

**EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN *DISCOVERY* BERBASIS SIMULASI
MOLEKUL UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN
TRANSLASI SATU LEVEL REPRESENTASI PADA
MATERI HUKUM DASAR KIMIA**

(Skripsi)

Oleh

**Emilia Nafaza
NPM 2013023002**



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

2024

**EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN *DISCOVERY* BERBASIS SIMULASI
MOLEKUL UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN
TRANSLASI SATU LEVEL REPRESENTASI PADA
MATERI HUKUM DASAR KIMIA**

Oleh

EMILIA NAFAZA

Skripsi

**Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
SARJANA PENDIDIKAN**

Pada

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



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN *DISCOVERY* BERBASIS SIMULASI MOLEKUL UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN TRANSLASI SATU LEVEL REPRESENTASI PADA MATERI HUKUM DASAR KIMIA

Oleh

EMILIA NAFAZA

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan efektivitas pembelajaran *discovery* berbasis simulasi molekul untuk meningkatkan kemampuan translasi satu level representasi kimia pada materi hukum dasar kimia. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu kuasi eksperimen dengan menggunakan desain penelitian *pretes-postes control group design*. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas X Merdeka SMA Negeri 1 Katibung Kabupaten Lampung Selatan Tahun Ajaran 2024/2025. Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik cluster random sampling dan diperoleh kelas X merdeka 6 sebagai kelas kontrol dan kelas X merdeka 5 sebagai kelas eksperimen. Pengujian hipotesis menggunakan uji perbedaan dua rata-rata dengan *indepedent sample t-test*. Hasil Penelitian menunjukkan pada perhitungan rata-rata *n-gain* kelas eksperimen sebesar 0,75 dengan kriteria “tinggi”. Hasil uji perbedaan dua rata-rata menunjukkan bahwa terdapat perbedaan *n-gain* rata-rata kemampuan translasi dalam satu level representasi siswa secara signifikansi antara kelas eksperimen dan kelas kontrol sehingga dapat disimpulkan, pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul secara signifikan efektif dalam meningkatkan kemampuan translasi dalam satu level representasi kimia siswa pada materi hukum dasar kimia.

Kata Kunci: Pembelajaran *Discovery*, Simulasi Molekul, Kemampuan Translasi Dalam Satu Level Representasi Kimia, Hukum Dasar Kimia

ABSTRACT

EFFECTIVENESS OF MOLECULES SIMULATION ASSISTED DISCOVERY LEARNING TO IMPROVE TRANSLATION ABILITY IN ONE REPRESENTATION LEVEL IN FUNDAMENTAL CHEMICAL LAWS

By

EMILIA NAFAZA

This study aims to describe the effectiveness of a molecular simulation-based discovery learning model to improve the translation ability of one level of chemical representation on basic chemical law materials. The method used in this study is a quasi-experiment using a pre-test-post-test control group design. The population in this study is all students of class X Merdeka SMA Negeri 1 Katibung, South Lampung Regency for the 2024/2025 school year. Sampling was carried out by cluster random sampling technique and obtained class X Merdeka 6 as the control class and class X Merdeka 5 as the experimental class. The hypothesis test uses a difference test of two averages with an independent sample t-test. The results of the study show that the average n-gain of the experimental class is 0.75 with the criterion of "high". The results of the difference test between the two averages showed that there was a difference in the average n-gain of translation ability in one.

Keywords: Discovery Learning, Molecular Simulation, Translation Ability at One Level, Basic Laws of Chemistry

Judul Skripsi

: **EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN
DISCOVERY BERBASIS SIMULASI
MOLEKUL UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN TRANSLASI SATU
LEVEL REPRESENTASI PADA
MATERI HUKUM DASAR KIMIA**

Nama Mahasiswa

: **Emilia Nafaza**

Nomor Pokok Mahasiswa

: **2013023002**

Program Studi

: **Pendidikan Kimia**

Jurusan

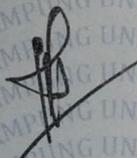
: **Pendidikan MIPA**

Fakultas

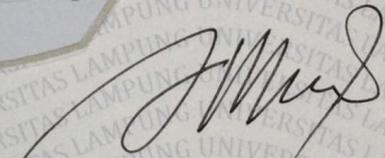
: **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



1. Komisi Pembimbing

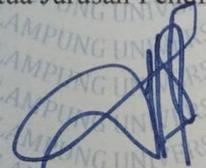

Lisa Tania, S.Pd., M.Sc.

NIP 19860728 200812 2 001


Andrian Saputra, S.Pd., M.Sc.

NIP 19901206 201912 1 001

2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

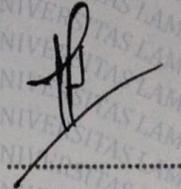

Dr. Nurhanurawati, M.Pd.

NIP 19670808 199103 2 001

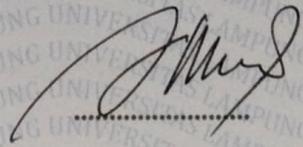
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

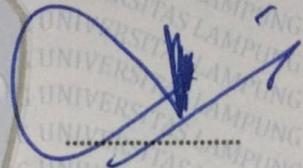
Ketua : **Lisa Tania, S.Pd., M.Sc.**



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



Penguji
Bukan Pembimbing : **Prof. Dr. Sunyono, M.Si.**



Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Prof. Dr. Sunyono, M.Si.
NIP.19651230 199111 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **24 Desember 2024**

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini adalah:

Nama : Emilia Nafaza
Nomor Pokok Mahasiswa : 2013023002
Program Studi : Pendidikan Kimia
Fakultas/Jurusan : KIP/Pendidikan MIPA
Judul Skripsi : Efektivitas Pembelajaran *Discovery* Berbasis
Simulasi Molekul Untuk Meningkatkan
Kemampuan Translasi Satu Level Representasi
Pada Materi Hukum Dasar Kimia

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

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

Bandar Lampung, 24 Desember 2024
Yang Menyatakan,



Emilia Nafaza
NPM 2013023002

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Sumberejo, Tanggamus pada tanggal 31 Maret 2002, sebagai anak tunggal, dari Bapak Ponidi dan Ibu Nurhayati. Pendidikan Taman Kanak-kanak (TK) Dharma Wanita diselesaikan tahun 2008, Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SDN 1 Wonoharjo, Sumberejo pada tahun 2014, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMPN 1 Sumberejo pada tahun 2017 dan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMAN 1 Sumberejo pada tahun 2020. Melalui Jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) penulis melanjutkan pendidikan di Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung pada tahun 2020. Pada tahun 2023, penulis telah melaksanakan program Kuliah Kerja Nyata (KKN) sekaligus program Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) di Desa Tanjung Kurung, Kecamatan Kasui Kabupaten Way Kanan dan penulis berperan sebagai Koordinator Sekolah.

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillahirobbil'alamin

Segala puji bagi Allah Dzat Yang Maha Sempurna.
Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada *uaswatun hasanah*
Rasullullah Muhammad SAW

Kupersembahkan karya ini sebagai tanda cinta dan kasih sayangku kepada:

Kedua orang tuaku tercinta Bapak Ponidi dan Ibu Nurhayati

Yang tanpa lelah membesarkan, mendidik dan mendoakan kelancaran di setiap hal yang dilakukan anaknya. Kerja keras dan pengorbanan kalian tidak pernah berhenti mengantarkan anakmu ini untuk menuntut ilmu hingga ke jenjang perguruan tinggi. Terimakasih telah memberikan yang terbaik untuk keberhasilanku.

Keluarga Besar, Rekan dan Sahabat

Yang selalu kebersamai dari kecil, mendukung, menyemangati, dan selalu menjadi motivasi bagiku untuk terus melangkah maju. Terimakasih telah bersedia mendengar keluh kesahku dan selalu mendukung.

Almamater tercinta, Universitas Lampung.

MOTTO

*“Tidak ada kata gagal untuk orang yang enggan berhasil dan janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada berputus dari rahmat Allah melainkan orang-orang yang kufur”
(QS. Yusuf: 87)”*

*“Sebaik-baik Manusia Adalah Yang Bermanfaat Bagi Orang Lain”
(HR. Ahmad)*

SANWACANA

Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT, karena atas nikmat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan di FKIP Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Bapak Prof. Dr. Sunyono, M.Si., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung sekaligus Dosen Pembahas atas pemberian masukan, kritik dan saran, sehingga skripsi ini dapat tersusun dengan baik;
3. Dr. Nurhanurawati, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA Universitas Lampung;
4. Ibu Dr. M. Setyarini, M.Si., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Lampung;
5. Ibu Lisa Tania, S.Pd, M.Sc., selaku pembimbing I, atas kesabaran dan keikhlasan beliau dalam memberikan bimbingan, saran, dan kritik, serta motivasi kepada penulis selama proses penyusunan skripsi;
6. Bapak Andrian Saputra, S.Pd., M.Sc., selaku Pembimbing Akademik, sekaligus pembimbing II, atas kesabaran dan keikhlasan beliau dalam memberikan bimbingan, saran, dan kritik, serta motivasi kepada penulis selama proses penyusunan skripsi,
7. Bapak dan Ibu serta Staf Program Studi Pendidikan Kimia dan Jurusan

Pendidikan MIPA Universitas Lampung,

8. Ibu Yeni Noviyani, S.Pd., selaku Kepala SMA N 1 Katibung yang telah memberikan izin untuk melaksanakan penelitian,
9. Peserta didik kelas X Merdeka 5 dan X Merdeka 6 yang telah membantu lancarnya proses pembelajaran;
10. Sepupu sekaligus sahabat kecil penulis Novellia Vanessa yang selalu memberikan dukungan, dan doa untuk menyelesaikan skripsi; terimakasih atas kebersamaannya selama ini,
11. Sahabat terbaik penulis Putri Asnaul Karimah yang selalu membersamai penulis selama kurang lebih 10 tahun dan memberikan dukungan, bantuan, doa dan motivasi kepada penulis untuk segera menyelesaikan skripsi; terimakasih atas kebersamaannya selama ini,
12. Sahabat setim skripsi Anfasa Rizga Aprilia dan Risna Wahyuni Dongoran yang telah memberikan semangat dan masukan serta bantuannya demi kelancaran penyelesaian skripsi,
13. Sahabat perkuliahan Zhilal Zhafirah, Upit Nurjanah, Athifah Az-zahra, Erviantina, Choirul Anwar dan Intan Nur Ramadania yang selalu memberikan bantuan dan motivasi pada masa perkuliahan.
14. Teman-teman seperjuangan pendidikan kimia 2020;
15. Semua pihak yang telah membantu menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah melimpahkan nikmat dan hidayah-Nya kepada kita semua, serta berkenan membalas segala kebaikan yang diberikan kepada penulis dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat dikemudian hari.

Bandar Lampung, 24 Desember 2024

Emilia Nafaza

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian.....	5
D. Manfaat Penelitian	5
E. Ruang Lingkup Penelitian	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Model Pembelajaran <i>Discovery</i>	7
B. Representasi Kimia.....	9
C. Kompetensi Representasional	10
D. Pembelajaran Kimia Berbasis Simulasi	12
F. Penelitian Yang Relevan.....	15
F. Kerangka Berfikir.....	16
G. Anggapan Dasar	20
H. Hipotesis.....	20
III. METODOLOGI PENELITIAN	21
A. Populasi dan Sampel Penelitian	22
B. Desain Penelitian	22
C. Variabel Penelitian.....	22
D. Perangkat Penelitian	23
E. Instrumen Pengumpulan Data.....	23
F. Prosedur Pelaksanaan Penelitian	23
G. Analisis Data	26
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	34
A. Analisis Validitas Instrumen, Reabilitas Instrumen, dan Analisis Keberfungsian Distraktor	34

B. Perhitungan Nilai Pretes dan Postes Siswa Keterampilan tranaslasi satu level representasi Siswa	36
C. Perhitungan <i>n-gain</i>	38
D. Uji Perbedaan Dua Rata-Rata.....	39
E. Uji Ukuran Pengaruh (<i>Effect Size</i>)	42
F. Keterlaksanaan Model Pembelajaran Discovery Berbantuan Simulasi Molekul	52
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	62
A. Simpulan.....	62
B. Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA.....	64
LAMPIRAN.....	70
Lampiran 1. Modul Pembelajaran	71
Lampiran 2. LKPD Kelas Eksperimen.....	95
Lampiran 3. LKPD Kelas Kontrol	103
Lampiran 4. Kisi-Kisi, Soal, Rubrik Penilaian Pretes dan Postes Pilian Jamak dan Essay Materi Hukum Dasar Kimia	108
Lampiran 5. Lembar Observasi / Penilaian Kemampuan Guru Dalam Pengelolaan Pembelajaran Kimia Dengan Model Pembelajaran Discovery.....	123
Lampiran 6. Hasil Lembar Observasi / Penilaian Kemampuan Guru Dalam Pengelolaan Pembelajaran Kimia Dengan Model Pembelajaran Discovery	126
Lampiran 7. Data Hasil Pemeriksaan Jawaban Siswa.....	136
Lampiran 8. Hasil Uji Normalitas, Uji Homogenitas, dan Uji Perbedaan Dua Rata-Rata Dengan Spss 27.0	144
Lampiran 9. Validitas, Reabilitas dan Analisis Distraktor	146

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kemampuan Representasi Menurut Kozma & Russell	11
2. Penelitian Yang Relevan.....	16
3. Desain Penelitian <i>Pretes-Postes Control Group Design</i>	22
4. Kriteria Tingkat Kesukaran Butir Soal.....	28
5. Kriteria Daya Pembeda	28
6. Kriteria derajat reliabilitas.....	29
7. Klasifikasi <i>n-gain</i> menurut Hake	31
8. Kriteria <i>Effect Size</i>	34
9. Hasil Tingkat Kesukaran Butir Soal.....	36
10. Hasil Daya Beda.....	37
11. Hasil validasi empiris soal tes keterampilan translasi satu level representasi.....	37
12. Hasil Analisis Keberfungsian Distraktor.....	38
13. Hasil Uji Normalitas Terhadap <i>n-gain</i> Kemampuan Translasi dalam Satu Level Siswa	42
14. Hasil Uji Perbedaan Dua Rata-rata <i>n-gain</i> Kemampuan Translasi dalam Satu Level Representasi Siswa.....	43
15. Hasil Uji <i>Effect Size</i> kemampuan translasi satu level representasi siswa.	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Segitiga kimia (Johnstone, 1993).....	9
2. Simulasi pada JavaLab	14
3. Simulasi PhET pada hukum kekekalan massa, perbandingan tetap dan Gay Lussac.....	14
4. Simulasi PhET pada hukum perbandingan berganda.....	15
5. Diagram Kerangka Berfikir.....	20
6. Prosedur pelaksanaan penelitian	26
7. Tampilan contoh simulasi PhET <i>Simulation</i> dan JavaLab untuk materi hukum-hukum dasar kimia	39
8. Nilai rata-rata pretes dan postes kemampuan translasi dalam satu level representasi siswa.....	40
9. Sebaran <i>n-gain</i> Kemampuan Translasi Dalam Satu Level Representasi Kelas Kontrol Dan Kelas Eksperimen.....	41
10. Contoh Penggunaan Simulasi Pada LKPD 1	45
11. Tabel Hasil Pada Tahapan Pengumpulan Data Untuk LKPD 1 Materi Hukum Kekekalan Massa.....	46
12. Tabel Hasil Pada Tahapan Pengumpulan Data Untuk LKPD 2 Materi Hukum Perbandingan Tetap	47
13. Contoh jawaban Siswa Saat Tahap Mengolah Data Pada LKPD 1 Untuk Materi Hukum Kekekalan Massa.....	47
14. Contoh jawaban Siswa Saat Tahap Mengolah Data Pada LKPD 2 Untuk Materi Hukum Perbandingan Tetap	48
15. Contoh jawaban Siswa Saat Tahap Mengolah Data Pada LKPD 1 Untuk Materi Hukum Perbandingan Tetap yang melatih indikator 1	48
16. Contoh jawaban Siswa Saat Tahap Mengolah Data Pada LKPD 2 Untuk Materi Hukum Perbandingan Ganda.	49

17. Contoh jawaban Siswa Saat Tahap Mengolah Data Pada LKPD 3 Untuk Materi Hipotesis Avogadro.	49
18. Contoh jawaban Siswa Saat Tahap Mengolah Data Pada LKPD 2 Untuk Materi Hukum Perbandingan Ganda yang melatih indikator 2	50
19. Contoh jawaban Siswa Saat Tahap Mengolah Data Pada LKPD 3 Untuk Materi Hipotesis Avogadro yang melatih indikator 2	50
20. Nilai Rata-Rata Presentase Dari Setiap Indikator Translasi Satu Level Dari Jawaban Soal Postes dan Postes Kelas Eksperimen.....	52
21. Soal Nomor 2	54
22. Contoh Jawaban Pretes Siswa Pada Soal Nomor 2.....	54
23. Contoh Jawaban Postes Siswa Pada Soal Nomor 2	55
24. Soal Nomor 1	56
25. Contoh Jawaban Pretes Siswa Pada Soal Nomor 1	56
26. Contoh Jawaban Postes Siswa Pada Soal Nomor 1	57
27. Soal Nomor 3	58
28. Contoh Jawaban Pretes Siswa Pada Soal Nomor.....	58
29. Contoh Jawaban Postes Siswa Pada Soal Nomor 3	59
30. Rata-rata Presentase Keterlaksanaan Model Pembelajaran <i>Discovery</i> Berbantuan Simulasi Molekul Pada Kelas Eksperimen.....	60

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Ilmu kimia di Indonesia masih dianggap ilmu yang sulit untuk dipahami, hal ini disebabkan oleh materi kimia yang sebagian besar bersifat abstrak (Dwiningsih *et al.*, 2018). Materi kimia yang abstrak berkaitan dengan struktur, sifat, perubahan materi, hukum-hukum kimia, serta teori yang membuat ilmu kimia sulit dipahami (Carlo *et al.*, 2004). Sebagian besar ilmu kimia berfokus pada tingkat molekuler yang tidak bisa diakses secara langsung oleh indra kita yang sangat bergantung pada pemahaman tentang entitas yang tidak dapat dilihat atau disentuh (Kozma & Russell, 1997). Oleh karena itu, banyak siswa yang kesulitan dalam memahami pembelajaran kimia (Muderawan *et al.*, 2019). Dari kesulitan tersebut, maka konsep kimia yang bersifat abstrak perlu untuk direpresentasikan (Dunn, 2020).

Dalam mengatasi kesulitan yang muncul akibat materi kimia yang bersifat abstrak, penting untuk memperoleh pemahaman yang baik dan mempertimbangkan hubungan antara tiga level representasi kimia yakni tingkat makroskopik, submikroskopis, serta simbolik dalam upaya pengembangan materi serta media pembelajaran (Johnstone, 1991). Hukum-hukum dasar kimia merupakan salah satu materi kimia kelas X yang dianggap sulit oleh siswa, karena materi ini bersifat abstrak dan konkrit (Hanum *et al.*, 2017). Pada pembelajaran di sekolah hanya diajarkan sampai pada tahap pengenalan representasi makroskopik dan simbolik saja tetapi tidak mengaitkan antara tingkat makroskopik, submikroskopis dan simbolik sehingga siswa mengalami kesulitan dalam memahami tingkat representasi kimia (Dori & Ameiri, 2003).

Dibutuhkan suatu kompetensi untuk mengaitkan antara tingkat makroskopik, sub-mikroskopis, dan simbolik. Kompetensi itu disebut dengan kompetensi representasi kimia (Chi *et al.*, 2018; Kozma & Russell, 2005). Mengaitkan ketiga level representasi tersebut akan membantu dalam hal konstruksi pengertian dan pemahaman siswa terhadap fenomena kimia (Chittleborough, 2004). Agar pembelajaran kimia berjalan dengan baik dan tujuan pembelajaran dapat tercapai, maka diperlukan guru yang mampu mengarahkan siswa untuk dapat memahami dan mengaitkan ketiga level representasi (Safitri *et al.*, 2019).

Terdapat tiga kemampuan dalam kompetensi representasi yaitu kemampuan interpretasi makna, kemampuan translasi satu level representasi, dan kemampuan translasi antar level representasi. Salah satu kompetensi representasi yaitu kemampuan translasi satu level representasi. Kemampuan translasi satu level adalah kemampuan untuk mendeskripsikan bagaimana representasi yang berbeda dapat mengungkapkan hal yang sama dengan cara yang berbeda, serta menjelaskan bagaimana satu representasi bisa menyampaikan sesuatu yang berbeda (Kozma & Russell, 2005). Dengan merepresentasikan konsep melalui berbagai tingkatan representasi seperti *Connected Chemistry*, berpotensi dalam meningkatkan kembali minat dan pemahaman siswa terhadap kimia (Stieff & Wilensky, 2009).

Berdasarkan kemampuannya dalam menggambar kan representasi kimia, representasi dibedakan menjadi 2 yaitu statis dan dinamis. Representasi statis merupakan visualisasi yang tidak menunjukkan perubahan atau tidak bergerak seperti simulasi atau animasi suatu proses yang dapat memberikan pemahaman bagi siswa (Suyatna *et al.*, 2017). Sementara representasi dinamis merupakan visualisasi yang menunjukkan perubahan dapat berupa gambar animasi untuk memberikan Gambar an yang jelas mengenai penggambaran proses abstrak dan pemahaman (Ryoo & Linn, 2014). Representasi dinamis terbukti lebih efektif dibandingkan dengan representasi statis

dalam mendorong pemahaman molekuler tentang perubahan materi (Ardac & Akaygun, 2005).

Keefektifan representasi dapat diperkuat dengan penelitian yang dilakukan oleh Widia (2020) yaitu bahwa kelas eksperimen yang menggunakan representasi dinamis mengalami peningkatan pada hasil belajar dan keterampilan berfikir jauh lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran dengan konvensional. PhET *simulation* menjadi media pendukung yang efektif dalam memudahkan pemahaman siswa terhadap materi hukum-hukum dasar kimia. Tidak hanya PhET, kegiatan inkuiri yang didukung oleh simulasi dapat mengarah pada kemajuan hasil belajar siswa dan menumbuhkan pemahaman konsep dalam tingkat representasi (Stieff, 2009). Dalam mengajarkan materi, tentunya harus dipilih model pembelajaran dan media yang paling sesuai dengan tujuan yang tentunya akan dicapai (Trianto, 2007).

Sementara hasil wawancara dengan guru kimia kelas X Merdeka di SMA Negeri 1 Katibung Kabupaten Lampung Selatan yaitu, bahwa guru dalam pembelajaran cenderung menggunakan metode ceramah. Hal ini menyebabkan siswa terlihat pasif dalam proses pembelajaran dan kurang mampu mengembangkan pemahaman konsep secara mandiri. Selain itu, pembelajaran kimia di sekolah ini juga melibatkan praktikum di laboratorium untuk beberapa materi saja. Pada pembelajaran materi hukum dasar kimia siswa hanya berfokus pada teori yang ada pada buku cetak dan pembelajaran yang disampaikan guru pada papan tulis, yang mengakibatkan siswa terbatas pada representasi kimia makroskopik dan simbolis saja, sementara kurang mengeksplorasi representasi submikroskopik pada materi hukum dasar kimia. Oleh karena itu, perlu dicari solusi untuk mengeksplorasi representasi submikroskopik guna meningkatkan kompetensi representasi siswa khususnya kemampuan translasi satu level representasi kimia.

Kemampuan translasi satu level representasi kimia dapat ditingkatkan melalui pemanfaatan model pembelajaran *discovery* dengan berbasis simulasi molekul. Model pem-

belajaran *discovery* mendorong pemahaman yang mendalam terhadap ide-ide penting dengan melibatkan siswa secara aktif dalam pembelajaran, siswa didorong untuk mempelajari konsep dan prinsip melalui keterlibatan aktif mereka dalam pembelajaran sehingga dengan penemuan sendiri hasil yang didapat akan lama dalam ingatan (Kardi & Ramawati, 2015). Terdapat enam tahapan dalam pelaksanaan model pembelajaran *discovery*, yaitu stimulasi (*passing stimulation*), identifikasi masalah (*problem statement*), pengumpulan data (*data collecting*), pengolahan data (*data processing*), pembuktian (*verification*), dan kesimpulan (*generalization*) (Bruner, 1961).

Model pembelajaran *discovery* yang menggunakan animasi atau simulasi dapat membantu siswa mengkonseptualisasikan ide-ide yang bersifat abstrak pada tingkat submikroskopik. Dalam mengatasi suatu tantangan dalam memahami konsep kimia pada tingkat submikroskopis, maka diperlukan media pembelajaran yang dapat menghubungkan tiga level representasi. Sehingga diharapkan siswa dapat mengamati fenomena yang terjadi dan menghubungkan ketiga level representasi (makroskopik, submikroskopik, dan simbolik). Adapun media yang dapat digunakan dalam menjelaskan materi hukum-hukum dasar kimia yaitu *JavLab* dan *PhET Simulation*. Dengan menggunakan simulasi-simulasi tersebut maka akan membantu guru untuk meningkatkan pengetahuan mengenai hukum-hukum dasar kimia.

Berdasarkan latar belakang yang telah di jabarkan, maka diperlukan pelaksanaan suatu penilaian dengan judul “Efektivitas Pembelajaran *Discovery* Berbasis Simulasi Molekul untuk Meningkatkan Kemampuan Translasi Satu Level Representasi pada Materi Hukum Dasar Kimia”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka didapatkan rumusan masalah pada penelitian ini yaitu bagaimana efektivitas pembelajaran *discovery* berbasis simulasi molekul dalam meningkatkan kemampuan translasi satu level representasi pada materi hukum dasar kimia?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dari penelitian ini yaitu mendeskripsikan efektivitas pembelajaran *discovery* berbasis simulasi molekul dalam meningkatkan kemampuan translasi satu level representasi pada materi hukum dasar kimia

D. Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian yang dihasilkan, diarpakan dapat bermanfaat bagi:

1. Siswa

Mendapat pengalaman dalam pembelajaran menggunakan simulasi dinamika molekul untuk melatih kemampuan representasional, khususnya kemampuan translasi satu level representasi kimia.

2. Guru

Mendapatkan referensi model pembelajaran untuk memfasilitasi siswa pada materi hukum-hukum dasar kimia.

3. Peneliti lain

Menjadi rujukan bagi peneliti yang akan melakukan penelitian dengan topik yang sama.

E. Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dari penelitian ini yaitu:

1. Pembelajaran *discovery* berbasis simulasi dinamika molekul dikatakan efektif apabila rata-rata *n-gain* kelas eksperimen setidaknya berada pada kategori sedang dan lebih tinggi daripada *n-gain* kelas kontrol, dengan perbedaan rata rata *n-gain* yang signifikan antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol.
2. Tahap-tahap pelaksanaan model pembelajaran *discovery* yaitu stimulasi (*passing stimulation*), identifikasi masalah (*problem statement*), pengumpulan data (*data collecting*), pengolahan data (*data processing*), pembuktian (*verification*), dan kesimpulan (*generalization*) (Bruner,1961).
3. Dalam penelitian ini menggunakan media *JavaLab* dengan link https://javalab.org/en/avogadros_law_en/ dan *PhET Simulation* dengan link <https://phet.colorado.edu/en/simulations/reactants-products-and-leftovers>.
4. Kompetensi representasi yang diteliti yaitu kemampuan translasi dalam satu level representasi dengan indikator :
 - a. Kemampuan untuk mendeskripsikan bagaimana representasi yang berbeda dapat mengungkapkan hal yang sama dengan cara yang berbeda
 - b. Kemampuan untuk menjelaskan bagaimana satu representasi bisa menyampaikan sesuatu yang berbeda (Kozma & Russell, 2005).
5. Materi penelitian ini yaitu materi hukum-hukum dasar kimia yang mencakup hukum kekekalan massa, hukum perbandingan tetap, hukum perbandingan berganda, hukum perbandingan volume dan hipotesis Avogadro.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Model Pembelajaran *Discovery*

Pembelajaran *discovery* adalah bentuk kurikulum dimana siswa secara aktif terlibat dalam pengalaman dan pertanyaan tertentu, dipandu oleh guru, sehingga mereka dapat menemukan konsep atau pengetahuan sendiri, dengan penekanan bahwa siswa diberi kebebasan untuk menemukan pemahaman mereka sendiri daripada hanya menerima jawaban atau gagasan yang sudah ada (Hammer, 1997). Pembelajaran *discovery* dianggap sebagai metode pembelajaran yang menjanjikan karena keterlibatan aktif siswa dalam pembelajaran menghasilkan pengetahuan yang lebih terstruktur dibandingkan dengan cara belajar tradisional yang hanya mentransfer pengetahuan kepada siswa (Van, 1998).

Model pembelajaran *discovery* memiliki beberapa keunggulan yaitu dapat meningkatkan keterampilan dalam memecahkan masalah, melatih kemampuan belajar mandiri, memperkuat pemahaman, mengingat dan mentransfer pengetahuan. Model pembelajaran *discovery* memberikan banyak peluang bagi para siswa untuk terlibat langsung dalam kegiatan belajar, yang pada gilirannya dapat meningkatkan motivasi belajar mereka dan dapat disesuaikan dengan minat serta kebutuhan individu mereka (Sari et al., 2017). Model pembelajaran *discovery* merubah dinamika pembelajaran dengan menggeser peran guru yang sebelumnya dominan pada proses pembelajaran menjadi siswa yang terlibat aktif dalam pembentukan hipotesis, eksplorasi, perancangan eksperimen, dan interpretasi data (Swaak et al., 2004). Terdapat enam tahapan pelaksanaan model pembelajaran *discovery*, yaitu stimulasi (*passing*

stimulation), identifikasi masalah (*problem statement*), pengumpulan data (*data collecting*), pengolahan data (*data processing*), pembuktian (*verification*), dan kesimpulan (*generalization*) (Bruner, 1961). Sesuai dengan Bruner, berikut merupakan penjabaran tahapan-tahapan *discovery learning* menurut Kemendikbud (2017) yaitu:

1. Stimulasi

Merupakan fase awal dimana siswa diberikan rangsangan yang memicu kebingungan, sehingga mendorong mereka untuk melanjutkan tanpa membuat generalisasi dengan tujuan stimulasi adalah menciptakan kondisi belajar yang merangsang dan memudahkan dalam mengeksplorasi materi oleh siswa.

2. Identifikasi masalah

Pada tahapan ini, guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin permasalahan terkait dengan materi pembelajaran, dan dari berbagai masalah tersebut siswa memilih satu untuk dirumuskan menjadi hipotesis.

3. Pengumpulan data

Pada tahap pengumpulan data, Siswa diberikan kesempatan untuk mengumpulkan informasi yang relevan untuk mendukung atau menguji kebenaran hipotesis mereka, dengan tujuan menjawab pertanyaan atau menguji validitas hipotesis yang telah dibuat.

4. Pengolahan data

Pada tahap ini, siswa akan memahami dan menganalisis informasi yang telah dikumpulkan dengan tingkat kepercayaan diri yang sesuai. Ini melibatkan analisis kritis dan pemahaman terhadap data yang telah dikumpulkan siswa.

5. Pembuktian

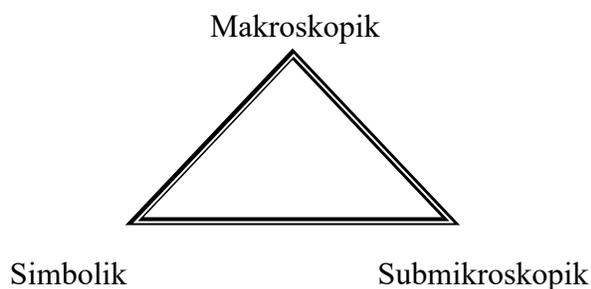
Siswa membuktikan validitas hipotesis dengan hati-hati dan mencari alternatif yang sesuai dengan hasil pengolahan data.

6. Kesimpulan

Tahap proses menyusun kesimpulan, yang dapat digunakan sebagai prinsip untuk situasi atau masalah serupa, dengan mengacu dan mempertimbangkan hasil pembuktian.

B. Representasi Kimia

Multiple representasi adalah bentuk representasi dengan memadukan antara Gambar nyata, teks maupun grafik yang berfungsi dalam menjembatani proses pemahaman siswa terhadap suatu konsep kimia (Herawati, 2013). Pengembangan representasi kimia dilakukan berdasarkan susunan dari fenomena yang dilihat, model atom dan molekul, persamaan reaksi serta simbol. Representasi kimia dibedakan dalam tiga tingkatan yaitu tingkat makroskopis (bersifat nyata), tingkat submikroskopis (juga nyata namun tidak kasat mata, terdiri dari tingkat partikulat berfungsi dalam menjelaskan molekul, partikel atau atom, serta pergerakan electron), serta simbolik (terdiri dari suatu persamaan kimia) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Segitiga kimia (Johnstone, 1993)

Dengan menggunakan *multiple* representasi terdapat struktur penunjang pedagogis bagi individu dalam memberikan bantuan kepada siswa untuk memahami konsep materi yang sedang berlangsung (Hand & Choi, 2010). Pembelajaran representasi dibutuhkan karena setiap siswa secara individu akan menyampaikan representasi yang berbeda-beda pada konsep yang diajarkan. Pembelajaran dengan representasi akan memberikan kebutuhan pada siswa yang mempunyai gaya belajar yang berbeda-beda serta dapat menjadi jembatan pada perbedaan representasi yang dimiliki guru dan siswa (Mallet, 2007).

Berikut merupakan beberapa faktor *multiple* representasi digunakan dalam pembelajaran:

1) *Multiple intelligences*

Siswa memiliki cara belajar yang berbeda sehingga, representasi yang berbeda cocok digunakan.

2) Visualisasi otak

Kuantitas konsep dan fisik dapat diobservasi dan dimengerti jauh lebih efektif dengan penggunaan representasi yang nyata.

3) Membantu membangun representasi jenis lain

Dapat membantu representasi yang lebih abstrak.

4) Berguna dalam penalaran kualitatif

Representasi konkret dapat membantu dalam penalaran kualitatif (Herawati, 2013).

C. Kompetensi Representasional

Kompetensi representasional adalah sebuah istilah untuk menggambarkan seperangkat keterampilan dan praktik yang memungkinkan seseorang untuk secara reflektif menggunakan berbagai representasi atau visualisasi, baik sendiri sendiri maupun bersama-sama, untuk memikirkan, mengomunikasikan, dan bertindak terhadap fenomena kimia dalam kaitannya dengan entitas dan proses fisika yang mendasarinya (Kozma & Russell, 1997, 2005). Kompetensi representasi mencakup beragam keterampilan dan praktik, sebagaimana diungkapkan oleh Sim & Daniel (2014). Menurut Kozma & Russell (2005), inti dari kurikulum substantif kompetensi representasional dalam konteks kimia mencakup beberapa aspek, yaitu:

Tabel 1. Kemampuan Representasi Menurut Kozma & Russell

No	Kemampuan Representasi	Indikator
1.	Kemampuan translasi satu level representasi	a. Kemampuan untuk mendeskripsikan bagaimana representasi yang berbeda dapat mengungkapkan hal yang sama dengan cara yang berbeda b. Kemampuan untuk menjelaskan bagaimana satu representasi bisa menyampaikan sesuatu yang berbeda
2.	Kemampuan translasi antarlevel representasi	a. Memetakan satu fitur dari satu jenis representasi ke jenis representasi lain b. Membuat hubungan antar representasi c. Menjelaskan hubungan antar representasi.
3.	Interprestasi Makna	a. Mampu menggunakan kata-kata baik dari tulisan ataupun bahasa verbal untuk mengidentifikasi fitur dan pola dalam representasi kimia. b. menerapkan kata-kata baik dari tulisan ataupun bahasa verbal untuk menganalisis fitur-fitur dan pola dalam representasi kimia.

Kompetensi representasional memiliki arti yang sangat luas dan banyak keterampilan ataupun kemampuan di dalamnya. Salah satu kemampuan yang ada dalam kompetensi representasional adalah kemampuan translasi satu level representasi kimia (Sim & Daniel, 2014). Translasi adalah suatu proses yang melibatkan perubahan atau perpindahan dari satu bentuk representasi kesatu bentuk representasi lain (Adu-Gyamfi *et al.*, 2012). Translasi juga sebagai suatu proses kognitif dalam mengubah informasi

yang termuat pada satu representasi ke satu representasi lainnya (Bosse *et al.*, 2014). Kemampuan translasi merupakan keterampilan dalam mengonversi representasi kimia dari satu bentuk simbolis ke bentuk simbolis lainnya. Peningkatan kemampuan translasi dapat dicapai dengan menggunakan suatu metode pembelajaran yang menekankan penemuan dan memanfaatkan teknologi sebagai media pembelajaran. Kemampuan mentranslasi antar representasi dalam satu level yang sama merupakan salah satu kemampuan dalam representasi belajar (Kozma & Russel, 2005). Terdapat indikator yang harus dicapai pada kemampuan mentranslasi antar representasi dalam satu level yaitu bisa kemampuan untuk mendeskripsikan suatu representasi yang berbeda dapat menyatakan hal yang sama dengan cara yang berbeda dan kemampuan untuk menjelaskan suatu representasi yang dapat menyatakan hal berbeda atau sesuatu yang tidak dapat dikatakan dengan lainnya (Kozma & Russell, 2005).

D. Pembelajaran Kimia Berbasis Simulasi

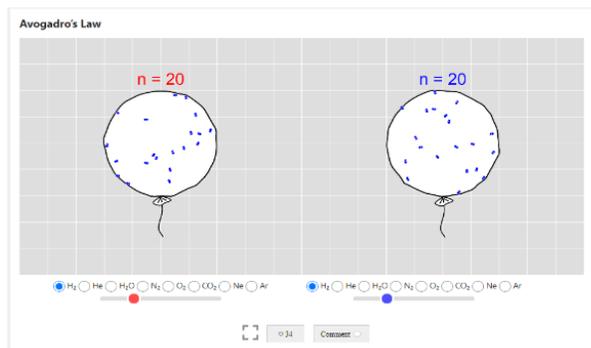
Menurut KBBI, simulasi adalah bentuk pelatihan yang menampilkan suatu konsep dalam representasi buatan yang menyerupai aslinya. Di konteks lain, simulasi digunakan sebagai cara untuk menggambarkan sistem atau proses menggunakan model statistik atau demonstrasi. Definisi ini sejalan dengan Law & Kelton (1991) yang menyatakan bahwa simulasi mencakup sekumpulan teknik dan perangkat yang digunakan untuk menggambarkan perilaku sistem nyata, biasanya dilakukan melalui komputer dengan perangkat lunak khusus.

Simulasi molekuler dapat diartikan sebagai metode mekanika statistik komputasi yang memungkinkan penentuan sifat makroskopik dengan mengevaluasi model teoritis perilaku molekuler menggunakan program komputer, sesuai dengan Kumar & Maiti (2011). Dalam konteks kimia, untuk membangun pemahaman konseptual yang kokoh, diperlukan kemampuan untuk menggambarkan fenomena kimia melalui simulasi. Studi yang dilakukan oleh Starkey *et al.* (2006) menunjukkan bahwa

interaksi atom dapat lebih dipahami oleh siswa melalui penggunaan simulasi molekuler interaktif dan visualisasi reaksi kimia.

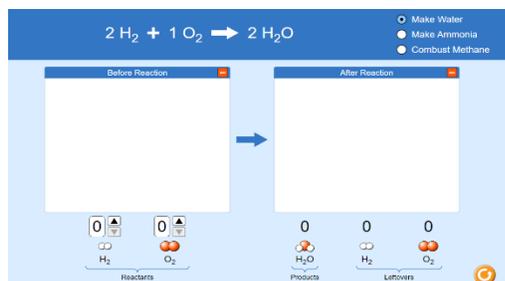
Pemanfaatan simulasi molekuler dalam konteks pembelajaran membawa kemudahan, khususnya dalam pengajaran materi hukum dasar kimia di pelajaran kimia. Penggunaan simulasi ini memungkinkan eksplorasi reaksi dan penjelasan pengamatan laboratorium secara virtual (Naziat *et al.*, 2024). Sebagai contoh, melalui penggunaan animasi dalam simulasi, simulasi molekuler dapat memberikan representasi visual dari materi hukum dasar kimia pada tingkat submikroskopis. Hal ini menjadi sulit dipahami apabila hanya dijelaskan menggunakan metode simbolik berdasarkan persamaan reaksi, karena sulit untuk menggambarkan perubahan sebenarnya yang terjadi pada tingkat submikroskopis secara visual.

JavaLab merupakan perangkat lunak pendidikan yang menyajikan simulasi fenomena fisis yang relevan dengan perkembangan teknologi pendidikan. Tujuan dari JavaLab adalah memberikan pengalaman dalam simulasi pembelajaran dalam berbagai bidang seperti fisika, kimia, astronomi, kebumihan, matematika, biologi, dan ilmu lainnya melalui laboratorium virtual (Mashita *et al.*, 2024). Hal ini dirancang untuk memudahkan pengajaran di kelas bagi guru dan siswa. Simulasi JavaLab berbentuk animasi interaktif yang disusun mirip dengan permainan, memberikan siswa kesempatan untuk belajar melalui eksplorasi. Keunggulan utamanya terletak pada kemudahan penggunaan, dan perangkat lunak ini tersedia secara gratis melalui situs web resmi di https://javalab.org/en/category/chemistry_en/. Berikut merupakan tampilan javalab:



Gambar 2. Simulasi pada JavaLab
Sumber : javalab.org

Selain simulasi javalab, aplikasi PhET juga dapat digunakan dalam penelitian ini. PhET merupakan perangkat lunak bidang pendidikan yang menghadirkan simulasi fenomena fisis yang relevan dengan konteks kemajuan teknologi pendidikan. PhET bertujuan untuk menyediakan simulasi pembelajaran fisika, kimia, dan biologi berbasis laboratorium virtual guna mempermudah pengajaran di kelas bagi guru dan siswa. Simulasi PhET berupa animasi interaktif yang dirancang mirip dengan permainan, memungkinkan siswa untuk belajar melalui eksplorasi. Kelebihannya adalah kemudahan penggunaannya, dan tersedia secara gratis melalui situs website <https://phet.colorado.edu/>. Simulasi ini dibuat dengan menggunakan Java dan Flash, dan dapat diakses melalui peramban website asalkan plug-in Flash dan Java telah terinstal. Berikut merupakan tampilan PhET



Gambar 3. Simulasi PhET pada hukum kekekalan massa, perbandingan tetap dan Gay Lussac.

Sumber : phet.colorado.edu

Berikut merupakan tampilan PhET pada hukum perbandingan tetap dan hukum perbandingan berganda.



Gambar 4. Simulasi PhET pada hukum perbandingan berganda.
Sumber : phet.colorado.edu

Simulasi PhET mencakup unsur-unsur yang tidak dapat dilihat secara langsung di dunia nyata, seperti atom, elektron, dan foton. Siswa dapat berinteraksi dengan benda-benda ini melalui gambar dan ikon dalam simulasi. Melalui animasi yang disajikan, siswa memiliki kesempatan untuk menyelidiki hubungan sebab-akibat dalam fenomena yang sedang dipelajari (Herpi *et al.*, 2017). Penggunaan simulasi molekuler dalam pembelajaran, khususnya menggunakan simulasi PhET, dapat menciptakan pengalaman positif, menarik, dan menghibur, serta mendukung untuk memberikan pemahaman mendalam tentang fenomena tertentu (Setiyanto *et al.*, 2023). Maka dari itu, penggunaan simulasi PhET dalam belajar menimbulkan perasaan senang, memudahkan, serta lebih tertarik.

E. Penelitian Yang Relevan

Berikut merupakan penelitian yang relevan dengan penelitian ini:

Tabel 2. Penelitian Yang Relevan

No	Peneliti	Judul	Hasil
1.	Stieff (2019)	<i>Improving Learning Outcomes in Secondary Chemistry with Visualization-Supported Inquiry Activities.</i>	Bahwa kegiatan inkuiri yang didukung visualisasi dapat mengarah pada peningkatan hasil pembelajaran dan menumbuhkan konseptual pada tingkat representasi.
2.	Sim & Daniel (2014)	<i>Representational competence in chemistry: A comparison between students with different levels of understanding of 56 basic chemical concepts and chemical representations.</i>	Menunjukkan bahwa tingkat pemahaman yang tinggi tentang konsep kimia dasar dan representasi kimia merupakan prasyarat bagi peserta didik untuk menunjukkan tingkat Kompetensi representasional yang tinggi secara keseluruhan.

Lanjutan dari Tabel 2.

No	Peneliti	Judul	Hasil
3.	Widia (2020)	Penerapan Model Discovery Learning berbantuan Media PhET Untuk Meningkatkan Kompetensi Siswa	Meunjukkan bahwa Penerapan Model Pembelajaran <i>Discovery Learning</i> berbantuan media PhET dapat meningkatkan kompetensi siswa.
4.	Mallet (2007)	<i>Multiple representations for systems of linear equations via the computer algebra system Maple</i>	Berdasarkan penilaian, pendekatan ini dianggap berhasil. Lebih banyak gaya belajar siswa terpenuhi, siswa menyatakan kesenangan mereka dalam menggunakan representasi komputer
5.	Sunyono & Meristin (2018)	<i>The effect of multiple representation-based learning (MRL) to increase students understanding of chemical bonding concepts</i>	Berdasarkan hasil penelitian, didapat bahwa model MRL mampu meningkatkan penguasaan konsep ikatan kimia siswa namun tidak berbeda dengan model DL. Model MRL lebih efektif dibandingkan model PBL dalam meningkatkan penguasaan konsep ikatan kimia.

F. Kerangka Berpikir

Kemampuan translasi satu level representasi merupakan kemampuan yang dibutuhkan dalam pembelajaran kimia. Kemampuan translasi satu level representasi ini dapat dicapai apabila siswa mampu mendeskripsikan suatu representasi yang berbeda dapat menyatakan hal yang sama dengan cara yang berbeda dan menjelaskan suatu

representasi dapat menyatakan hal yang berbeda atau sesuatu yang tidak dapat dikatakan dengan lainnya. Salah satu materi kimia yang membutuhkan kemampuan translasi satu level representasi untuk memahaminya adalah hukum dasar kimia.

Untuk memahami materi hukum dasar kimia, siswa memerlukan pemahaman pada level makroskopik, submikroskopik, dan simbolik agar siswa mampu mengaitkan ketiga level representasi tersebut. Mengaitkan ketiga level representasi tersebut akan membantu dalam hal konstruksi pengertian dan pemahaman siswa terhadap fenomena kimia. Tetapi pada kenyataannya, masih banyak ditemukan pembelajaran kimia di sekolah yang belum melibatkan tiga level representasi kimia, terutama level submikroskopik sehingga siswa mengalami kesulitan dalam memahami tingkat representasi kimia. Salah satu solusi dalam mengatasi kesulitan ini adalah dengan menerapkan pembelajaran berbasis simulasi dinamika molekul. Model pembelajaran discovery dianggap sebagai metode pembelajaran yang menjanjikan karena keterlibatan aktif siswa dalam pembelajaran menghasilkan penguasaan yang lebih terstruktur dibandingkan dengan cara belajar tradisional yang hanya mentransfer pengetahuan kepada siswa.

Menurut Kemendikbud (2017), model pembelajaran ini terdiri dari enam tahap, yaitu stimulasi, identifikasi masalah, pengumpulan data, pengolahan data, pembuktian, dan kesimpulan. Pada tahap stimulasi, guru menciptakan rangsangan yang membingungkan untuk mencegah generalisasi dan memotivasi siswa untuk meng-eksplorasi materi hukum dasar kimia. Guru juga memulai pembelajaran dengan pertanyaan dan pengamatan kurva serta berdialog tentang topik tersebut untuk memicu pertanyaan dari siswa, mendorong mereka berpikir kritis. Tahap kedua, identifikasi masalah, melibatkan pembentukan kelompok siswa yang secara acak tersebar dan beragam latar belakang. Mereka diberi tugas untuk mengidentifikasi masalah yang terkait dengan materi hukum dasar kimia. Dari berbagai permasalahan yang diidentifikasi, satu permasalahan dipilih dan dirumuskan menjadi hipotesis sebagai jawaban awal terhadap pertanyaan masalah. Siswa kemudian diberi kesempatan untuk mengenali

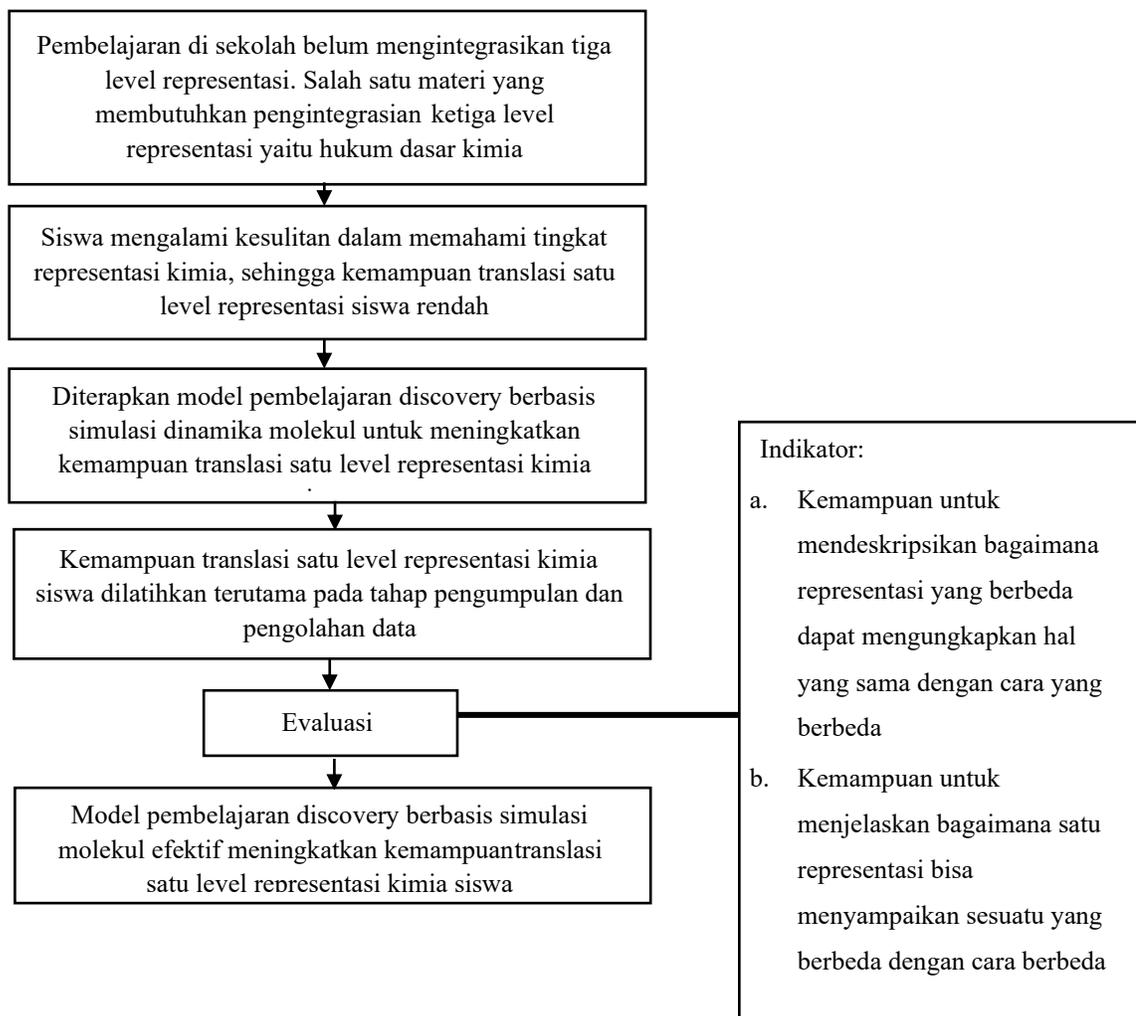
dan menganalisis permasalahan yang mereka temukan, teknik ini bertujuan untuk membantu siswa mengembangkan keterampilan menemukan masalah.

Tahap berikutnya adalah pengumpulan data, yang bertujuan untuk mendukung pernyataan yang ada. Siswa diberi kesempatan untuk mengumpulkan berbagai informasi yang relevan, merujuk pada sumber belajar yang sesuai, dan melakukan percobaan dengan menggunakan simulasi terkait hukum dasar kimia sesuai dengan prosedur yang ditetapkan. Hasil percobaan dicatat dalam tabel hasil percobaan. Dampak dari tahap ini adalah melatih kemampuan translasi dalam satu level pada siswa.

Pada tahap pengolahan data, siswa mengolah data dan informasi yang telah mereka peroleh sebelumnya. Ini berfungsi sebagai pembentukan konsep dan generalisasi. Siswa diminta untuk menjawab pertanyaan pada lembar kerja percobaan berdasarkan data hasil percobaan, seperti mengisi pertanyaan pada LKPD berdasarkan hasil pengamatan representasi. Tahap ini juga melibatkan latihan kemampuan translasi dalam satu level representasi siswa yang melatih kemampuan untuk mendeskripsikan suatu representasi yang berbeda dapat menyatakan hal yang sama dengan cara yang berbeda dan kemampuan untuk menjelaskan bagaimana satu representasi bisa menyampaikan sesuatu yang berbeda dengan cara berbeda (Kozma & Russell, 2005).

Tahap pembuktian adalah proses untuk menguji kebenaran pernyataan yang telah diajukan sebelumnya. Siswa mempresentasikan hasil diskusi kelompok dan melakukan pengecekan teliti untuk memverifikasi kebenaran hipotesis dengan menghubungkannya dengan data yang telah diolah. Tahap kesimpulan adalah tahap akhir di mana siswa menarik kesimpulan berdasarkan hasil verifikasi, yang dapat dijadikan prinsip umum untuk semua masalah yang serupa. Dengan menerapkan model pembelajaran discovery berbantuan simulasi molekul pada materi hukum dasar kimia, diharapkan dapat meningkatkan kemampuan translasi dalam satu level representasi pada siswa.

Berikut merupakan gambar diagram kerangka berfikir.



Gambar 5. Diagram Kerangka Berfikir

G. Anggapan Dasar

Berikut merupakan hal yang menjadi anggapan dasar pada penelitian ini:

- 1) Perbedaan *n-gain* dalam penguasaan konsep diakibatkan karena adanya perbedaan perlakuan dalam pembelajaran pada kemampuan translasi dalam satu level representasi siswa antara kelas kontrol dan kelas eksperimen terjadi diakibatkan

oleh perbedaan yang dihasilkan dari suatu perlakuan dalam proses pembelajaran yang diterapkan pada setiap kelas yang diberikan.

- 2) Faktor lainnya yang mempengaruhi meningkatnya kemampuan translasi dalam satu level representasi pada siswa kelas X merdeka 5 dan X merdeka 6 SMA Negeri 1 Katibung semester genap tahun ajaran 2024/2025 diabaikan.

H. Hipotesis

Dengan merujuk pada perumusan masalah sebelumnya, hipotesis dari penelitian ini adalah penerapan pembelajaran *discovery* dengan berbantuan simulasi molekul efektif dalam meningkatkan kemampuan translasi pada satu tingkat representasi pada materi hukum-hukum dasar kimia.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas X Merdeka SMA Negeri 1 Katibung Kabupaten Lampung Selatan Tahun Ajaran 2024/2025 dengan jumlah 238 siswa yang tersebar dalam 7 kelas. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *cluster random sampling*. Berdasarkan dari teknik pengambilan sampel didapatkan dua kelas penelitian yaitu kelas X merdeka 5 dan X merdeka 6 masing-masing kelas berjumlah 31 siswa dan 30 siswa. Kelas X merdeka 6 sebagai kelas kontrol yang diberikan perlakuan dalam pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran *discovery learning* sementara kelas X merdeka 5 sebagai kelas eksperimen yang di berikan perlakuan dalam pembelajaran menggunakan model pembelajaran *discovery learning* dengan berbantuan simulasi molekul.

B. Desain Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuasi eksperimen dengan menggunakan desain penelitian *pretes-postes control group design*. Berikut merupakan desain penelitian *pretes-postes control group design* yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Desain Penelitian *Pretes-Postes Control Group Design*

Eksperimen	O_1	X_1	O_2
Kontrol	O_1	C	O_2

(Fraenkel, 2012)

Keterangan :

- O_1 : Pretes pada kelas eksperimen dan kelas kontrol
- O_2 : Postes pada kelas eksperimen dan kelas kontrol
- X_1 : Kelas eksperimen dengan menggunakan perlakuan model pembelajaran *discovery learning* berbantuan simulasi molekul
- C : Kelas kontrol dengan menggunakan perlakuan model pembelajaran *discovery learning*

Pretes (O_1) diberikan sebelum pembelajaran ke kedua sampel kelas. Kedua kelas sama-sama diberikan perlakuan berupa model pembelajaran *discovery learning* namun pada kelas eksperimen berbantuan simulasi molekul (X_1). Diakhir pembelajaran, kelas eksperimen dan kelas kontrol diberikan postes (O_2)

C. Variabel Penelitian

Pada penelitian ini meliputi variabel bebas dan variabel terikat. Adapun variabel bebas pada penelitian ini yaitu model pembelajaran *discovery learning* untuk kelas kontrol dan model pembelajaran *discovery learning* berbantuan simulasi molekul untuk kelas eksperimen. Sementara variabel terikatnya berupa kemampuan translasi dalam satu level representasi pada kelas X merdeka 6 dan X merdeka 5 SMA Negeri 1 Katibung Tahun Ajaran 2024/2025.

D. Perangkat Penelitian

- 1) Modul yang sesuai standar Kurikulum merdeka.
- 2) Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang sesuai standar Kurikulum merdeka revisi materi hukum-hukum dasar kimia.
- 3) Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dengan menggunakan model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul pada materi hukum-hukum dasar kimia.

- 4) Media simulasi materi hukum-hukum dasar kimia yang digunakan yaitu *JavaLab* dan *PhET Simulation*

E. Instrumen Pengumpulan Data

- 1) Soal pretes dan postes yang digunakan untuk mengukur kemampuan tranlansi dalam satu level representasi pada siswa dalam materi hukum-hukum dasar kimia. Soal pretes dan postes berjumlah 3 soal yang diadaptasi dari soal Treagust , dengan tipe soal *two tier* pada *tier 1* merupakan pilihan jamak *multiple choice* dengan dengan 4 opsi jawaban yaitu a, b ,c dan d. *Tier* kedua merupakan soal dengan tipe uraian.
- 2) Lembar observasi keterlaksanaan model pembelajaran *discovery* berbasis simulasi molekul yang diadaptasi dari skripsi Fitri Purnama Sari tahun 2023.

F. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

1) Tahap Prapenelitian

Berikut merupakan tahap pendahuluan pada penelitian:

- a. Melakukan studi literatur dalam penentuan materi yang akan diajarkan, kom petensi representasional yang akan diteliti, dan model pembelajaran yang te pat untuk melatih kompetensi representasional
- b. Melakukan wawancara kepada guru kimia kelas X SMA Negeri 1 Katibung untuk memperoleh informasi berupa jumlah kelas X Merdeka, data dan karakteristik siswa, kondisi kemampuan representasi siswa, model pembelajaran yang digunakan oleh guru kimia kelas X, media yang digunakan oleh guru saat mengajar, aplikasi yang sudah digunakan oleh guru untuk mengajar materi hukum dasar kimia, sarana dan prasaranan sekolah dalam mendukung pelaksanaan penelitian.
- c. Menentukan populasi dan sampel penelitian.
- d. Mempersiapkan dan membuat perangkat pembelajaran, instrumen penilaian yang akan digunakan, serta simulasi dinamika molekul PheT *Simulation* dan *JavaLab*.

e. Melakukan validasi perangkat pembelajaran dan instrumen penelitian.

2) Tahap Pelaksanaan Penelitian

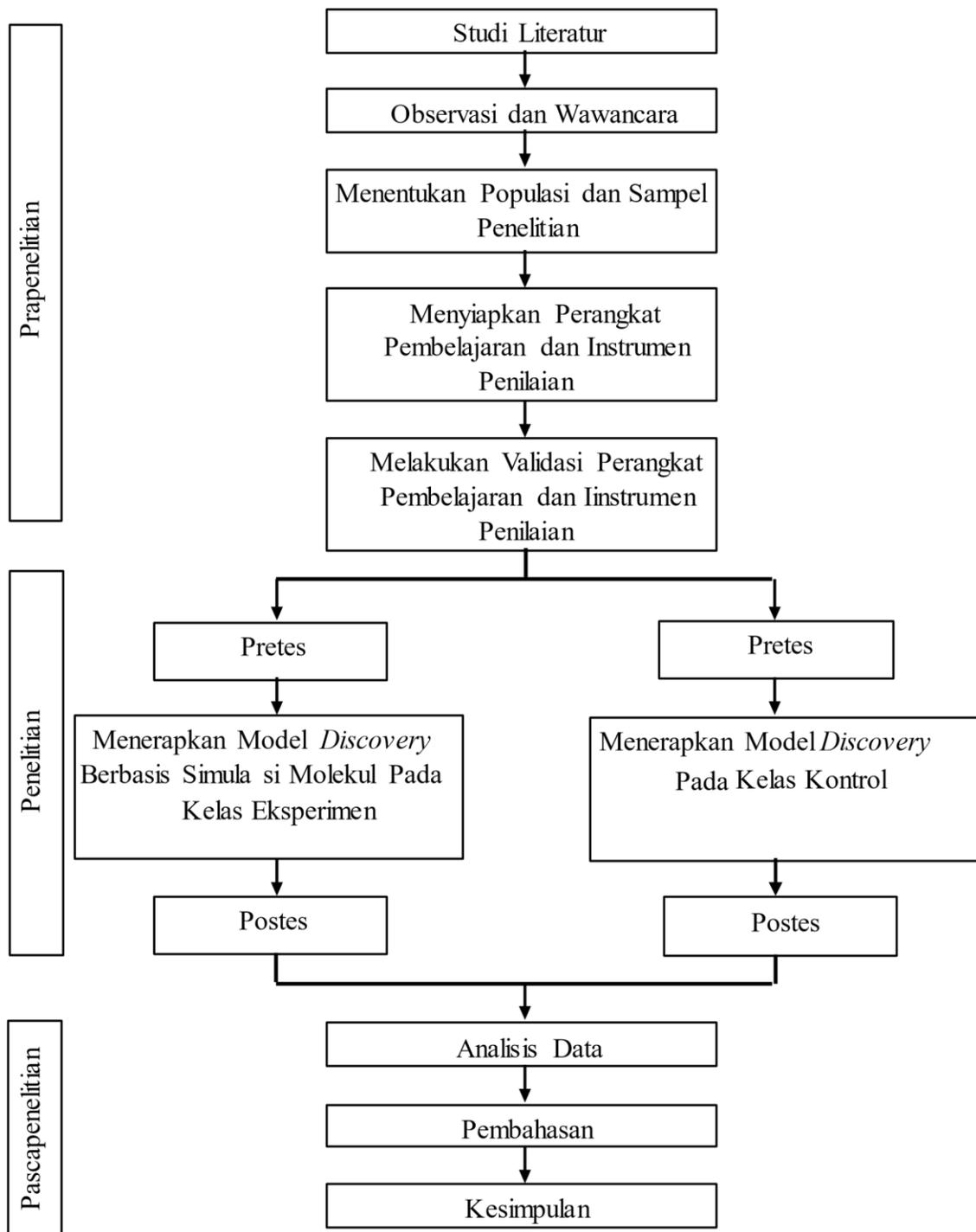
Berikut merupakan tahap pelaksanaan pada penelitian:

- a. Memberikan pretes kepada kelas kontrol dan kelas eksperimen menggunakan pertanyaan yang sama untuk mengetahui kemampuan awal translasi satu level representasi kimia siswa.
- b. Melaksanakan proses pembelajaran untuk materi hukum-hukum dasar kimia dengan menggunakan model *discovery learning*. Pada kelas eksperimen diberikan perlakuan berupa bantuan simulasi molekul sementara pada kelas kontrol tidak diberikan perlakuan berupa bantuan simulasi molekul.
- c. Melakukan observasi dan penilaian terhadap keterlaksanaan model pembelajaran *discovery* di kelas kontrol dan kelas eksperimen.
- d. Memberikan postes kepada kelas kontrol dan eksperimen menggunakan pertanyaan yang sama untuk mengukur efektivitas model pembelajaran *discovery* yang didukung oleh simulasi molekul dalam meningkatkan kemampuan menstranlasi satulevel representasi kimia.

3) Tahap Pascapenelitian

Tahap akhir pada penelitian yaitu menganalisis data yang telah dikumpulkan, melakukan pembahasan mengenai hasil penelitian, dan menyusun kesimpulan mengenai hasil penelitian berupa jawaban atas rumusan masalah dari penelitian yang telah dilakukan.

Tahapan-tahapan dalam penelitian dapat dilihat pada Gambar 6



Gambar 6. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

G. Analisis Data

Berikut merupakan tahapan dalam analisis data dalam penelitian ini:

1) Analisis Validitas

Adapun validitas yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

a. Validitas Intrumen

Validitas empiris dari instrumen penelitian diperoleh dengan menguji coba soal pretes dan postes kepada siswa kelas XI Mipa 3 untuk materi hukum dasar kimia.

Selanjutnya, data yang diperoleh kemudian dan diuji validitasnya dengan bantuan SPSS. Instrumen dianggap valid apabila nilai $r_{hitung} > r_{tabel}$, di mana taraf signifikansi yang digunakan sebesar 5%. Validitas empiris dari instrumen penelitian diperoleh dengan menguji coba soal pretes dan postes kepada siswa kelas XI Mipa 3 untuk materi hukum dasar kimia. Selanjutnya, data yang diperoleh kemudian dan diuji validitasnya dengan bantuan SPSS. Nilai r_{tabel} diperoleh dari $N = 30$ dan taraf signifikansi 5%, yaitu $r_{tabel} = 0,361$. Instrumen dianggap valid apabila nilai $r_{hitung} > r_{tabel}$.

Mutu dari butir soal dapat dilihat dari tingkat kesukarannya yang terdapat dalam setiap butir soal. Cara untuk menghitung tingkat kesukaran menggunakan rumus sebagai berikut.

$$TK = \frac{N_p}{N} \text{ (Lestari \& Yudhanegara, 2018)}$$

Keterangan:

TK = Tingkat Kesukaran

N_p = Jumlah skor yang diperoleh siswa pada suatu butir soal

N = Jumlah skor maksimum yang diperoleh siswa pada suatu butir soal.

Mengacu pada hasil perhitungan dengan rumus di atas, maka dapat dikelompokkan sesuai kriteria indeks tingkat kesukaran soal menurut Thorndike dan Hagen (Fatimah & Alfath, 2019) yaitu:

Tabel 4. Kriteria Tingkat Kesukaran Butir Soal

Nilai TK	Interprestasi
0,00-0,30	Sukar
0,31-0,70	Sedang
0,71-1,00	Mudah

(Fatimah & Alfath, 2019)

Daya pembeda adalah kemampuan butir soal untuk membedakan peserta didik yang memiliki kemampuan tinggi (kelompok atas) dan yang rendah (kelompok bawah) dalam menguasai materi

$$D = P_A - P_B \text{ (Fatimah \& Alfath, 2019)}$$

Keterangan :

$$P_A = \frac{B_A}{J_A} = \text{Proporsi kelompok atas yang menjawab benar}$$

$$J_A = \text{Banyaknya subjek kelompok atas}$$

$$B_A = \text{Banyaknya subjek kelompok atas yang menjawab benar}$$

$$P_B = \frac{B_B}{J_B} = \text{Proporsi kelompok bawah yang menjawab benar}$$

$$J_B = \text{Banyaknya subjek kelompok bawah}$$

$$B_B = \text{Banyaknya subjek kelompok bawah yang menjawab benar}$$

Berikut merupakan kriteria daya pembeda:

Tabel 5. Kriteria Daya Pembeda

Daya Pembeda	Interprestasi
$DP < 0,00$ (bertanda negatif)	Buruk Sekali
$DP < 0,20$	Buruk
$0,20 \leq DP < 0,40$	Cukup
$0,40 \leq DP < 0,70$	Baik
$DP \geq 0,70$	Baik Sekali

(Erfan et al.,2020 dan Susanto et al.,2015)

b. Validitas Perangkat

Pengujian validitas perangkat dilakukan dengan metode *judgement* dari validator yang ahli. Hal ini disebabkan validator harus memiliki ketelitian dan keahlian sehingga hasil *judgement* atau analisisnya dapat dipertanggungjawabkan. Validator uji validitas isi dalam penelitian ini adalah dosen pembimbing. Dosen pembimbing melakukan pengujian validitas dengan menelaah kisi-kisi instrumen penelitian, terutama kesesuaian antara tujuan penelitian, tujuan pengukuran, dan indikator, dengan butir-butir pertanyaannya. Apabila pada komponen-komponen tersebut memiliki kesesuaian, maka instrumen dapat dianggap valid untuk mengumpulkan data sesuai kepentingan penelitian yang bersangkutan.

2) Reliabilitas

Uji reabilitas dilakukan untuk mengetahui seberapa besar akurasi instrumen penelitian yang digunakan. Reliabilitas instrument tes ditentukan menggunakan rumus *Alpha Cronbach*, dikatakan reliabel jika $\alpha \geq rtabel$. Pada penelitian ini uji reliabilitas dilakukan dengan menggunakan *SPSS 27.0*. Kriteria derajat reliabilitas (α) menurut Guilford (1956) yakni sebagai berikut:

Tabel 6. Kriteria derajat reliabilitas

Derajat Reliabilitas	Interprestasi
$0,80 < \alpha \leq 1,00$	Derajat Reliabilitas Sangat Tinggi
$0,60 < \alpha \leq 0,80$	Derajat Reliabilitas Tinggi
$0,40 < \alpha \leq 0,60$	Derajat Reliabilitas Sedang
$0,20 < \alpha \leq 0,40$	Derajat Reliabilitas Rendah
$0,00 < \alpha \leq 0,20$	Tidak Reliabilitas

(Guilford, 1956)

3) Analisis Keberfungsian Distraktor

Instrumen *two-tier test* perlu dianalisis keberfungsian distraktornya. Distraktor adalah pilihan jawaban salah yang berfungsi sebagai pengecoh dalam soal pilihan jamak.

Analisis ini berfungsi untuk mengetahui apa-kah pilihan jawaban selain kunci pada soal pilihan ganda berfungsi dengan baik. Proses ini melibatkan penghitungan jumlah peserta tes yang memilih setiap opsi jawaban di setiap soal. Distraktor yang tidak berfungsi menyebabkan hasil tes siswa tidak dapat dipastikan sesuai dengan kenyataan karena siswa dapat menebak opsi jawaban yang benar. Distraktor dikatakan berfungsi dengan baik apabila Jika distraktor efektif, minimal terdapat 5% siswa akan memilihnya. Berikut ini merupakan rumus untuk mengetahui persentase pemilih opsi jawaban. Perhitungan persentase pemilih distraktor adalah sebagai berikut.

$$\% \text{distraktor} = \frac{\text{jumlah siswa yang menjawab pengecoh}}{\text{jumlah peserta didik}}$$

4) Analisi Data Kemampuan Translasi Dalam Satu Level Representasi Kimia

Berikut merupakan analisis data yang digunakan dalam penelitian ini:

a. Perhitungan Nilai Siswa

Berikut merupakan rumus yang digunakan dalam menghitung nilai siswa:

$$\text{nilai siswa} = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor maksimal}} \times 100$$

Berikut merupakan rumus yang digunakan dalam menghitung nilai siswa per indikator:

$$\text{nilai siswa per indikator} = \frac{\text{jumlah skor per indikator yang diperoleh}}{\text{jumlah skor maksimal per indikator}} \times 100$$

b. Perhitungan *n-gain*

Hake (1998) memperkenalkan istilah Average Normalized Gain atau *n-gain* rerata sebuah treatment merupakan sebuah ukuran kasar/perkiraan mengenai efektifitas sebuah treatment dalam pembehaman konsep. Melalui *n-gain* ditunjukkan peningkatan kemampuan translasi. Kemampuan translasi dinyatakan berupa skor yang didapat

siswa dalam tes yang diberikan sebelum dan sesudah pelatihan. Perhitungan *n-gain* yaitu selisi antara nilai postes dan pretes. Berikut merupakan rumus dari *n-gain*

$$n - gain = \frac{\% \text{nilai postes} - \% \text{nilai pretes}}{100 - \% \text{nilai pretes}} \times 100$$

(Hake, 1998)

Kemudian hitung rata-rata *n-gain* di kelas eksperimen dan kelas kontrol. Rata-rata *n-gain* dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

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

Setela didapatkan hasil rata-rata *n-gain* untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol, kemudian diinterpretasiikan dengan menggunakan kriteria dari Hake.

Berikut merupakan kriteria *n-gain* menurut hake yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Klasifikasi *n-gain* menurut Hake

Besarnya $\langle g \rangle$	Interpretasi
$\langle g \rangle \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq \langle g \rangle < 0,7$	Sedang
$\langle g \rangle < 0,3$	Rendah

(Hake, 1998)

c. Uji Normalitas

Sebelum diberikan perlakuan, maka dibutuhkan analisis terlebih dahulu untuk memperoleh informasi tentang kemampuan awal translasi dalam satulevel representasi siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Terdapat beberapa uji prasyarat sebelum dilakukannya uji kesamaan dua rata-rata, yaitu uji normalitas dan uji homogenitas yang datanya diolah dengan bantuan program SPSS versi 27. Uji normalitas adalah uji yang digunakan untuk mengetahui apakah data *n-gain* dari kedua kelas sampel berasal dari populasi yang berdistribus normal atau tidak. Selain itu, uji normalitas juga berfungsi untuk menentukan uji berikutnya adalah uji parametrik atau uji nonparametrik (Arikunto, 2006). Uji normalitas dilakukan dengan meng-

gunakan aplikasi SPSS versi 27. Suatu data dapat dikatakan normal jika hasil dari *Kolmogorov-Smirnov* bernilai $\text{sig.} > 0,05$. Adapun rumusan hipotesis untuk uji normalitas yaitu:

H_0 : data penelitian berasal dari populasi yang berdistribusi normal

H_1 : data penelitian tidak berasal dari populasi yang berdistribusi normal

d. Uji Homogenitas

Uji homogenitas merupakan uji yang memastikan bahwa sampel penelitian memiliki varian yang seragam atau homogen. Populasi-populasi dengan varians yang sama besar dinamakan populasi dengan varians yang homogen, sedangkan populasi-populasi dengan varians yang tidak sama besar dinamakan populasi dengan varians yang heterogen. Pada penelitian ini uji homogenitas dilakukan menggunakan SPSS versi 27 dengan uji *levene statistics test*. Adapun rumusan hipotesis untuk uji homogenitas yaitu:

H_0 : $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ (kedua kelas memiliki varians homogen)

H_1 : $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ (kedua kelas memiliki varians tidak homogen)

Keterangan:

σ_1^2 : varians skor kelas eksperimen

σ_2^2 : varians skor kelas kontrol

e. Uji Perbedaan Dua Rata-rata

Uji perbedaan dua rata-rata digunakan untuk menentukan efektivitas suatu perlakuan terhadap sampel. Dengan memperhatikan nilai rata-rata *n-gain* kemampuan translasi dalam satu level representasi siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pada penelitian ini, kelas eksperimen diterapkan model pembelajaran *discovery learning* berbantuan simulasi molekul sementara pada kelas kontrol tidak diberikan perlakuan yang berbantuan simulasi molekul. Uji ini dilakukan untuk menentukan apakah *n-*

gain dari kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Sebelum melakukan uji ini, ada 2 uji yang harus dilakukan yaitu uji normalitas dan uji homogenitas. Setelah melakukan uji normalitas dan uji homogenitas, maka dilakukan uji perbedaan dua rata-rata. Jika dihasilkan distribusi normal dan varians yang homogen, maka uji perbedaan dua rata-rata dilakukan dengan menggunakan statistik parametrik berupa uji t dengan *Independent Sampel T-test*. Sementara untuk data yang tidak berdistribusi normal dan memiliki varians homogen, maka kesamaan dua rata-rata dihitung dengan menggunakan uji *Mann Whitney U*. Adapun rumusan pada hipotesis pada uji kesamaan dua rata-rata penelitian ini yaitu:

$H_0 : \mu A_{1x} \leq \mu A_{2x}$: Rata-rata *n-gain* kemampuan translasi satu level representasi siswa di kelas eksperimen lebih rendah atau sama dengan rata-rata *n-gain* kemampuan translasi satu level representasi siswa di kelas kontrol pada materi hukum-hukum dasar kimia.

$H_1 : \mu A_{1x} > \mu A_{2x}$: Rata-rata *n-gain* kemampuan translasi satu level representasi siswa di kelas eksperimen lebih tinggi rata-rata *n-gain* kemampuan translasi satu level representasi siswa di kelas kontrol pada materi hukum-hukum dasar kimia.

Keterangan:

μA_{1x} : Merupakan rata-rata *n-gain* kemampuan translasi dalam satu level representasi siswa di kelas eksperimen.

μA_{2x} : Merupakan rata-rata *n-gain* kemampuan translasi dalam satu level representasi siswa di kelas kontrol.

x : Merupakan kemampuan translasi dalam satu level representasi.

f. Uji Ukuran Pengaruh (*Effect Size*)

Analisis terhadap ukuran pengaruh pembelajaran dengan model *discovery learning* berbasis simulasi dinamika molekul terhadap kemampuan translasi satu level re-

presentasi kimia siswa dilakukan dengan menggunakan uji-t dan uji *effect size*. Uji t dilakukan untuk perbedaan dua rata-rata nilai pretes dan postes kelas eksperimen dan kelas kontrol melalui uji independent sample t-test. Selanjutnya, dilakukan perhitungan untuk menentukan ukuran pengaruh (*effect size*) menggunakan persamaan berikut:

$$Cohen's\ d = \frac{M_1 - M_2}{SD_{pooled}}$$

Keterangan:

Cohen's d = *effect size*

M_1 = nilai rata-rata *n-gain* kelas eksperimen

M_2 = nilai rata-rata *n-gain* kelas kontrol

SD_{pooled} = standar deviasi kedua kelas

Kriteria efek pengaruh menurut cohen terdapat pada Tabel 8.

Tabel 8. Kriteria *Effect size*

Kriteria	Efek
$Cohen's\ d \leq 0,2$	Efek sangat kecil
$0,3 < Cohen's\ d \leq 0,5$	Efek kecil
$0,6 < Cohen's\ d \leq 0,8$	Efek sedang
$Cohen's\ d > 0,8$	Efek besar

(Cohen, 1969)

g. Analisis Data Keterlaksanaan Model Pembelajaran Discovery

Adapun langkah-langkah dalam menganalisis kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran dengan model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul sebagai berikut:

- 1) Menghitung total skor yang diberikan oleh pengamat untuk setiap aspek pengamatan.

2) Menghitung persentase ketercapaian dengan rumus berikut :

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

Keterangan :

$\%Ji$: Merupakan presentase dari skor ideal untuk setiap aspek pengamatan pada pertemuan ke-i

$\sum Ji$: Merupakan jumlah skor untuk setiap aspek pengamatan yang diberikan oleh pengamat pada pertemuan ke-i

N : Skor maksimal

3) Menginterpretasikan data melalui penafsiran nilai persentase kemampuan guru dengan kriteria sebagai berikut:

$80,1\% < \%Ji \leq 100,0\%$: *sangat tinggi*

$60,1\% < \%Ji \leq 80,0\%$ *tinggi*

$40,1\% < \%Ji \leq 60,0\%$: *sedang*

$20,1\% < \%Ji \leq 40,0\%$: *rendah*

$0,0\% < \%Ji \leq 20,0\%$: *sangat rendah*

(Sunyono, 2012)

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Kesimpulan yang diperoleh setelah analisis data dan pembahasan:

Model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul secara signifikan efektif dalam meningkatkan kemampuan translasi satu level representasi kimia siswa pada materi hukum dasar kimia. Ditunjukkan dengan adanya perbedaan rata-rata *n-gain* yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol dan rata-rata *n-gain* siswa pada kelas eksperimen sebesar 0,75 dengan kriteria “tinggi”. Hal ini didukung dengan hasil uji *effect size* sebesar 2,6 dengan kriteria besar yang menunjukkan bahwa model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul memiliki pengaruh yang besar dalam meningkatkan kemampuan translasi satu level representasi siswa pada materi hukum dasar kimia.

B. Saran

Saran yang dapat diberikan setelah melakukan penelitian ini, diantaranya:

1. Kepada guru yang akan menggunakan pembelajaran *discovery* berbasis simulasi molekul, sebaiknya memastikan bahwa jaringan internet di lokasi pembelajaran mendukung akses simulasi yang digunakan. Hal ini penting karena penggunaan simulasi harus melibatkan siswa secara langsung agar mereka dapat mencoba dan berinteraksi dengan program tersebut. Jika jaringan internet tidak memadai dan harus menggunakan rencana alternatif, seperti menampilkan rekaman layar,

efektivitas pembelajaran akan berkurang karena siswa tidak memperoleh pengalaman langsung dalam menggunakan simulasi tersebut.

2. Calon peneliti yang ingin menggunakan simulasi dalam pembelajaran disarankan untuk melakukan uji coba terlebih dahulu sebelum implementasi di kelas. Hal ini akan membantu mengidentifikasi potensi masalah teknis dan memastikan siswa dapat mengakses dan menggunakan simulasi dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, M. A., & Conway, T. L. (2014). Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research. In *Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research*, 17(4), 10-11.
- Adu, K., Stiff, L. V, & Bossé, M. J. (2012). Lost in translation: Examining translation errors associated with mathematical representations. *School Science and Mathematics*, 112(3), 159– 170.
- Ardac, D. & Akaygun, S., (2005). Using static and dynamic visuals to represent chemical change at molecular level. *International journal of science education*, 27(11), 1269-1298.
- Arikunto & Suharsimi. (2005). Dasar-Dasar Evaluasi Penelitian. Jakarta : *PT. Bumi Aksara*, 20(1), 48– 63.
- Azwar, S. (2012). Reliabilitas dan Validitas. Edisi 4. Yogyakarta : *Pustaka Pelajar*, 3(3), 233–235.
- Bossé, M. J., Adu-Gyamfi, K., & Chandler, K. (2014). Students' Differentiated Translation Processes. *International Journal for Mathematics Teaching & Learning*, 6(1), 14–21.
- Bruner, J.S. (1971). The Act of Discovery. *Studying Teaching*. *Prentice Hall*, 7(1), 18–21.
- Chi, S., Wang, Z., Luo, M., Yang, Y., & Huang, M. (2018). Student progression on chemical symbol representation abilities at different grade levels (Grades 10-12) across gender. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(4), 1055–1064.
- Chittleborough, G. D. (2004). The Role of Teaching Models and Chemical Representations in Developing Students ' Mental Models of Chemical

- Phenomena. *In Curtin University of Technology. Curtin University of Technology*, 35(1), 37–46.
- Creswell, J.W. (2003). *A Framework for Design, in Research Design: Qualitative, Qualitative and Mixed Method Third Edition*. London: *Sage Publications*, 25(1), 30–48.
- Del Carlo, D. I., & Bodner, G. M. (2004). Students' perceptions of academic dishonesty in the chemistry classroom laboratory. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 41(1), 47-64.
- Dewi, S. S., Hariastuti, R. M., & Utami, A. U. (2019). Analisis Tingkat Kesukaran Dan Daya Pembeda Soal Olimpiade Matematika (Omi) Tingkat Smp Tahun 2018. *Transformasi : Jurnal Pendidikan Matematika Dan Matematika*, 3(1), 15–26.
- Dinçer, S. (2015). Effects of Computer-Assisted Learning on Students' Achievements in Turkey: A Meta-Analysis. *Journal of Turkish Science Education*, 12(1), 107– 118.
- Dori, Y. J., & Hameiri, M. (2003). Multidimensional analysis system for quantitative chemistry problems: Symbol, macro, micro, and process aspects. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(3), 278–302 .
- Dunn, J. (2020). education sciences The Effect of Simulation-Supported Inquiry on South African Natural Sciences Learners ' Understanding of Atomic and Molecular Structures. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(10), 1077–1096.
- Dwiningsih, K., Sukarmin, M., & Rahma, P. T. (2018). Pengembangan media pembelajaran kimia menggunakan media laboratorium virtual berdasarkan paradigma pembelajaran di era global. *Kwangsan: Jurnal Teknologi Pendidikan*, 6(2), 156-176.
- Erfan, M., Maulyda, M. A., Hidayati, V. R., Astria, F. P., & Ratu, T. (2020). Analisis Kualitas Soal Kemampuan Membedakan Rangkaian Seri Dan Paralel Melalui Teori Tes Klasik Dan Model Rasch. *Indonesian Journal Of Educational Research and Review*, 3(1), 10-11.
- Fatimah, L. U., & Alfath, K. (2019). Analisis kesukaran soal, daya pembeda, dan fungsi distraktor. *Jurnal Komunikasi Dan Pendidikan Islam*, 8(2), 37–64.

- Growth, G. (2010). Handbook of Psychological Assessment. Terj. Soetjipto, H.P & Soetjipto, S.M. Yogyakarta : *Pustaka Pelajar*, 6(2), 23-24.
- Hake, R.R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A sixthousandstudent survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64.
- Hammer, D. (1997). Discovery learning and discovery teaching. *Cognition and instruction*, 15(4), 485-529.
- Hand, B., & Choi, A. (2010). Examining the impact of student use of multiple modal representations in constructing arguments in organic chemistry laboratory classes. *Research in Science Education*, 40(1), 29-44.
- Hanum, L., Ismayani, A., & Rahmi, R. (2017). Pengembangan media pembelajaran buletin pada materi hukum-hukum dasar kimia kelas x SMA/MA di Banda Aceh. *JUPI (Jurnal IPA & Pembelajaran IPA)*, 1(1), 42-48.
- Herawati, R. F. (2013). Pembelajaran kimia berbasis multiple representasi ditinjau dari kemampuan awal terhadap prestasi belajar laju reaksi siswa sma negeri 1 karanganyar tahun pelajaran 2011/2012. 88 hlm.
- Herpi, A. N., Feronika, T., & Irwandi, D. (2017). Analisis keterampilan generik sains siswa pada materi laju reaksi dengan model pembelajaran inkuiri terbimbing. 836 hlm.
- Jahjough, Y. M. A. (2014). The effectiveness of blended e-learning forum in planning for science instruction. *Journal of Turkish Science Education*, 11(4), 3–16.
- Johnstone, A. (1991). Why is chemistry difficult to learn? things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(1), 75–83.
- Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 701–705.
- Fleming, J. A., McCracken, J., & Carran, D. (2004). A comparison of two methods of determining interrater reliability. *Assessment for Effective Intervention*, 29(2), 39-51.
- Kadri, M., & Rahmawati, M. (2015). Pengaruh model pembelajaran discovery learning terhadap hasil belajar siswa pada materi pokok suhu dan kalor. *Jurnal Ikatan Alumni Fisika Universitas Negeri Medan*, 1(1), 29-33.

- Kemendikbud. (2017). Model-Model Pembelajaran. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas: *Jakarta*.
- Kozma, R. B., & Russell, J. (1997). Multimedia and Understanding: Expert and Novice Responses to Different Representations of Chemical Phenomena. In *Journal Of Research In Science Teaching*, 9(1), 34.
- Kozma, R., & Russell, J. (2005). Students Becoming Chemists: Developing Representational Competence. *Visualization in Science Education*, 121–145.
- Kumar, H., & Maiti, P. K. (2011). Introduction to Molecular Dynamics Simulation. Springer: *New York*, 161-197.
- Law, A. M. & Kelton, W.D., (1991). Simulation Modeling and Analysis. McGrawHill, Inc.,: *New York*, 3(1), 8-9.
- Lestari, K. E., & Yudhanegara, M. R. (2018). Penelitian Pendidikan Matematika. Bandung: PT. Rafika Aditama. 366 hlm.
- Mallet, D. G. (2007). Multiple representations for systems of linear equations via the computer algebra system Maple. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 2(1), 16-31.
- Muderawan, I. W., Wiratma, I. G. L., & Nabila, M. Z. (2019). Analisis faktor-faktor penyebab kesulitan belajar siswa pada pelajaran Kimia. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 3(1), 1723.
- Mashita, H., Martini, M., & Mahdiannur, M. A. (2024). Analisis Keterlaksanaan Dan Aktivitas Belajar Peserta Didik Menggunakan Model Pembelajaran Inquiry Cycle Berbantuan Javalab. *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika) Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, 12(1), 1-11.
- Naaziat, A., Chaeruman, U. A., & Kusumawardani, D. (2024). Integrasi Discovery Learning di Laboratorium Virtual untuk Pendidikan Elektronika: Tinjauan Literatur Review. *Didaktika: Jurnal Kependidikan*, 13(4), 4733-4742.
- Naga, D. S. (2022). Teori Sekor pada Pengukuran Mental. Nagarani Citrayasa.
- Portney, L. G., & Watkins, M. P. (2009). Foundations of Clinical Research: Application to Practice. In *Revista Brasileira de Linguística Aplicada* (3rd ed., Vol. 5, Issue 1). Prentice Hall, 11-15.

- Riku, M. (2021). Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas X Ipa Pada Materi Bentuk Molekul Melalui Model Pembelajaran Discovery Learning Berbantuan Phet Simulations. *Secondary: Jurnal Inovasi Pendidikan Menengah*, 1(2), 79-87.
- Safitri, N. C., Nursaadah, E., & Wijayanti, I. E. (2019). Analisis multipel representasi kimia siswa pada konsep laju reaksi. *EduChemia (Jurnal Kimia dan Pendidikan)*, 4(1), 1-12.
- Santoso, B., Annisah, S., & Wahyuni, S. (2021). Analisis Butir Soal Ulangan Tengah Semester Pada Mata Pelajaran Matematika Di SMP Negeri 2 Punggur. *LINEAR: Journal of Mathematics Education*, 2(1), 14.
- Santoso, D., Munawar, W., & Sriyono, S. (2016). Merancang Asesmen Kinerja Pada Pembelajaran Prakarya Teknik Las Berorientasi Produk Di Smk. *Journal of Mechanical Engineering Education (Jurnal Pendidikan Teknik Mesin)*, 3(1), 33-37.
- Sari, J., Bahar, A., & Handayani, D. (2017). Studi komparasi antara model pembelajaran discovery learning dan group investigation terhadap hasil belajar kimia siswa. *Alotrop*, 1(1), 30-31.
- Setiyanto, S., Utomo, I. C., Dawis, A. M., Yuliati, T., Nugraha, N. B., Maniah, M., ... & Syujak, A. R. (2023). *Multimedia Dan Sains Penerapan Teknologi Untuk Penelitian Dan Penyampaian Informasi*. Penerbit Widina.menghibur, serta mendukung untuk memberikan pemahaman mendalam tentang fenomena tertentu, 1(1), 14-15.
- Sim, J. H., & Daniel, E. G. S. (2014). Representational competence in chemistry: A comparison between students with different levels of understanding of 56 basic chemical concepts and chemical representations. *Cogent Education*, 1(1), 1-1.
- Starkey, R., Xie, Q., & Tinker, R. (2006). Molecular Modeling Exercises and Experiments Molecular Dynamics Simulations of Chemical Reactions for Use in Education. *Journal of Chemical Education*, 83(1), 77-83.
- Stieff, M. (2019). Improving Learning Outcomes in Secondary Chemistry with VisualizationSupported Inquiry Activities. *Journal of Science Education and Technology*, 96(7), 1300-1307.
- Sudijono, Anas. (2006). Pengantar Evaluasi Pendidikan, 1(1), 26-27.
- Sugiyono. (2013). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Bandung:

Alfabeta, 5(1), 44-45.

- Sunyono, S., & Meristin, A. (2018). The Effect of Multiple Representation-Based Learning (MRL) to Increase Students Understanding of Chemical Bonding Concepts. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(4), 399-406.
- Surapranata, Sumarna. (2005). Analisis, Validitas, Reliabilitas, dan Interpretasi Hasil Tes. Bandung: *PT Remaja Rosdakarya Offset*, 60 hlm.
- Susanto, H., Rinaldi, A., & Novalia, N. (2015). Analisis Validitas Reabilitas Tingkat Kesukaran dan Daya Beda pada Butir Soal Ujian Akhir Semester Ganjil Mata Pelajaran Matematika. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(2), 203–218.
- Suyatna, A., Anggraini, D., Agustina, D., & Widyastuti, D. (2017). The role of visual representation in physics learning: Dynamic versus static visualization. *Journal of Physics: Conference Series*, 909(1), 1-7.
- Swaak, J., De Jong, T., & Van Joolingen, W. R. (2004). The effects of discovery learning and expository instruction on the acquisition of definitional and intuitive knowledge. *Journal of Computer Assisted Learning*, 20(4), 225–234.
- Trianto. (2007). Model-model Pembelajaran Inovatif. Jakarta: Prestasi Pustaka, 20(1), 48–63.
- Van Joolingen, W. (1998). Cognitive tools for discovery learning. *International journal of artificial intelligence in education*, 10, 385-397.
- Wicaksono, A. (2008). Efektivitas Pembelajaran. Erlangga: *Jakarta*. 4(1), 1.
- Widia, I Wayan. (2020). Penerapan Model Discovery Learning berbantuan Media PhET Untuk Meningkatkan Kompetensi Siswa. *Indonesian Journal of Educational Development*, 1(2), 262-273.
- Widoyoko, S.Eko Putro. (2015). Evaluasi Program pembelajaran. Yogyakarta : *Pustaka Pelajar*. 3(2), 57