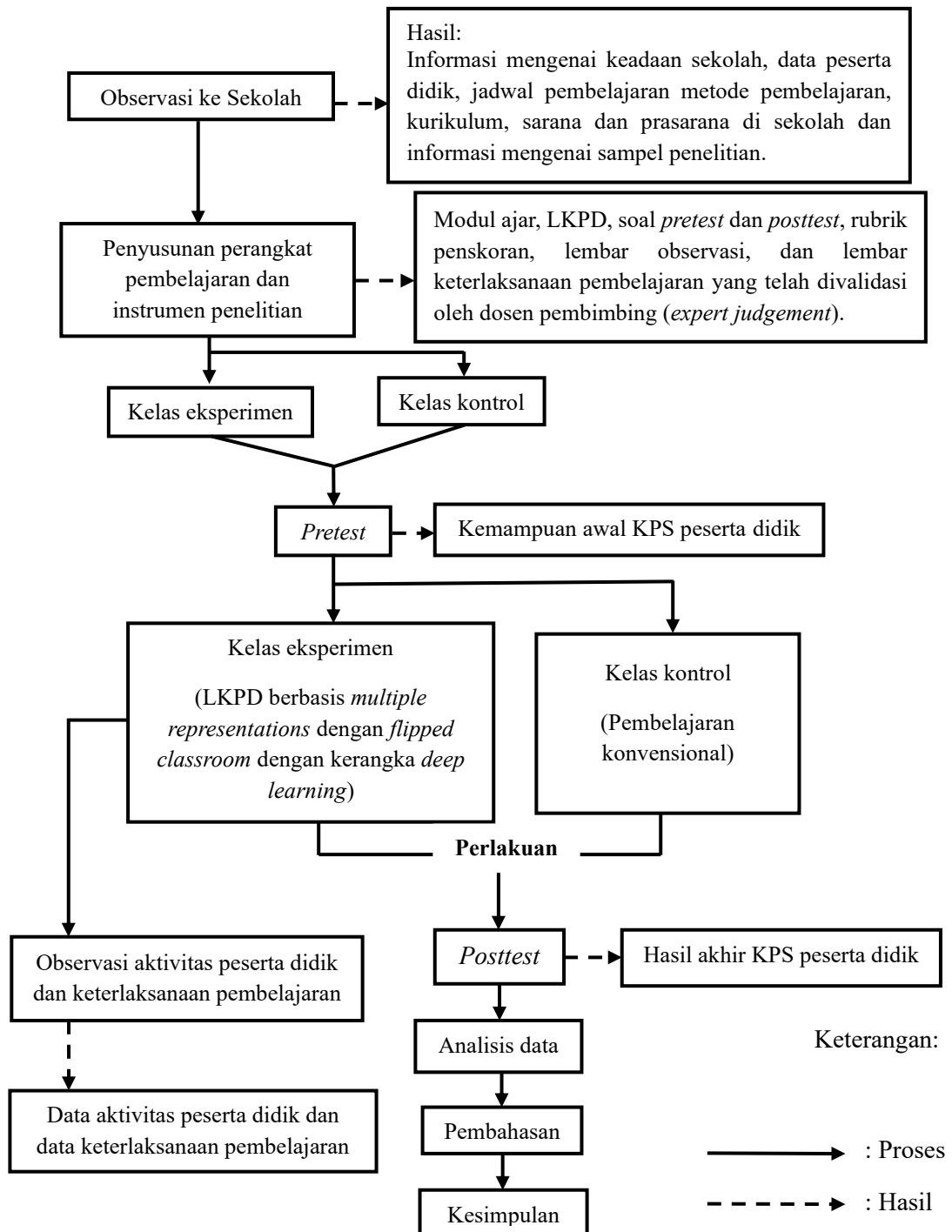
Data yang diperoleh pada tahap ini tidak hanya digunakan untuk mengukur peningkatan keterampilan proses sains, tetapi juga untuk mengetahui aktivitas peserta didik dan keterlaksanaan pembelajaran.

3.7.4 Menganalisis Data

Data *pretest* dan *posttest* diolah dengan mengonversi skor mentah menjadi nilai, menghitung *N-gain*, serta melakukan uji normalitas, homogenitas, dan uji perbedaan dua rata-rata untuk menilai efektivitas perlakuan. Data aktivitas belajar dianalisis menggunakan rumus yang telah ditetapkan, sedangkan hasil observasi digunakan untuk memastikan keterlaksanaan pembelajaran selama penelitian berlangsung. Analisis data dilakukan untuk mengolah dan menginterpretasikan data yang diperoleh selama penelitian sehingga dapat digunakan untuk menjawab rumusan masalah penelitian.

3.7.5 Menyusun Laporan

Tahap akhir penelitian ini adalah penyusunan laporan skripsi yang merangkum seluruh proses dan hasil. Adapun langkah-langkah pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Bagan alur penelitian.

3.8 Analisis Data dan Pengujian Hipotesis

Analisis data dilakukan dengan tujuan memberikan makna yang dapat digunakan untuk menarik kesimpulan yang berhubungan dengan permasalahan, tujuan, dan hipotesis terkait keterampilan proses sains (KPS). Pada penelitian ini, jenis analisis data yang digunakan adalah analisis kuantitatif. Proses analisis mencakup pengolahan data utama maupun data pendukung yang diperoleh selama penelitian.

3.8.1 Analisis Data Utama

Data utama pada penelitian ini dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

3.8.1.1 Menghitung skor *pretest* dan *posttest* KPS peserta didik

Skor *pretest* dan *posttest* KPS peserta didik dapat dihitung dengan menjumlahkan masing-masing skor untuk setiap soal yang dijawab benar.

3.8.1.2 Menghitung skor rata-rata *pretest* dan *posttest* KPS peserta didik

Dari skor *pretest* KPS dan *posttest* KPS peserta didik yang diperoleh, dihitung skor rata-rata *pretest* KPS dan skor rata-rata *posttest* KPS dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Skor rata-rata peserta didik} = \frac{\text{jumlah skor } \textit{pretest/posttest} \text{ seluruh peserta didik}}{\text{jumlah seluruh peserta didik}}$$

Skor rata-rata yang diperoleh kemudian digunakan untuk pengujian hipotesis

3.8.1.3 Perhitungan *N-gain* KPS masing-masing peserta didik

Adapun *N-gain* masing-masing peserta didik dapat dihitung dengan rumus menurut Hake (1998) sebagai berikut :

$$N\text{-gain} = \frac{\text{skor } \textit{posttest} - \text{skor } \textit{pretest}}{\text{skor maksimum} - \text{skor } \textit{pretest}}$$

3.8.1.4 Perhitungan *N-gain* rata-rata KPS peserta didik

Setelah perhitungan *N-gain* masing-masing peserta didik, dilakukan perhitungan rata-rata *N-gain* tiap kelas sampel dengan rumus sebagai berikut :

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

3.8.1.5 Hasil perhitungan rata-rata *N-gain*

N-gain yang telah dihitung kemudian dianalisis dengan memanfaatkan kriteria yang disusun oleh Hake (1998) yang tercantum pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kriteria *N-gain*

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

Sumber: (Hake, 1998)

3.8.2 Analisis Data Pendukung

Data pendukung dalam penelitian ini adalah penilaian aktivitas peserta didik dan lembar keterlaksanaan pembelajaran.

3.8.2.1 Aktivitas Peserta Didik

Aktivitas peserta didik yang diamati dalam proses pembelajaran yaitu mengamati, bertanya, menjawab dan bekerja sama atau berdiskusi dengan kelompok. Analisis terhadap aktivitas peserta didik dilakukan dengan menghitung persentase masing-masing aktivitas untuk setiap pertemuan dengan rumus:

$$\% \text{ Peserta didik pada aktivitas } i = \frac{\Sigma \text{peserta didik yang melakukan aktivitas } i}{\Sigma \text{jumlah seluruh peserta didik}} \times 100\%$$

Keterangan:

i : Aktivitas peserta didik yang diamati dalam pembelajaran

Selanjutnya, menafsirkan data dengan tafsiran harga persentase aktivitas peserta didik menurut Arikunto (2002) seperti pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Kriteria Aktivitas Peserta Didik

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

Sumber: (Arikunto, 2002)

3.8.2.2 Keterlaksanaan Pembelajaran

Adapun langkah-langkah analisis terhadap keterlaksanaan pembelajaran menggunakan strategi *flipped classroom* dengan kerangka *deep learning* berbasis *multiple representations* sebagai berikut :

1) Observasi keterlaksanaan pembelajaran tahap *out class*

- a) Menghitung jumlah skor setiap kelompok untuk soal yang dijawab benar
- b) Menghitung persentase skor per kelompok pada setiap pertemuan dengan rumus berikut :

$$\% \text{ Skor per kelompok } x = \frac{\sum \text{skor soal yang dijawab benar}}{\text{skor maksimum}} \times 100\%$$

- c) Menghitung persentase rata-rata skor semua kelompok setiap pertemuan dengan rumus berikut :

$$\% \text{ Rata-rata skor pertemuan } x = \frac{\sum \% \text{ rata-rata skor semua kelompok pada pertemuan } x}{\text{jumlah kelompok}}$$

- d) Menafsirkan data keterlaksanaan pembelajaran tahap *out class*.

2) Observasi keterlaksanaan pembelajaran tahap *in class*

- a) Menghitung jumlah skor yang diberikan oleh pengamat untuk setiap kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran.
- b) Menghitung persentase skor aktivitas guru dan peserta didik berdasarkan ketercapaian tujuan pembelajaran pada setiap pertemuan dengan rumus berikut :

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

Keterangan :

$\%J_i$: Persentase ketercapaian dari skor ideal untuk setiap kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran pada pertemuan ke-i

$\sum J_i$: Jumlah skor setiap kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran yang diberikan oleh pengamat pada pertemuan ke-i

N : Skor maksimal (Sudjana, 2005)

c) Menghitung persentase keseluruhan aktivitas guru dan peserta didik pada setiap pertemuan dengan rumus berikut :

$$\% \text{ Rata-rata keseluruhan} = \frac{\sum \% \text{ aktivitas guru dan peserta didik}}{2}$$

d) Menafsirkan data keterlaksanaan pembelajaran pada tahap *in class* menurut Arikunto (2002) dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Kriteria Aktivitas Peserta Didik untuk Keterlaksanaan Pembelajaran

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

Sumber: (Arikunto, 2002)

3.8.3 Pengujian Hipotesis

Metode pengujian hipotesis yang diterapkan dalam penelitian ini adalah uji perbedaan dua rata-rata, khususnya uji perbedaan dua rata-rata yang dijalankan pada skor kemampuan akhir *posttest*. Sebelum pelaksanaan kedua uji tersebut, terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat, yakni uji normalitas dan uji homogenitas.

3.8.3.1 Uji Normalitas

Uji normalitas distribusi data bertujuan untuk memverifikasi apakah sampel sesuai dengan distribusi normal dari populasi, memastikan validitas uji hipotesis. Pengujian normalitas dilakukan menggunakan perangkat lunak *SPSS Statistics 26.0* dengan metode Uji *Kolmogorov-Smirnov*. Tingkat normalitas distribusi data dievaluasi melalui nilai Sig. yang tercantum dalam kolom *Kolmogorov-Smirnov* pada output yang dihasilkan oleh program *SPSS Statistics 26.0*. Kriteria untuk

interpretasi hasil adalah menerima H_0 jika nilai Sig. $> 0,05$, sementara menolak H_0 jika nilai Sig. $< 0,05$.

Dalam mengajukan hipotesis untuk uji normalitas, digunakan dua proposisi yaitu H_0 menyatakan bahwa sampel penelitian berasal dari populasi yang memiliki distribusi normal, sedangkan H_1 menyatakan bahwa sampel penelitian berasal dari populasi yang tidak memiliki distribusi normal (Sudjana, 2005).

Dengan hipotesis untuk uji normalitas:

H_0 : Kedua sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal

H_1 : Kedua sampel berasal dari populasi yang tidak berdistribusi normal

3.8.3.2 Uji Homogenitas

Uji homogenitas dimaksudkan untuk memastikan bahwa varians populasi bersifat seragam atau tidak berdasarkan data sampel yang didapatkan. Uji homogenitas sampel dilakukan menggunakan program *SPSS Statistics 26.0* dengan metode uji *Levene Statistic*. Kriteria ujinya yaitu terima H_0 jika nilai Sig. $> 0,05$ dan tolak H_0 jika nilai Sig. $< 0,05$. Jika data sampel berasal dari populasi yang memiliki distribusi normal dan varians yang homogen, maka pengujian hipotesis dapat dilakukan menggunakan uji *Independent Sample t-Test*.

Dengan hipotesis untuk uji homogenitas :

H_0 = Sampel penelitian mempunyai populasi yang homogen

H_1 = Sampel penelitian mempunyai populasi yang tidak homogen

(Sudjana, 2005)

3.8.3.3 Uji Perbedaan Dua Rata-Rata

Uji perbedaan dua rata-rata dilakukan untuk mengetahui tingkat signifikan terhadap perbedaan rata-rata *N-gain* keterampilan proses sains peserta didik kelas eksperimen dengan rata-rata *N-gain* keterampilan proses sains peserta didik di kelas kontrol.

Dari hasil yang diperoleh dapat diketahui perbedaan pembelajaran tanpa dan dengan menggunakan strategi *flipped classroom* serta kerangka *deep learning*

berbasis *multiple representations* dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik. Dari hasil perhitungan kedua kelas berasal dari populasi yang berdistribusi normal dan homogen, maka uji perbedaan dua rata-rata dilakukan dengan menggunakan metode parametrik yaitu menggunakan uji *Independent Sample t-Test*, dengan rumusan hipotesis sebagai berikut :

$H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$: Rata-rata *N-gain* KPS peserta didik yang belajar dengan strategi *flipped classroom* dengan kerangka *deep learning* berbasis *multiple representations* pada materi kesetimbangan kimia lebih rendah atau sama dengan rata-rata *N-gain* KPS peserta didik dengan pembelajaran konvensional.

$H_1 = \mu_1 > \mu_2$: Rata-rata *N-gain* KPS peserta didik yang belajar dengan strategi *flipped classroom* dengan kerangka *deep learning* berbasis *multiple representations* pada materi kesetimbangan kimia lebih tinggi secara signifikan daripada rata-rata *N-gain* KPS peserta didik dengan pembelajaran konvensional.

Keterangan:

μ_1 = Rata-rata *N-gain* KPS peserta didik pada materi kesetimbangan kimia pada kelas eksperimen

μ_2 = Rata-rata *N-gain* KPS peserta didik pada materi kesetimbangan kimia pada kelas kontrol

(Sudjana, 2005)

Pengujian data perbedaan dua rata-rata ini dihitung dengan cara uji *Independent Samples t-Test* dengan menggunakan *SPSS Statistics 26.0*. Kriteria uji dalam penelitian ini adalah terima H_0 jika nilai Sig. (2-tailed) $> 0,05$ dan tolak H_0 jika nilai Sig. (2-tailed) $< 0,05$.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, diperoleh kesimpulan bahwa pembelajaran menggunakan strategi *flipped classroom* dengan kerangka *deep learning* berbasis *multiple representations* pada materi kesetimbangan kimia efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik. Hal ini ditunjukkan dengan rata-rata *N-gain* keterampilan proses sains peserta didik pada kelas eksperimen yang lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata *N-gain* keterampilan proses sains pada kelas yang menggunakan pembelajaran konvensional. Artinya, terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata *N-gain* keterampilan proses sains peserta didik di kelas eksperimen dengan rata-rata *N-gain* keterampilan proses sains peserta didik di kelas kontrol.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka penulis menyarankan:

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan proporsi butir soal yang lebih seimbang pada setiap indikator keterampilan proses sains, sehingga kemampuan peserta didik pada masing-masing indikator dapat diukur secara lebih komprehensif dan memberikan gambaran peningkatan yang lebih representatif.
2. Penerapan *flipped classroom* dengan kerangka kerja *deep learning* berbasis *multiple representations* pada materi kimia lainnya perlu dilakukan guna memperoleh gambaran yang lebih luas mengenai efektivitas pembelajaran dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, M. (2021). Meningkatkan aktivitas dan hasil belajar peserta didik menggunakan model *flipped classroom* melalui aplikasi google classroom. *Indonesian Journal of Educational Development (IJED)*, 2(2), 280–289.
- Ainsworth, S. (2018). *Multiple representations and multimedia learning*. New York: Routledge.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives: complete edition*. New York: Addison Wesley Longman, Inc.
- Andryani, V., & Pangestu, D. B. (2025). Efektivitas Model Flipped Classroom dalam Meningkatkan Partisipasi dan Kemandirian Belajar Peserta didik pada Mata Pelajaran Bahasa Inggris di SMA. *Journal of Modern Social and Humanities*, 1(3), 86–91.
- Apriliani, F., Erlina, E., Melati, H. A., Sartika, R. P., & Lestari, I. (2022). Pengembangan video gaya antarmolekul berbasis multipel representasi untuk mengatasi miskonsepsi. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 10(4), 790–802.
- Arikunto, S. (2002). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arrofa, A., Eli, H., & Adila, N. (2025). Optimizing Science Process Skills through Multiple Representation. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 13(4), 852–860.
- Astuti, M. L. (2024). Peran Kecakapan 6C dalam Pembelajaran Abad ke-21 untuk Peserta didik Sekolah Dasar. *Didaktika: Jurnal Pendidikan Sekolah Dasar*, 7(2), 154–161.
- Azzahra, M. Z., Nawahdani, A. M., & Falani, I. (2024). The Relationship Between Science Process Skills and 21st Century Skills in Science Learning: Systematic Literature Review. *EduFisika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 9(3), 297–305.

- Basimin, M. Q., Habiddin, H., & Joharmawan, R. (2023). Higher Order Thinking Skills and Visual Representations of Chemical Concepts: A Literature Review. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 11(6), 1043–1052.
- Bergmann, J., & Sams, A. (2023). *Flip Your Classroom, Revised Edition: Reach Every Student in Every Class Every Day*. Alexandria: ASCD.
- Bungawati, B. (2024). Profil Kemampuan Literasi Sains Peserta didik Pada Materi Ekosistem. *Jurnal Binomial*, 7(1), 43-50.
- Busada, S., & Aini, F. Q. (2024). Analisis multirepresentasi buku teks kimia kurikulum merdeka pada materi laju reaksi. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 14(4), 950-958.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Thousand Oaks: Sage publications.
- Fatihah, W., & Wiji, W. (2025). Penerapan Deep Learning Berbasis STEAM pada Pokok Bahasan Polimer. *Jurnal Riset dan Praktik Pendidikan Kimia*, 13(1), 1-9.
- Feriyanto, F., & Anjariyah, D. (2024). Deep learning approach through meaningful, mindful, and joyful learning: A library research. *Electronic Journal of Education, Social Economics and Technology*, 5(2), 208–212.
- Gizaw, G., & Sota, S. (2023). Improving science process skills of students: A review of literature. *Science Education International*, 34(3), 216–224.
- 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), 64–74.
- Hardiyansyah, M. A., Rohaeti, E., & Haatainen, O. (2024). Development of website based multiple representation on buffer solution topic in chemistry learning. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 12(3), 530–546.
- Hava, K. (2021). The effects of the flipped classroom on deep learning strategies and engagement at the undergraduate level. *Participatory Educational Research*, 8(1), 379–394.
- Hwang, Y., & Oh, J. (2021). The effects of flipped learning approaches in anatomy class. *Sustainability*, 13(24), 1–13.
- Ichsan, R. F. (2025). Analysis of Multiple Representation Ability of Chemistry Education Students on Hydrocarbon. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 13(4), 852-860.

- Irwanto, I. (2023). Improving Preservice Chemistry Teachers' Critical Thinking and Science Process Skills Using Research-Oriented Collaborative Inquiry Learning. *Journal of Technology and Science Education*, 13(1), 23–35.
- Johnstone, A. H. (1982). Macro and micro chemistry. *Chemistry in Britain*, 18(6), 409–410.
- Kemendikdasmen. (2025). *Naskah Akademik Pembelajaran Mendalam Menuju Pendidikan Bermutu Untuk Semua*. Jakarta: Kemendikdasmen.
- Khumairah, R., Sundaryono, A., & Handayani, D. (2020). Pengaruh model pembelajaran flipped classroom terhadap hasil belajar kimia peserta didik pada materi larutan penyangga di SMAN 5 Kota Bengkulu. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*, 4(2), 92–97.
- Leiva-Brondo, M., Cebolla-Cornejo, J., Peiró, R., Andrés-Colás, N., Esteras, C., Ferriol, M., Merle, H., Díez, M. J., & Pérez-de-Castro, A. (2020). Study approaches of life science students using the revised two-factor study process questionnaire (R-SPQ-2F). *Education Sciences*, 10(7), 1–18.
- Nafi'ah, J., & Faruq, D. J. (2025). Conceptualizing deep learning approach in primary education: Integrating mindful, meaningful, and joyful. *Journal of Educational Research and Practice*, 3(2), 225–237.
- Nkomo, S., & Bly, A. (2024). Developing a Threshold Concept Assessment Rubric: Using the Johnstone's Triangle Framework for Understanding Intermolecular Forces. *Journal of chemical education*, 101(11), 4694–4703.
- Nugroho, I., Aufa, M., Chasanah, N. N., & Wardani, D. A. (2023). Analysis of higher order thinking skills and science process skills in 21st century education. *4th Borobudur International Symposium on Science and Technology 2022 (BIS-STE 2022)*, 729–735.
- OECD. (2023). *PISA 2022 results (Volume 1): The State of Learning and equity in education*. Paris: OECD Publishing.
- Olim, S. C., Nisi, V., & Romão, T. (2024). Augmented reality interactive experiences for multi-level chemistry understanding. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 42, 1–18.
- Ongowo, R. O., & Indoshi, F. C. (2013). Science Process Skills in the Kenya Certificate of Secondary Education Biology Practical Examinations. *Creative Education*, 04(11), 713–717.
- Permatasari, M. B., Rahayu, S., & Dasna, I. W. (2022). Chemistry Learning Using Multiple Representations: A Systematic Literature Review. *Journal of Science Learning*, 5(2), 334–341.

- Pohan, L. A., Hardianti, T., & Siregar, W. (2021). Investigate The Correlation of Science Learning Interest on Science Process Skills Thorough Scientific Approach. *Journal Educational Experts (JEE)*, 4(1), 37–45.
- Purba, F., Sitingjak, D. S., & Sinaga, K. (2021). Applying Science Process Skills in Understanding Chemical Equilibrium Through Experiment. *Jurnal Akademika Kimia*, 10(2), 78–86.
- Putra, I. M. Y. T. (2021). Implementasi pembelajaran flipped classroom berbasis strategi diferensiasi untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. *Indonesian Journal of Educational Development (IJED)*, 2(3), 461–471.
- Rahmawati, Y., Hartanto, O., Falani, I., & Iriyadi, D. (2022). Students' Conceptual Understanding in Chemistry Learning Using PhET Interactive Simulations. *Journal of Technology and Science Education*, 12(2), 303–326.
- Ramadani, Y., Pujiriyanto, P., Suwartia, S., & Minarni, M. (2023). Developing students' worksheets based on the inquiry-flipped classroom learning model to improve argumentation skills. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*, 15(1), 972–980.
- Rinekso, A. B., & Muslim, A. B. (2020). Synchronous online discussion: teaching English in higher education amidst the covid-19 pandemic. *JEES (Journal of English Educators Society)*, 5(2), 155–162.
- Rumengan, S. M., Akbarb, J. S., Sambekac, Y., & Paata, V. (2023). Penerapan flipped classroom dalam peningkatan hasil belajar ikatan kimia pada kuliah kimia dasar. *Metode*, 5(2), 139–143.
- Sari, E. P. K., Muntholib, M., & Nihayah, U. H. (2025). Development of a Science Process Skills (SPS) test for assessing environmental chemistry concept: Salt hydrolysis in grade XI. *Journal of Environment and Sustainability Education*, 3(3), 350–359.
- Sari, I. J., & Rosdiana, R. (2024). Analisis Literasi Sains Peserta didik SMA Pada Konsep Pencemaran Lingkungan. *Jurnal Penelitian Sains dan Pendidikan (JPSP)*, 4(1), 33–42.
- Sudjana. (2005). *Metode Statistika*. Bandung: Tarsito.
- Susilawati, S. N., Ma'ruf, M., & Yani, A. (2020). Keterampilan Proses Sains, Gaya Belajar, dan Hasil Belajar Fisika. *VIDYA KARYA Upepoumenu: Center for Journal Management and Publication, Lambung Mangkurat University*, 34(2), 170–180.

- Tawil, M. (2024). An Assessment of Science Process Skills in Junior High School Education: Perspectives of Students and Teachers in Indonesia. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 10(2), 305-322.
- Ülger, B. B. (2021). An Adaptation Study for the Measurement of Scientific Process Skills for Gifted Students in Science: The Diet Cola Test. *Journal of Turkish Science Education*, 18(3), 542–554.
- Wang, L., Hodges, G., & Lee, J. (2022). Connecting macroscopic, molecular, and symbolic representations with immersive technologies in high school chemistry: The case of redox reactions. *Education Sciences*, 12(7), 1–14.
- Wicaksono, A. G. (2022). Johnstone's Levels of Representation in Science Learning. *SPEKTRA: Jurnal Kajian Pendidikan Sains*, 8(1), 19–26.
- Wijayanto, N., Gani, A., Hasan, M., & Widowati, A. (2023). The effectiveness of flipped classroom on scientific literacy and critical thinking improvement. *Jurnal Pendidikan Kimia/Jurnal Pendidikan Kimia*, 15(2), 119–129.
- Yang, X. (2023). Teaching Strategy of Chemistry Concepts Based on Deep Learning. *Advances in Social Sciences Research Journal*, 10(6), 427–432.
- Zainuddin, Z., Hermawan, H. D., Nuraini, F., Prayitno, S. M., & Probowasito, T. (2019). Flipping the classroom with a LMS: Designing a technology based learning model. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 13(3), 309–317.
- Zakaria, A., Enawaty, E., Lestari, I., Muharini, R., & Erlina, E. (2024). Development of an interactive multimedia based e-modul on geometric isomer material. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 12(2), 385–401.