

**EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN *DISCOVERY* BERBANTUAN  
SIMULASI MOLEKUL UNTUK MENINGKATKAN  
KEMAMPUAN TRANSLASI ANTARLEVEL  
REPRESENTASI PADA MATERI  
STOIKIOMETRI**

**(Skripsi)**

**Oleh  
VERONICA LUCIANA SUSHANTY  
NPM 1913023027**



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

## ABSTRACT

### EFFECTIVENESS OF MOLECULAR SIMULATION-ASSISTED DISCOVERY LEARNING TO IMPROVE THE ABILITY TO INTERLEVEL TRANSLATION REPRESENTATION ON STOICHIOMETRY MATERIAL

By

VERONICA LUCIANA SUSHANTY

This study aims to describe the effectiveness of discovery learning assisted molecular simulation to improve interlevel translation ability representation on stoichiometry material and describe the profile of interlevel translation ability of representation on stoichiometry material. This research used quasi-experimental method with the matching-only pretest-posttest control group design. The population in this study were all class X students of SMAN 2 Metro in the 2022/2023 academic year. Discovery learning assisted by molecular simulation was applied to the experimental class. The data analysis technique used is the difference test of two means with independent sample t-test or t-test. The profile of interlevel translation ability is determined based on the representation ability category scale.

The average n-gain value of discovery learning assisted by molecular simulation was 0,7 with high criteria. The t-test results show that the average n-gain value in the class that applied discovery learning assisted by molecular simulation is higher than the class that applied discovery learning. The results of the profile of interlevel representation translation ability were obtained, namely students categorized as very good 15.1/5%, good 75.85%, and sufficient 9%. Based on the results of the study, it can be concluded that discovery learning assisted by molecular simulation is effective to improve the ability of interlevel representation translation in stoichiometry material.

**Keywords:** Discovery learning, interlevel translation ability, molecular simulation, stoichiometry

## ABSTRAK

### EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN *DISCOVERY* BERBANTUAN SIMULASI MOLEKUL UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN TRANSLASI ANTARLEVEL REPRESENTASI PADA MATERI STOIKIOMETRI

Oleh

VERONICA LUCIANA SUSHANTY

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan efektivitas pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul untuk meningkatkan kemampuan translasi antarlevel representasi pada materi stoikiometri dan mendeskripsikan profil kemampuan translasi antarlevel representasi pada materi stoikiometri. Penelitian ini menggunakan metode kuasi eksperimen dengan desain penelitian *the matching-only pretest-posttest control group design*. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas X SMAN 2 Metro tahun pelajaran 2022/2023. Pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul diterapkan pada kelas eksperimen. Teknik analisis data yang digunakan yaitu uji perbedaan dua rata-rata dengan *independent sample t-test* atau uji t. Profil kemampuan translasi antarlevel ditentukan berdasarkan skala kategori kemampuan representasi.

Diperoleh nilai rata-rata *n-gain* pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul sebesar 0,7 berkategori tinggi. Hasil uji t menunjukkan bahwa rata-rata nilai *n-gain* pada kelas yang diterapkan pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul lebih tinggi daripada kelas yang diterapkan pembelajaran *discovery*. Didapatkan hasil profil kemampuan translasi antarlevel representasi yaitu siswa berkategori sangat baik 15,15%, baik 75,85%, dan cukup 9%. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul efektif untuk meningkatkan kemampuan translasi antarlevel representasi pada materi stoikiometri.

**Kata kunci:** Kemampuan translasi antarlevel representasi, pembelajaran *discovery*, simulasi molekul, stoikiometri

**EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN *DISCOVERY* BERBANTUAN  
SIMULASI MOLEKUL UNTUK MENINGKATKAN  
KEMAMPUAN TRANSLASI ANTARLEVEL  
REPRESENTASI PADA MATERI  
STOIKIOMETRI**

**Oleh**

**VERONICA LUCIANA SUSHANTY**

**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  
BANDARLAMPUNG  
2023**

Judul Skripsi

: **EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN *DISCOVERY* BERBANTUAN SIMULASI MOLEKUL UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN TRANSLASI ANTARLEVEL REPRESENTASI PADA MATERI STOIKIOMETRI**

Nama Mahasiswa

: **Veronica Luciana Sushanty**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1913023027**

Program Studi

: **Pendidikan Kimia**

Jurusan


: **Pendidikan MIPA**

Fakultas

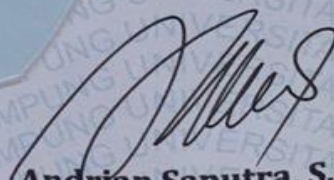
: **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



1. **Komisi Pembimbing**

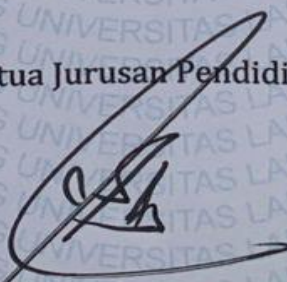
  
**Lisa Tania, S.Pd., M.Sc.**

NIP 19860728 200812 2 001

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

NIP 19901206 201912 1 001

2. **Ketua Jurusan Pendidikan MIPA**

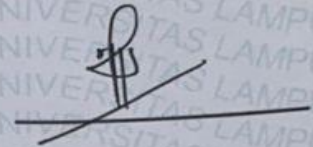
  
**Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd.**

NIP 19600301 198503 1 003

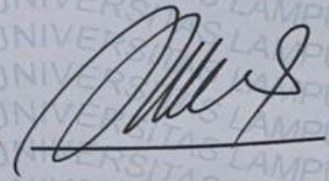
**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

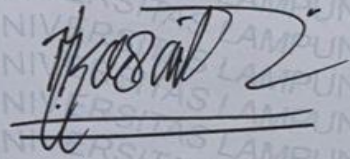
**Ketua : Lisa Tania, S.Pd., M.Sc.**



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



**Penguji  
Bukan Pembimbing : Dra. Nina Kadaritna, M.Si.**



**2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



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



**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 03 Agustus 2023**

## PERNYATAAN

Saya, yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Veronica Luciana Sushanty  
Nomor Pokok Mahasiswa : 1913023027  
Program Studi : Pendidikan Kimia  
Jurusan : Pendidikan MIPA  
Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan

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

Apabila ternyata kelak di kemudian hari terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka saya akan bertanggungjawab sepenuhnya.

Bandar Lampung, 03 Agustus 2023

Yang menyatakan,



Veronica Luciana Sushanty

NPM 1913023004

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Tanjung Jaya pada 15 Maret 2001, sebagai anak pertama dari 2 bersaudara pasangan Bapak R. Agus Budiono dan Ibu Catur Yantini.

Pendidikan formal diawali di SD Negeri 04 Tanjung Jaya yang diselesaikan pada tahun 2013. Kemudian dilanjutkan ke pendidikan tingkat pertama di SMP Negeri 1 Bangunrejo yang diselesaikan pada tahun 2016. Pendidikan tingkat atas di SMA Negeri 1 Kalirejo yang diselesaikan pada tahun 2019, dan pada tahun yang sama diterima menjadi mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN.

Selama menjadi mahasiswa, pernah aktif dalam organisasi internal kampus seperti Fosmaki Universitas Lampung, Himpunan Mahasiswa Eksakta dan UKM katolik Universitas Lampung. Pengalaman mengajar dan mengabdikan yang pernah diikuti selama perkuliahan yaitu Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) di SMA N 1 Seputih Raman dan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kecamatan Seputih Raman pada tahun 2022.



## **PERSEMBAHAN**

*Puji Tuhan, ucapan terima kasih dan syukur atas segala berkat yang berlimpah dari Allah sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.*

*Karya ini kupersembahkan untuk;*

*Kedua Orang Tuaku bapak Agus Budiono dan Ibu Catur Yantini, Adikku Silvia Anggraeni, Om Lorenius dan Tante Emilia serta seluruh keluarga yang telah memberi dukungan dalam menyelesaikan perkuliahan ini.*

*Seluruh teman seperjuanganku di Pendidikan Kimia yang selalu memberi semangat dan dukungan.*

*Almamaterku,*

*Universitas Lampung.*

## **MOTTO**

Pendidikan adalah senjata paling mematikan di dunia karena dengan pendidikan,  
anda dapat mengubah dunia

(Nelson Mandela)

Belajarliah dari masa lalu, hiduplah untuk hari ini, dan berharaplah untuk masa  
depan. Yang paling penting, jangan berhenti bertanya

(Albert Einstein)

Bekerja keras dengan diam, biarlah kesuksesan menjadi suaramu

(Penulis)

## SANWACANA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat penyertaan-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul “Efektivitas Pembelajaran *Discovery* Berbantuan Simulasi Molekul Untuk Meningkatkan Kemampuan Translasi Antarlevel Representasi Pada Materi Stoikiometri” sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana pendidikan di FKIP Universitas Lampung dapat diselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih yang begitu tulus atas segala bantuan, dan bimbingan yang selalu diberikan kepada penulis. Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

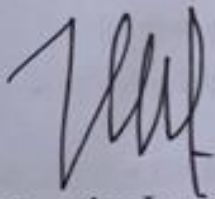
1. Bapak Prof. Dr. Sunyono, M.Si, selaku Dekan FKIP Universitas Lampung
2. Bapak Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA
3. Ibu Lisa Tania, S.Pd., M.Sc., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Kimia dan Pembimbing 1 yang telah memberikan saran serta kesediaan waktu dalam memberikan bimbingan selama menyelesaikan skripsi ini
4. Bapak Andrian Saputra, S.Pd., M.Sc., selaku Pembimbing II yang telah memberikan saran dalam proses penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Dra. Nina Kadaritna, M.Si., selaku Pembahas yang telah memberikan kritik dan saran untuk perbaikan skripsi ini.
6. Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Jurusan Pendidikan MIPA, khususnya di Program Studi Pendidikan Kimia atas ilmu yang diberikan.
7. Ibu Siti Munawaroh, S.Pd., selaku guru mata pelajaran kimia SMA N 2 Metro atas bantuan dan kerjasamanya dalam penelitian berlangsung
8. Seluruh keluargaku, bapak, ibu, adik, om, tante yang telah memberikan doa dan dukungan

9. Teruntuk Ignasius Billy, terima kasih telah menemani dalam segala hal, memberi semangat, doa, dan dukungan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan
10. Sahabat-sahabatku dan tim kerjasama tugas yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan, serta dukungan sejak awal perkuliahan sampai penulisan skripsi ini selesai

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan akan tetapi sedikit harapan semoga karya sederhana ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Bandarlampung, 03 Agustus 2023

Penulis



Veronica Luciana

## DAFTAR ISI

Halaman

<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>I.PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A.Latar Belakang.....	1
B.Rumusan Masalah.....	4
C.Tujuan Penelitian .....	5
D.Manfaat penelitian .....	5
E.Ruang Lingkup Penelitian.....	6
<b>II.TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
A.Representasi Kimia.....	7
B.Kemampuan Translasi Antarlevel Representasi .....	8
C.Pembelajaran Kimia Dengan Simulasi .....	9
D.Pembelajaran <i>Discovery</i> .....	12
E.Penelitian Relevan .....	13
F.Kerangka Berpikir .....	16
G.Anggapan dasar .....	17
H.Hipotesis .....	17
<b>III.METODE PENELITIAN .....</b>	<b>18</b>
A.Populasi dan Sampel Penelitian.....	18
B.Desain Penelitian .....	18
C.Variabel Penelitian.....	19
D.Perangkat Pembelajaran .....	20
E.Instrumen Penelitian .....	20
F.Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	20
G.Analisis Data .....	23

<b>IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>30</b>
A.Tahap Persiapan.....	30
B.Tahap Pelaksanaan Penelitian.....	31
1. Uji kesamaan dua rata-rata .....	31
2. Tahap Pembelajaran .....	33
3. Analisis data keterlaksanaan model pembelajaran <i>discovery</i> .....	40
C.Tahap akhir penelitian .....	41
1. Nilai rata-rata postes.....	41
2. Nilai <i>n-Gain</i> .....	43
3. Uji perbedaan dua rata-rata .....	45
4. Profil kemampuan translasi antarlevel representasi .....	47
<b>V.KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>51</b>
A. Kesimpulan.....	51
B. Saran.....	51
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>52</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>56</b>
Lampiran 1. Analisis KI-KD .....	57
Lampiran 2. Silabus.....	69
Lampiran 3. RPP kelas eksperimen.....	77
Lampiran 4. RPP kelas kontrol.....	91
Lampiran 5. LKPD 1 .....	103
Lampiran 6. LKPD 2 .....	110
Lampiran 7. KISI-KISI SOAL .....	117
Lampiran 8. Soal Pretes-Postest .....	119
Lampiran 9. Rubrik Soal Pretes-Postest.....	122
Lampiran 10 . Lembar Observasi Penilaian Kemampuan Guru .....	128
Lampiran 11. Data pemeriksaan jawaban siswa .....	140
Lampiran 12. Daftar Nilai .....	148
Lampiran 13. Hasil Output Uji Hipotesis.....	151

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Penelitian Relevan.....	14
2. Desain penelitian .....	18
3. Klasifikasi <i>n-gain</i> .....	26
4. Skala kategori kemampuan representasi.....	29
5. Hasil uji normalitas terhadap nilai pretes kemampuan translasi antarlevel representasi siswa.....	32
6. Hasil uji homogenitas terhadap nilai pretes kemampuan translasi antarlevel representasi siswa.....	33
7. Hasil uji normalitas data <i>n-gain</i> kemampuan translasi antarlevel representasi.....	45
8. Hasil uji homogenitas data <i>n-gain</i> kemampuan translasi antarlevel representasi.....	46

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Segitiga Johnstone.....	8
2. Jendela antar muka <i>connected chemistry</i> .....	11
3. Simulasi <i>methane</i> .....	11
4. Prosedur Pelaksanaan penelitian.....	22
5. Tampilan CCC.....	31
6. Tampilan <i>PhET</i> .....	31
7. Simulasi metana pada <i>connchem</i> .....	35
8. Jawaban kelompok 1 dalam menuliskan persamaan reaksi setara, menggambar submikroskopik.....	36
9. Jawaban kelompok 2 dalam menuliskan persamaan reaksi setara, menggambar submikroskopik.....	36
10. Jawaban kelompok 1 dalam menjelaskan pereaksi pembatas.....	37
11. Jawaban kelompok 2 dalam menjelaskan pereaksi pembatas.....	37
12. Jawaban siswa dalam menuliskan persamaan reaksi setara, menggambar submikroskopik.....	
13. Jawaban siswa dalam menulis persamaan reaksi ammonia.....	38
14. Tampilan grafik simulasi metana.....	39
15. Jawaban siswa dalam menganalisis grafik pada simulasi.....	39
16. Rata-rata persentase keterlaksanaan model pembelajaran <i>discovery</i> berbantuan simulasi molekul.....	41
17. Nilai rata-rata postes.....	42
18. Nilai rata-rata setiap indikator.....	43
19. Nilai Rata-Rata <i>n-gain</i> .....	44
20. Persebaran nilai <i>n-gain</i> siswa.....	45
21. Profil kemampuan representasi pada kelas kontrol .....	47



22. Profil kemampuan representasi pada kelas kontrol .....	48
23. Jawaban siswa pada pretes nomor 1a.....	48
24. Jawaban siswa pada postes nomor 1a.....	49
25. Jawaban siswa pada pretes nomor 2b.....	49
26. Jawaban siswa pada postes nomor 2b.....	49
27. Jawaban siswa pada pretes nomor 2b.....	49
28. Jawaban siswa pada postes nomor 2b.....	50
29. Jawaban siswa pada pretes nomor 3.....	50
30. Jawaban siswa pada postes nomor 3.....	50
31. Jawaban siswa pada pretes nomor 4.....	50
32. Jawaban siswa pada pretes nomor 4.....	51

## I.PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Kimia adalah kombinasi prinsip, fakta yang mempelajari secara khusus materi, sifat, perubahannya (Kaupp *et al.*, 2017). Karena karakteristik konsep kimia yang bersifat kompleks dan abstrak membuat pembelajaran yang diberikan untuk memahami konsep-konsep kimia yang saling keterkaitan serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari menjadi lebih sulit sehingga pembelajaran perlu direpresentasikan (Dunn, 2020). Dengan menggunakan representasi inilah ahli kimia dapat memvisualisasikan, mendiskusikan, dan memahami molekul dan proses kimia yang menjelaskan fenomena yang mereka amati di laboratorium (Kozma & Russell, 2005)

Setiap fenomena kimia dapat dijelaskan melalui tiga level representasi kimia yaitu makroskopik, submikroskopik dan simbolik, sehingga representasi kimia menjadi bagian tak terpisahkan dari materi pembelajaran kimia (Gkitzia *et al.*, 2011). Pada level makroskopik proses kimia dapat diamati, seperti pengalaman langsung yang dihasilkan oleh percobaan laboratorium atau kehidupan sehari-hari (Shehab & BouJaoude, 2017). Pada level submikroskopik fenomena kimia dijelaskan oleh susunan dan gerak molekul, atom, atau partikel subatomik. Pada simbolik diwakili oleh simbol, angka, rumus, persamaan, dan struktur (Wu *et al.*, 2001). Dari ketiganya tidak ada yang lebih unggul, tetapi masing-masing saling melengkapi (Johnstone, 2000).

Pada pembelajaran di sekolah siswa mengalami kesulitan dalam mengubah representasi satu ke representasi lain karena pada pembelajaran yang biasa diajarkan di sekolah hanya sampai tahap mengenalkan representasi makroskopik dan simbolik saja tanpa mengaitkan ketiga level representasi yang ada (Dori & Hameiri, 2003).

Terdapat beberapa kemampuan representasi untuk menggambarkan fenomena yang diamati. Salah satu kemampuan representasional yang akan diteliti yaitu kemampuan translasi antarlevel representasi, yang dicapai apabila siswa mampu memetakan satu fitur dari satu jenis representasi ke jenis representasi lain, membuat koneksi antar representasi, dan menjelaskan hubungan antar representasi. Siswa dapat mentranslasi antarlevel representasi dengan cara mengaitkan ketiga representasi sehingga dapat mengubah satu level ke level lainnya dengan pemahaman konsep yang dimiliki (Heitzman & Krajcik, 2005). Adanya keterkaitan antarlevel representasi sehingga dapat meningkatkan pemahaman siswa dari konsep-konsep baru (Ramnarain & Joseph, 2012).

Siswa dengan kemampuan representasi tinggi mampu menggunakan satu atau lebih representasi, menghubungkan antarlevel representasi dan menjelaskan makna sehingga dapat menguasai konsep yang ada, sedangkan siswa dengan kemampuan rendah hanya mampu menggunakan satu representasi dan tidak dapat menjelaskan makna yang ada pada representasi tersebut sehingga akan mengakibatkan kurangnya kemampuan siswa dalam memahami konsep

Representasi terbagi menjadi 2 yaitu statis dan dinamis. Media pembelajaran animasi (dinamis) dapat memberikan gambaran dan pemahaman siswa mengenai terjadinya sesuatu / proses secara utuh dibandingkan dengan media gambar (statis) (Wong, 2009). Media animasi memiliki kelebihan dibanding dengan media statis yang tidak dapat menunjukkan dinamika serta interaksi partikel (Chiu & Linn, 2013). Pada pembelajaran yang bersifat menjelaskan suatu proses memiliki penekanan pada gerakan (*Movement*) dan hanya dimiliki oleh media dinamis (Hegarty, 2008). Dalam hal ketepatan konsep yang melibatkan struktur

molekul dapat membantu pembelajaran mengenai struktur molekul yang lebih rumit (Chen *et al.*, 2015)

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru kimia di SMAN 2 Metro. Kesulitan yang dihadapi guru selama mengajar yaitu siswa kurang memahami reaksi kimia, penyetaraan reaksi sesuai hukum dasar kimia dan juga sulit dalam menerapkan perhitungannya, siswa hanya mengetahui representasi makroskopik dan simbolik saja, sedangkan kaitannya dengan level submikroskopik diabaikan. Siswa belum dapat membuat koneksi antar representasi, mengaitkan dan menjelaskan konsep yang ada, maka dari itu dibutuhkan pembelajaran yang menekankan pada kemampuan siswa untuk mentranslasi antarlevel representasi

Pembelajaran yang cocok digunakan untuk meningkatkan pemahaman siswa yaitu menggunakan pendekatan *konstruktivisme* dengan model *discovery learning* berbantuan simulasi molekul. *Discovery learning* salah satu model pembelajaran dimana pengajar tidak langsung memberikan hasil akhir atau kesimpulan dari materi yang disampaikan, melainkan siswa diberikan kesempatan untuk mencari serta dapat menemukan hasil data tersebut (Kistner *et al.*, 2016). Untuk menyampaikan gambaran suatu sistem yang abstrak seolah-olah menjadi nyata digunakanlah simulasi molekul (Dunn, 2020). Sintak model pembelajaran *discovery* yaitu *stimulation* (pemberian rangsangan), *problem statement* (identifikasi masalah), *data collection* (pengumpulan data), *data processing* (pengolahan data), *verification* (pembuktian), *generalization* (menarik kesimpulan) (kemendikbud, 2017). Yang membedakan sintak model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi pada beberapa tahap siswa diminta mengamati apa yang terjadi pada level submikroskopik menggunakan simulasi molekul. Simulasi molekul yang dapat digunakan untuk memvisualisasikan submikroskopik yaitu *Connected Chemistry Curriculum* dan *PhET*. Simulasi ini menerapkan model ilmiah perilaku partikel yang sesuai untuk memberi gambaran kepada siswa tentang molekul, serta sebagai visualisasi yang dapat digunakan untuk menunjukkan konsep abstrak ke siswa dan simulator laboratorium (Fedosky *et al.*, 2005)

Pembelajaran yang memerlukan bantuan simulasi molekul salah satunya materi stoikiometri. Konsep yang ada pada stoikiometri ini bersifat abstrak, dan saling berkaitan sehingga siswa mengalami kesulitan dalam memahaminya (Marais & Combrinck, 2009). Dengan visualisasi menggunakan simulasi molekul saat menjelaskan persamaan reaksi, dapat membantu untuk mengembangkan imajinasi pada level submikroskopik dari reaksi yang telah diamati

Penelitian yang dilakukan Mike Stieff (2011) menunjukkan bahwa simulasi molekul dapat mendukung kemampuan siswa dalam meningkatkan pemahaman representasi. Tanker (2006) hasil penelitiannya menyatakan bahwa simulasi dapat mendorong dan membantu siswa untuk mengembangkan gambaran tingkat molekuler yang multi-partikulat, dinamis, interaktif

Berdasarkan pertimbangan uraian diatas, maka dipandang perlu dilakukan suatu penelitian yang berjudul “Efektivitas Pembelajaran *Discovery* Berbantuan Simulasi Molekul Untuk Meningkatkan Kemampuan Translasi Antarlevel Representasi Pada Materi Stoikiometri”

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana efektivitas pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul untuk meningkatkan kemampuan translasi antarlevel representasi pada materi stoikiometri?
2. Bagaimana profil kemampuan translasi antarlevel representasi pada materi stoikiometri setelah perlakuan?

### C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dilakukannya penelitian ini sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan efektivitas pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul untuk meningkatkan kemampuan translasi antarlevel representasi pada materi stoikiometri
2. Mendeskripsikan profil kemampuan translasi antarlevel representasi pada materi stoikiometri setelah perlakuan

### D. Manfaat penelitian

Dari efektivitas model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul untuk meningkatkan kemampuan translasi antarlevel representasi pada materi stoikiometri yang dihasilkan diharapkan dapat bermanfaat bagi:

#### 1. Siswa

Dapat membantu siswa memberikan pengalaman pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul untuk meningkatkan kemampuan translasi antarlevel representasi siswa pada materi stoikiometri.

#### 2. Guru

Dapat mempermudah guru dalam memvisualisasikan dan mengatasi kesulitan pembelajaran pada materi stoikiometri untuk dijadikan media pembelajaran

#### 3. Sekolah

Dapat menjadi informasi dan sumbangan yang baik dalam rangka perbaikan mutu dan kualitas proses pembelajaran kimia di sekolah khususnya pada materi stoikiometri

#### 4. Peneliti lain

Dapat menjadi rujukan atau referensi bagi peneliti yang akan mengkaji penelitian yang sama

## E. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

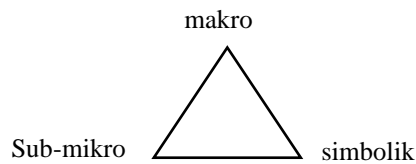
1. Pembelajaran dikatakan efektif apabila *n-gain* rata-rata kelas eksperimen minimal berkategori sedang dan terdapat perbedaan *n-gain* rata-rata pada kelas eksperimen lebih tinggi secara signifikan (Wicaksono, 2008)
2. Model pembelajaran *discovery* terdiri dari 6 tahap yaitu *stimulation* (pemberi rangsangan), *problem statement* (identifikasi masalah), *data collection* (pengumpulan data), *data processing* (pengolahan data), *verification* (pembuktian) dan *generalization* (pengambilan kesimpulan) (Kemendikbud, 2017)
3. Simulasi digunakan menyampaikan gambaran suatu sistem yg abstrak seolah-olah menjadi nyata. Simulasi molekul yang digunakan dalam penelitian ini adalah *The Connected Chemistry Curriculum* <http://sims.connchem.org/> dan *The Physics Educations Technology (PhET)* <https://PhET.colorado.edu/>
4. Kemampuan representasional yang diteliti yaitu kemampuan translasi antarlevel representasi yang dapat dicapai apabila siswa mampu memetakan satu fitur dari satu jenis representasi ke jenis representasi lain, membuat koneksi antar representasi, dan menjelaskan hubungan antar representasi (Kozma & Russell, 2005)
5. Profil kemampuan translasi antarlevel representasi sesuai dengan kriteria penilaian menurut Arikunto (2009)
6. Cakupan materi stoikiometri yaitu persamaan reaksi dan pereaksi pembatas

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Representasi Kimia

Kesulitan siswa dalam mempelajari konsep-konsep kimia yang bersifat abstrak membuat pembelajaran kimia perlu direpresentasikan (Gabel, 1999). Tingkat kesulitan tersebut menjadi dasar pentingnya menganalisis lebih mendalam mengenai konsep yang dimiliki siswa dengan mengkaitkannya dengan ketiga level representasi. Hal itu ditujukan agar tidak terjadi kesalahan konsep pada siswa sehingga tidak menimbulkan miskonsepsi yang akan terbawa pada pendidikan selanjutnya (Stoyanovich *et al.*, 2015)

Representasi memainkan peran dalam pemahaman siswa tentang konsep kimia dan penelitian tentang bagaimana siswa dapat belajar dengan menggunakan representasi yang diperlukan untuk mendukung pertumbuhan mereka dalam pembelajaran kimia yang efektif (Farheen & Lewis, 2021). Representasi digunakan untuk mendeskripsikan dan menjelaskan fenomena kimia (Michalchik *et al.*, 2008). Pemahaman konsep dasar kimia dapat dilakukan dengan menanamkan level-level representasi pada siswa (Becker *et al.*, 2015). Setiap fenomena kimia dapat dijelaskan melalui tiga aspek representasi kimia yaitu makroskopik, sub-mikroskopik dan simbolik, sehingga representasi kimia menjadi bagian tak terpisahkan dari berbagai macam materi pembelajaran kimia (Gkitzia *et al.*, 2011).



Gambar 1. Segitiga Johnstone



Representasi makroskopik merupakan level konkret yang dapat diamati, dimana pada level ini siswa mengamati fenomena dan fakta yang terjadi, baik melalui percobaan yang dilakukan atau yang terjadi pada kehidupan sehari-hari. Yang dapat diamati yaitu berupa timbulnya bau, terjadinya perubahan warna dan terbentuknya endapan dalam reaksi kimia. Representasi submikroskopik merupakan level konkret yang tak kasat mata, digunakan untuk menjelaskan fenomena makroskopik. Pada representasi ini memberikan penjelasan pada level partikel dimana materi digambarkan sebagai susunan dari atom-atom, molekul-molekul dan ion-ion, sedangkan pada representasi simbolik digunakan untuk merepresentasikan fenomena makroskopik dan submikroskopik dengan menggunakan persamaan kimia, persamaan reaksi, grafik, mekanisme reaksi (Johnstone, 1991). Dari ketiganya tidak ada yang lebih unggul, tetapi masing-masing saling melengkapi (Johnstone, 2000)

Pendekatan tiga level berpengaruh positif terhadap pemahaman konsep siswa terhadap konsep kimia (Shehab BouJaoude, 2017). Siswa mampu menghubungkan level representasi makroskopik, submikroskopik, dan simbolik bahan satu sama lain serta dapat meningkatkan pemahaman konseptual siswa (Rayan, 2017)

## **B. Kemampuan Translasi Antarlevel Representasi**

Kemampuan representasi yang diteliti menurut Sim & Daniel (2014) mencakup berbagai kemampuan. Salah satunya yaitu kemampuan translasi antarlevel representasi. Kozma & Russell (2005) mendeskripsikan kemampuan translasi antarlevel representasi siswa dapat dicapai jika siswa mampu memetakan satu fitur dari satu jenis representasi ke jenis representasi lain, membuat koneksi antar representasi, menjelaskan hubungan antar representasi. Kemampuan translasi antarlevel representasi merupakan kemampuan dalam mengaitkan ketiga representasi sehingga dapat mengubah satu level representasi ke level representasi lainnya dengan pemahaman yang dimiliki.

Penelitian yang dilakukan di Yunani oleh Gkitzia pada tahun 2019 mengenai kompetensi siswa dalam menerjemahkan antar berbagai jenis representasi kimia. Berbagai representasi dari ketiga representasi diberikan kepada siswa dan mereka diminta untuk memilih atau mengkonstruksi suatu persamaan dari jenis yang berbeda. Didapatkan hasil bahwa siswa akan menunjukkan kemampuan dalam menerjemahkan representasi submikroskopik ke dalam representasi simbolik yang tinggi jika pemahaman konsep yang dimiliki siswa juga tinggi

### **C. Pembelajaran Kimia Dengan Simulasi**

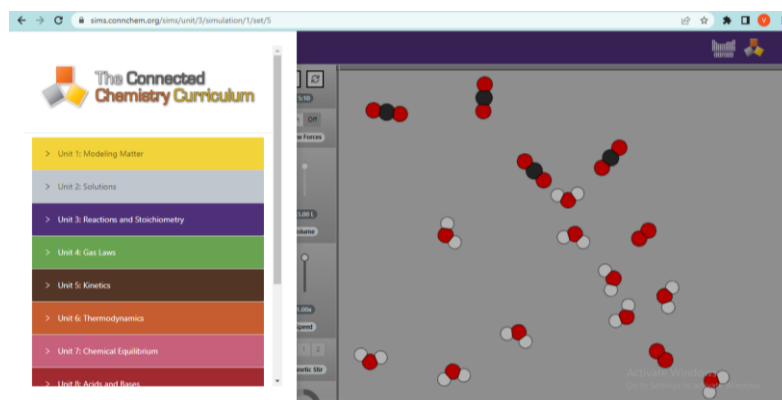
Fenomena kimia dapat disajikan dengan menggunakan beberapa visualisasi atau dengan menghubungkan visualisasi pada tingkat representasi yang berbeda (Shehab & BouJaoude, 2017). Pada saat siswa mengamati simbol dan persamaan kimia, siswa mengalami kesulitan dalam memvisualisasikan dan memahami sifat partikulat materi yang diwakilinya (Gkitzia *et al.*, 2011). Tampilan visual pada simulasi yang kaya akan molekul dan atom dapat mendukung siswa dalam memahami tentang fenomena kimia dan interaksinya (Dunn, 2020). Simulasi berguna untuk memperbaiki miskonsepsi pada beberapa konsep kimia (Koomson *et al.*, 2020).

Simulasi dikenal sebagai alat visual yang efektif (Meir *et al.*, 2005). Para peneliti menemukan bahwa mengintegrasikan representasi visual seperti, simulasi, dan animasi ke dalam pengajaran sains dapat meningkatkan pemahaman mengenai fenomena yang tidak dapat diamati (Rayan, 2017). Saat menjelaskan materi kimia dengan visualisasi menggunakan animasi dan simulasi molekul dapat membantu untuk mengembangkan imajinasi, dan membantu pembelajar memahami konsep-konsep kimia yang sulit dan kompleks (Kozma & Russell, 2005). Simulasi juga memberikan gambaran rinci tentang skala molekuler yang tidak mudah diakses dari metode eksperimental (Du, 2009). Perlu suatu upaya untuk membuat kimia yang abstrak menjadi lebih konkrit, yaitu melalui simulasi molekuler (Saputra *et al.*, 2020)

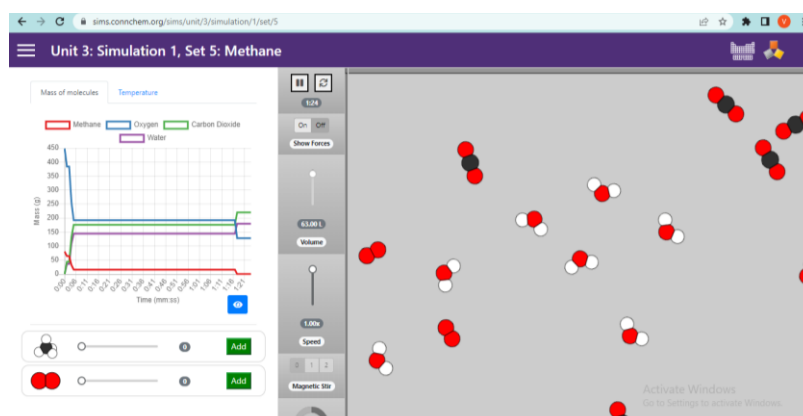
Aplikasi simulasi molekul yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Connected Chemistry*. aplikasi ini dapat diakses melalui alamat website <http://sims.connected-chemistry.org/> *Connected Chemistry* menggunakan simulasi yang dirancang dalam pemrosesan (Stieff, 2011). *Connected Chemistry* ini berfokus pada topik dalam kimia dan menggunakan model *NetLogo* multi-agen untuk memungkinkan penyelidikan siswa: membuat, memanipulasi, dan mengamati interaksi antara objek pada tingkat molekuler untuk mendapatkan wawasan tentang pola yang muncul dan fenomena makroskopik. Dengan *Connected Chemistry*, tujuan kami adalah membantu siswa memahami dunia partikulat yang tidak terlihat dan menghubungkannya dengan sifat nyata yang muncul dalam fenomena dunia nyata sebagai dasar untuk pemahaman konseptual yang mendalam pemodelan berbasis agen adalah paradigma pemodelan komputasi yang relatif baru, yang mensimulasikan sistem dinamis yang kompleks dengan mensimulasikan untuk dapat berinteraksi (Levy & Wilensky, 2009).

Tujuan *Connected Chemistry* juga untuk menyajikan bagaimana pola tingkat makro dalam kimia dihasilkan dari interaksi banyak molekul pada tingkat submikro. Siswa dapat mengamati dan mengeksplorasi interaksi dalam simulasi memungkinkan Siswa mengembangkan pemahaman yang lebih dalam tentang konsep dan proses kimia dikeduaanya yaitu kelas dan laboratorium. Siswa menerima informasi yang biasa dari teks dan ceramah digantikan dengan kesediaan untuk bertanya mengenai fakta dan teori untuk memvalidasi secara pribadi jawaban dan pengamatan mereka dalam *Connected Chemistry* (Grandgirard *et al.*, 2002). Gambar 2 simulasi *Connected Chemistry* berisi jendela antar muka yang menampilkan beberapa pilihan molekul

Gambar 3 berisi jendela antar muka dengan grafik, jendela plotting dan variabel sistem. Antarmuka menampilkan secara eksplisit interaksi antara tingkat kimia molekul dan makroskopis melalui jendela grafik dan jendela plotting. Pada jendela grafik dari setiap model merespon secara real-time setiap perubahan yang terjadi sedangkan jendela plotting menghubungkan tingkat makroskopik dan molekular (Stieff, 2005)



Gambar 2 Jendela antar muka *connected chemistry*



Gambar 3. Simulasi *methane*

*Connected Chemistry* memiliki banyak kegunaan yaitu sebagai alat visualisasi yang dapat digunakan menunjukkan konsep abstrak ke siswa untuk ilustrasi dan diskusi; kedua, sebagai simulator laboratorium untuk memungkinkan siswa mengamati interaksi molekuler yang mereka selidiki di laboratorium pada tingkat makroskopik; ketiga, sebagai alat umpan balik saat belajar atau pemecahan masalah (Fedosky *et al.*, 2005).

Software yang dapat digunakan untuk mensimulasikan molekul lainnya yaitu *Physics Education Technology (PhET)*. *Physics Education Technology (PhET)* adalah salah satu simulasi interaktif yang sering digunakan dalam pembelajaran fisika dan kimia. Simulasi Interaktif ini dikembangkan oleh *University of Colorado Boulder* (Perkins *et al.*, 2012). Simulasi *PhET* membuat animasi kimia

yang abstrak atau fenomena yang tidak terlihat dapat di modelkan seperti atom, elektron, foton (Prima *et al.*, 2018). *PhET* dapat di akses melalui website <https://PhET.colorado.edu/>

Melalui representasi interaktif, simulasi ini memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi representasi, mencakup tingkat partikulat, simbolik, dan makroskopik (Moore *et al.*, 2011). Simulasi ini menawarkan representasi prinsip kimia yang sangat ilustratif dan dinamis (Salame & Samson, 2019). Berguna juga untuk membangun hubungan sebab-akibat dan untuk meningkatkan kemampuan siswa untuk menghubungkan beberapa representasi (Perkins *et al.*, 2006)

#### **D. Pembelajaran *Discovery***

*Discovery learning* yaitu kegiatan pembelajaran yang pada saat dilakukan pembelajaran tidak disediakan dalam bentuk finalnya kepada siswa, namun siswa lah yang mengorganisasikannya sendiri (Dean, 2010). Model pembelajaran *discovery* yaitu siswa mencari tahu tentang suatu permasalahan dan menemukan sendiri solusinya berdasarkan hasil pengolahan informasi yang diperoleh sehingga siswa memiliki pengetahuan baru yang dapat digunakan dalam memecahkan masalah yang relevan. Model pembelajaran ini terdiri dari 6 tahapan yaitu stimulasi, pernyataan masalah, pengumpulan data, pengolahan data, verifikasi, dan generalisasi (Kemendikbud, 2017)

- a. Memberi stimulus (*Stimulation*): guru memberikan stimulus berupa masalah untuk diamati melalui kegiatan mencari informasi dari berbagai sumber
- b. Mengidentifikasi masalah (*Problem Statement*): siswa menemukan permasalahan, mencari informasi terkait permasalahan, dan merumuskan masalah.
- c. Mengumpulkan data (*Data Collection*): siswa mencari dan mengumpulkan data/informasi yang dapat digunakan untuk menemukan solusi pemecahan masalah yang diamati
- d. Mengolah data (*Data processing*): siswa mengolah data yang telah dikumpulkan untuk menemukan solusi pemecahan masalah yang diamati

- e. Memverifikasi (*Verification*): siswa mengecek kebenaran hasil pengolahan data melalui berbagai kegiatan, atau mencari sumber yang relevan baik dari buku atau media, serta mengasosiasikannya sehingga menjadi suatu kesimpulan.
- f. Menyimpulkan (*Generalization*): siswa digiring untuk menggeneralisasikan hasil berupa kesimpulan pada suatu kejadian atau permasalahan yang sedang dikaji

(Kemendikbud, 2017)

Kelebihan dari pembelajaran *discovery learning* adalah:

- a) Penyampaian kegiatan dan pengalaman langsung, sehingga siswa akan lebih tertarik dan dapat mengembangkan kemampuan terhadap pembentukan konsep konsep abstrak
- b) *Discovery learning* merupakan suatu metode pemecahan masalah, sehingga siswa dituntut untuk berfikir solutif dan inovatif mengenai suatu permasalahan yang sedang dihadapi,
- c) Hasil pembelajaran dengan menggunakan metode *discovery learning* pengetahuan siswa akan bertahan lama dan mudah diingat karena mereka menemukan sendiri pengetahuan nya

(Joolingen & Jong, 1997)

Sedangkan kekurangan dalam mengajar menggunakan *discovery learning* adalah sebagai berikut:

- a) Proses pembelajaran membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan metode pembelajaran ceramah
- b) *Discovery learning* dibutuhkan kemampuan berfikir siswa secara solutif dan inovatif,
- c) Siswa dituntut untuk mandiri dalam menemukan solusi pemecahan masalah

(Wang, 2016)

## **E. Penelitian yang relevan**

Terdapat beberapa penelitian, yang melakukan penelitian mengenai pembelajaran kimia berbantuan simulasi molekul serta efektivitas. Berikut ini beberapa penelitian yang relevan disajikan pada Tabel 1

Tabel 1. Penelitian yang relevan

Nama (tahun)	Judul	Hasil penelitian
Gkitzia & Tzougraki (2019)	<i>Students' competence in translating between different types of chemical representations</i>	siswa akan menunjukkan kemampuan dalam menerjemahkan representasi submikroskopik ke dalam representasi simbolik yang tinggi jika pemahaman konsep yang dimiliki siswa juga tinggi
Baraa Rayan, Anwar Rayan (2017)	<i>Avogadro Program for Chemistry Education: To What Extent can Molecular Visualization &amp; Three-dimensional Simulations Enhance Meaningful Chemistry Learning</i>	Hasil penelitian menunjukkan dalam menggunakan alat pemodelan seperti simulasi Avogadro mungkin membantu, membawa dunia molekul mikroskopis dekat dengan siswa
Tasker & Dalton (2006)	<i>Research into practice: Visulation of the molecular world using animations</i>	simulasi dapat mendorong dan membantu siswa untuk mengembangkan Gambaran tingkat molekuler yang multi-partikuler, dinamis, interaktif membantu mereka dengan berbagai konsep, topik, dan mata pelajaran

Tabel 1 (lanjutan)

Nama (tahun)	Judul	Hasil penelitian
Justin Dunn & Umesh Ramnarain (2020)	<i>The e Effect of Simulation-Supported Inquiry on South African Natural Sciences Learners' Understanding of Atomic &amp; Molecular Structures</i>	Tampilan visual pada simulasi dapat mendukung siswa dalam memahami tentang fenomena kimia
Mike Stieff (2005)	<i>A Novel Modeling Environment for the Chemistry Classroom</i>	Menunjukkan bahwa <i>simulations Connected Chemistry</i> dapat mendukung kemampuan siswa untuk menghubungkan tingkat kimia molekul, makroskopik, dan simbolik

Berdasarkan penelitian pada Tabel 1, belum terdapat penelitian dengan judul pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul untuk meningkatkan kemampuan translasi antarlevel representasi pada materi stoikiometri sehingga dilakukan penelitian dengan judul tersebut



## F. Kerangka Berpikir

Kemampuan representasional yang akan dianalisis pada penelitian ini yaitu kemampuan translasi antarlevel representasi. Siswa dapat mentranslasi antarlevel representasi dengan cara mengaitkan ketiga level representasi sehingga dapat mengubah dari satu level ke level lainnya dengan pemahaman yang dimiliki. Model pembelajaran *discovery* terdiri dari 6 tahap yaitu *stimulation* (pemberian rangsangan), *problem statement* (identifikasi masalah), *data collection* (pengumpulan data), *data processing* (pengolahan data), *verification* (pembuktian) dan *generalization* (pengambilan kesimpulan)

Pada tahap *data processing* (pengolahan data) siswa menggambarkan ulang submikroskopik dan menuliskan persamaan reaksi dari simulasi molekul metana tahap ini melatih kemampuan siswa dalam membuat koneksi dari level submikroskopik ke level simbolik kemudian siswa menuliskan pereaksi pembatas beserta alasan nya tahap ini melatih dalam menjelaskan hubungan antar representasi

Selanjutnya pada tahap *verification* (pembuktian), siswa mengamati grafik metana pada simulasi molekul, siswa menuliskan data yang didapat dari grafik tersebut tahap ini melatih dalam memetakan satu fitur dari satu jenis representasi ke representasi lain. Tahap *generalization* (kesimpulan), siswa mampu membuat suatu kesimpulan mengenai apa yang mereka amati secara makroskopik, submikroskopik dan dapat menuliskan reaksi kimia yang setara dalam bentuk simbolik berdasarkan pengamatan makroskopik maupun submikroskopik melalui simulasi molekul. Dengan pembelajaran tersebut siswa tidak hanya mampu mengartikan namun juga dapat mengaitkan dan menerapkan ketiga level representasi yang ada sehingga dengan ini dapat meningkatkan kemampuan translasi antarlevel representasi pada siswa

## **G. Anggapan dasar**

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

1. Perbedaan peningkatan kemampuan translasi antarlevel representasi siswa pada kelas kontrol dan eksperimen terjadi karena adanya perbedaan yang dihasilkan dari perlakuan dalam proses pembelajaran yang diterapkan pada masing-masing kelas yang diberikan
2. Faktor-faktor lain diluar perlakuan yang mempengaruhi peningkatan kemampuan translasi antarlevel representasi siswa pada kedua kelas diabaikan

## **H. Hipotesis**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan sebelumnya, maka hipotesis dari penelitian ini adalah:

Pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul efektif untuk meningkatkan kemampuan translasi antarlevel representasi pada materi stoikiometri

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Populasi dan Sampel Penelitian

Penelitian ini dilakukan di SMAN 2 Metro. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas X SMAN 2 Metro tahun pelajaran 2022/2023 sebanyak 249 siswa yang terbagi dalam 7 kelas. Teknik *purposive sampling* digunakan sebagai teknik dalam pemilihan sampel, sehingga diperoleh X IPA 2 sebanyak 33 siswa sebagai kelas eksperimen dan X IPA 3 sebanyak 33 siswa sebagai kelas kontrol.

#### B. Desain Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode kuasi eksperimen (quasi experimental) dengan desain penelitian *The Matching-Only Pretest-Posttest Control Group Design*. Tujuan dilakukan pencocokan adalah untuk meyakinkan bahwa kedua kelompok homogen dalam variabel tersebut (*Fraenkel et al., 2012*). Adapun langkah-langkah pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Desain penelitian *The Matching-Only Pretest-Posttest Control Group Design*

Kelas		Pretes	Perlakuan	Postest
Kontrol	M	O	C	O
Eksperimen	M	O	X	O

Keterangan:

M: Matching, subjek dalam setiap kelompok dicocokkan

X: pembelajaran menggunakan model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul

C: Pembelajaran menggunakan model pembelajaran *discovery*

O: Pretes yang diberikan sebelum pembelajaran

O: Postes yang diberikan setelah pembelajaran

Sebelum pembelajaran, kedua sampel kelas diberikan pretes kemampuan translasi antarlevel representasi kimia (O). Pada hasil pretes kedua sampel ini kemudian dicocokkan secara statistik melalui uji kesamaan dua rata-rata untuk mengetahui kemampuan awal siswa di kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pengambilan sampel ini menggunakan teknik *purposive sampling* yaitu pengambilan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu. Pertimbangan yang digunakan yaitu dua kelas dengan karakteristik kemampuan awal sama yang dilihat dari hasil rata-rata nilai pretes. Kemudian dilakukan pemilihan kelas eksperimen dan kelas kontrol, X IPA 2 sebagai kelas eksperimen dan X IPA 3 sebagai kelas kontrol.

Selanjutnya di kelas eksperimen dan kelas kontrol diberikan perlakuan yang berbeda. Setelah materi pembelajaran selesai, kedua kelas diberi postes dengan soal yang sama. Hasil postes pada kedua kelas dibandingkan dan diuji perbedaan dua rata-rata untuk mengetahui efektivitas model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul untuk meningkatkan kemampuan translasi antarlevel representasi pada materi stoikiometri.

### **C. Variabel Penelitian**

Penelitian ini terdiri dari beberapa langkah, salah satu yang dilakukan yaitu menentukan variabel. Variabel-variabel dalam penelitian ini antara lain yaitu, Variabel bebas dari penelitian ini yaitu model pembelajaran *discovery* pada kelas kontrol dan model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul pada kelas eksperimen. Sedangkan variabel terikat dari penelitian ini yaitu kemampuan translasi antarlevel representasi. Variabel kontrol adalah materi stoikiometri

#### **D. Perangkat Pembelajaran**

Perangkat pembelajaran adalah komponen yang harus disiapkan oleh guru sebelum melaksanakan pembelajaran (Sugiyono, 2014)

Adapun perangkat pembelajaran yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Analisis KI KD, Silabus pembelajaran kimia sesuai dengan standar kurikulum 2013 revisi, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) pada materi stoikiometri, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) menggunakan pembelajaran dengan model *discovery* berbantuan simulasi molekul pada materi stoikiometri, kisi-kisi soal, dan media simulasi molekul

#### **E. Instrumen Penelitian**

Instrumen pengumpulan data merupakan alat ukur yang berguna dalam teknik pengumpulan data atau informasi yang berkaitan dengan kompetensi siswa (Sugiyono, 2014)

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini, sebagai berikut

- a. Soal pretes dan postes yang terdiri dari soal uraian untuk mengukur kemampuan translasi antarlevel representasi siswa pada materi stoikiometri disertai rubrik skor setiap soal disertai kriteria jawaban
- b. Lembar observasi analisis data keterlaksanaan model pembelajaran *discovery*

#### **F. Prosedur Pelaksanaan Penelitian**

Langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

##### **1. Tahap Pendahuluan**

- a. Melakukan wawancara agar diperoleh informasi berupa jumlah keseluruhan kelas X IPA, data siswa, metode yang digunakan guru untuk mengajar,

- jadwal pelajaran, sarana, dan prasarana pendukung untuk pelaksanaan penelitian yang ada disekolah
- b. Menentukan model pembelajaran yang akan digunakan pada materi Stoikiometri, yaitu dengan menggunakan model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul
  - c. Menentukan populasi dan sampel penelitian

## **2. Tahap Pelaksanaan Penelitian**

Prosedur tahap pelaksanaan penelitian terdiri dari beberapa tahap, yaitu:

### a. Tahap Persiapan

Pada tahap ini dilakukan persiapan dan pembuatan perangkat maupun instrumen pembelajaran yang akan digunakan seperti: analisis KI KD, silabus, kisi-kisi soal pretes-postes, soal pretes- postes, rubrik penilaian soal pretes-postes, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), lembar observasi keterlaksanaan model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul dan menyediakan media pembelajaran berbantuan simulasi molekul menggunakan aplikasi *connected chemistry curriculum* dan *PhET*

### b. Tahap penelitian

Tahap pelaksanaannya, penelitian dilakukan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Tahapan prosedur pelaksanaannya sebagai berikut

1. Memberikan pretes untuk mengukur kemampuan awal translasi antarlevel representasi siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol
2. Melaksanakan kegiatan belajar mengajar pada materi stoikiometri sesuai model yang telah ditetapkan, yaitu model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul pada kelas eksperimen dan pembelajaran *discovery* tanpa berbantuan simulasi molekul pada kelas kontrol.
3. Melakukan pengamatan dan penilaian terhadap keterlaksanaan model pembelajaran *discovery* di kelas
4. Memberikan postest setelah pembelajaran pada kelas eksperimen dan kelas kontrol untuk mengukur kemampuan translasi antarlevel representasi siswa dan

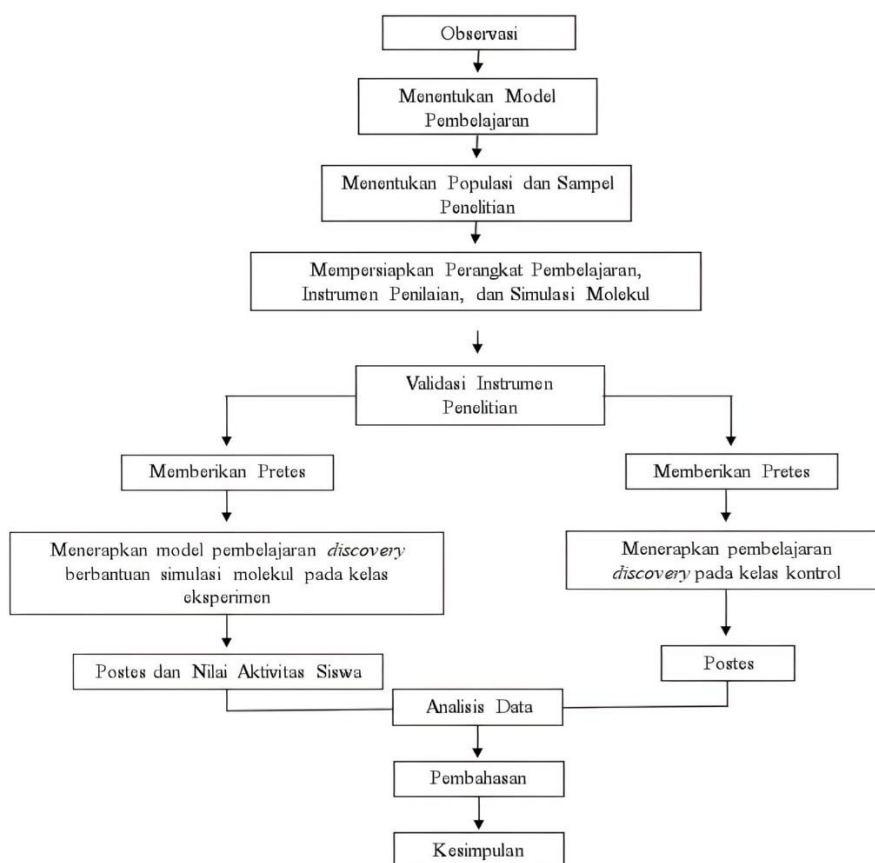
mengukur efektivitas model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul untuk meningkatkan kemampuan translasi antarlevel representasi

### 3. Tahap akhir Penelitian

Prosedur tahap akhir penelitian yaitu sebagai berikut:

- a. Analisi data
- b. Pembahasan
- c. Kesimpulan

Langkah-langkah penelitian tersebut dapat dilihat pada Gambar 4



Gambar 4. Prosedur Pelaksanaan penelitian

## **G. Analisis Data**

Data yang telah selesai dikumpulkan melalui proses pengumpulan data, selanjutnya data tersebut harus diolah. Pengolahan data bertujuan agar data menjadi lebih sederhana, sehingga seluruh data yang terkumpul dapat disusun dengan baik dan dapat dianalisis.

Analisis data dalam penelitian ini meliputi beberapa tahap diantaranya yaitu:

### **1. Analisis Validitas**

Validitas dapat didefinisikan sebagai kemampuan instrumen untuk mengukur tingkat-tingkat kevalidan dari konstruk yang diteliti (Devon *et al.*, 2007). Analisis validitas tes dilakukan guna mengetahui kualitas dari instrumen tes yang digunakan dalam penelitian. Sebuah instrumen dikatakan valid apabila mampu mengukur apa yang ingin diukur. Pengujian instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah validitas isi. Adapun pengujian validitas isi ini dilakukan dengan cara *judgment*. Dalam melakukan *judgment* diperlukan ketelitian dan keahlian penilai, maka peneliti meminta ahli untuk melakukannya. Dalam hal ini dilakukan oleh dosen pembimbing untuk memvalidasi. Dengan hal ini pengujian ini dilakukan dengan menelaah kisi-kisi, terutama kesesuaian antara tujuan penelitian, tujuan pengukuran, indikator, dan butir-butir pertanyaannya. Jika antara unsur-unsur itu terdapat kesesuaian, maka dapat dinilai bahwa instrumen dianggap valid untuk digunakan dalam mengumpulkan data sesuai kepentingan penelitian yang bersangkutan.

### **2. Analisis data kemampuan translasi antarlevel representasi siswa**

Tingkat kemampuan translasi antarlevel representasi siswa ditentukan berdasarkan tes yang diberikan kepada siswa. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan cara:

#### **a. Perhitungan nilai siswa**

Perhitungan nilai siswa digunakan untuk menghitung nilai pada pretes dan postes. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung nilai siswa adalah sebagai berikut:



$$\text{Nilai Siswa} = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor maksimal}} \times 100$$

Nilai yang diperoleh dianalisis untuk digunakan dalam pengujian hipotesis

## **b. Uji kesamaan dua rata-rata**

Analisis ini dilakukan sebelum perlakuan, untuk mengetahui apakah kemampuan translasi antarlevel representasi siswa di kelas eksperimen sama dengan kemampuan translasi antarlevel representasi siswa di kelas kontrol. Sebelum dilakukan uji kesamaan dua rata-rata, dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas terhadap nilai pretes

### **1) Uji Normalitas**

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah data dari kedua kelas sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal atau tidak, serta untuk menentukan uji selanjutnya apakah menggunakan uji statistik parametrik atau non parametrik (Arikunto,2006). Pengujian normalitas ini dilakukan dengan menggunakan *SPSS versi 25.0 for windows*. Data dikatakan memenuhi asumsi normalitas jika pada *Kolmogorov-Smirnov* nilai sig.>0,05. Rumusan hipotesis untuk uji ini adalah sebagai berikut:

H<sub>0</sub>: data penelitian berdistribusi normal

H<sub>1</sub>: data penelitian berdistribusi tidak normal

### **2) Uji Homogenitas**

Uji homogenitas dilakukan untuk memperoleh informasi bahwa kelas penelitian berasal dari varians yang homogen atau tidak, yang selanjutnya untuk menentukan uji yang akan digunakan dalam pengujian hipotesis. Uji homogenitas dilakukan dengan menyelidiki apakah kedua kelompok sampel mempunyai varians yang sama (populasi dengan varians yang homogen) atau sebaliknya. Uji homogenitas dilakukan menggunakan *SPSS versi 25.0* dan menggunakan uji *Levene statistics test*. Rumusan hipotesis pada uji ini adalah sebagai berikut:

$H_0$  = kedua kelompok memiliki varians yang homogen

$H_1$  = kedua kelompok memiliki varians yang tidak homogen

Kriteria uji yang digunakan ialah terima  $H_0$  jika  $\text{sig.} > 0,05$  dan terima  $H_1$  jika  $\text{sig.} < 0,05$ . Setelah melakukan uji normalitas dan uji homogenitas terhadap nilai pretes siswa di kelas eksperimen dan kelas kontrol maka dilakukan uji kesamaan dua rata-rata untuk nilai pretes siswa di kedua kelas

Data berdistribusi tidak normal dan memiliki varians homogen, maka uji kesamaan dua rata-rata dihitung dengan menggunakan uji *Mann-Whitney U*.

Dalam penelitian ini menggunakan uji kesamaan dua rata-rata menurut (Sudjana, 2005). Adapun rumusan hipotesis pada uji ini adalah sebagai berikut:

$H_0: \mu A_{1x} = \mu A_{2x}$  : Nilai rata-rata pretes kemampuan translasi antarlevel representasi siswa di kelas eksperimen sama dengan nilai rata-rata pretes kemampuan translasi antarlevel representasi siswa di kelas kontrol pada materi stoikiometri

$H_1: \mu A_{1x} \neq \mu A_{2x}$  : Nilai rata-rata pretes kemampuan translasi antarlevel representasi siswa di kelas eksperimen tidak sama dengan nilai rata-rata pretes kemampuan translasi antarlevel representasi siswa di kelas kontrol pada materi stoikiometri

Keterangan:

$\mu A_{1x}$  : Rata-rata nilai pretes kemampuan translasi antarlevel representasi siswa pada kelas eksperimen

$\mu A_{2x}$  : Rata-rata nilai pretes kemampuan translasi antarlevel representasi siswa pada kelas kontrol

x : kemampuan translasi antarlevel representasi

Kriteria uji terima  $H_0$  jika nilai  $\text{sig (2-tailed)} > 0,05$  dan terima  $H_1$  jika nilai  $\text{sig (2-tailed)} < 0,05$ .

### C. Perhitungan *n-gain*

Peningkatan kemampuan translasi antarlevel representasi siswa ditunjukkan oleh nilai *n-gain* yang diperoleh dari nilai pretes dan postes. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung *n-gain* yaitu sebagai berikut:

$$n - Gain = \frac{\% \text{nilai postes} - \% \text{nilai pretes}}{100 - \% \text{nilai pretes}} \quad (\text{Hake, 1998}).$$

Setelah diperoleh *n-gain* dari tiap siswa kemudian dihitung rata-ratanya dari tiap kelas. Besarnya *n-gain* rata-rata siswa di kelas eksperimen dan kelas kontrol dihitung dengan rumus berikut:

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

Hasil perhitungan *n-gain* rata-rata kemudian diinterpretasikan dengan menggunakan kriteria dari Hake (1998). Kriteria pengklasifikasian *n-gain* menurut Hake dapat dilihat seperti Tabel 3.

Tabel 3. Klasifikasi *n-gain*

Besarnya <g>	Interpretasi
<g>≥0,7	Tinggi
0,3 ≤<g><0,7	Sedang
<g><0,3	Rendah

### C. Uji Perbedaan Dua Rata-rata

Analisis ini dilakukan setelah perlakuan, sebelum dilakukan uji perbedaan dua rata-rata, dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas.

#### 1) Uji Normalitas

Pengujian normalitas ini dilakukan dengan menggunakan *SPSS versi 25.0 for windows*. Data dikatakan memenuhi asumsi normalitas jika pada *Kolmogorov-Smirnov* nilai sig.>0,05. Rumusan hipotesis untuk uji ini adalah sebagai berikut:

H<sub>0</sub>: data penelitian berdistribusi normal

H<sub>1</sub>: data penelitian berdistribusi tidak normal

## 2. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan dengan menyelidiki apakah kedua kelompok sampel mempunyai varians yang sama (populasi dengan varians yang homogen) atau sebaliknya. Uji homogenitas dilakukan menggunakan *SPSS versi 25.0* dan menggunakan uji *Levene statistics test*. Rumusan hipotesis pada uji ini adalah sebagai berikut:

H<sub>0</sub> = kedua kelompok memiliki varians yang homogen

H<sub>1</sub> = kedua kelompok memiliki varians yang tidak homogen

Kriteria uji yang digunakan ialah terima H<sub>0</sub> jika sig.> 0,05 dan terima H<sub>1</sub> jika sig.<0,05.

Setelah melakukan uji normalitas dan uji homogenitas terhadap nilai *n-gain* siswa di kelas eksperimen dan kelas kontrol maka dilakukan uji perbedaan dua rata-rata. Analisis data dalam penelitian ini menggunakan uji parametrik *independent sample t-test* atau uji t karena didapatkan data yang berdistribusi normal dan memiliki varians homogen.

Uji perbedaan dua rata-rata digunakan untuk mengetahui seberapa efektif perlakuan terhadap sampel, dengan melihat nilai rata-rata *n-gain* kemampuan translasi antarlevel representasi siswa yang diterapkan model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul lebih tinggi daripada model pembelajaran *discovery*. Adapun rumusan hipotesis pada uji ini adalah:

H<sub>0</sub>:  $\mu A_{1x} \leq \mu A_{2x}$  : Nilai rata-rata *n-gain* kemampuan translasi antarlevel representasi siswa di kelas eksperimen lebih rendah atau sama dengan nilai rata-rata *n-gain* di kelas kontrol pada materi stoikiometri

$H_1: \mu A_{1x} > \mu A_{2x}$  : Nilai rata-rata *n-gain* kemampuan translasi antarlevel representasi siswa di kelas eksperimen lebih tinggi dari nilai rata-rata *n-gain* di kelas kontrol pada materi stoikiometri

Keterangan:

$\mu A_1$  : Rata-rata nilai *n-gain* kemampuan translasi antarlevel representasi siswa pada kelas eksperimen

$\mu A_2$  : Rata-rata nilai *n-gain* kemampuan translasi antarlevel representasi siswa pada kelas kontrol

x : Kemampuan translasi antarlevel representasi siswa

Kriteria uji: terima  $H_0$  jika nilai sig (*2-tailed*) > 0,05 dan terima  $H_1$  jika nilai sig (*2-tailed*) < 0,05 (Sudjana, 2005)

### 3. Analisis Data Keterlaksanaan Model Pembelajaran *Discovery*

Kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran menggunakan model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul dapat dianalisis dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1) Menghitung jumlah skor yang diberikan oleh observer untuk setiap aspek pengamatan, kemudian menghitung persentase ketercapaian dengan rumus:

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

Keterangan:

$\%J_i$ : Persentase dari skor ideal untuk setiap aspek pengamatan pada pertemuan ke-i

$\sum J_i$ : Jumlah skor setiap aspek pengamatan yang diberikan oleh observer pada pertemuan ke-i

N: Skor maksimal (skor ideal)

2) Menafsirkan data dengan tafsiran harga persentase kemampuan guru dengan kriteria sebagai berikut:

$80,1\% < \%J_i \leq 100,0\%$ ; kriteria sangat tinggi

$60,1 < \%J_i \leq 80,0$ ; kriteria tinggi

$40,1\% < \%J_i \leq 60,0$ ; kriteria sedang

$20,1 < \%J_i \leq 40,0$ ; kriteria rendah

$0,0\% < \%J_i \leq 20,0$ ; kriteria sangat rendah

(Sunyono, 2012).

#### 4. Analisis profil kemampuan translasi antarlevel representasi

Nilai yang diperoleh setiap siswa dianalisis untuk menentukan profil kemampuan translasi antarlevel representasi siswa setelah diberi perlakuan. Nilai postes kelas eksperimen dan kontrol dikategorikan berdasarkan kriteria menurut Arikunto (2009) dapat dilihat seperti Tabel 4.

Tabel 4. Skala kategori kemampuan translasi antarlevel representasi kimia

Nilai	Kategori
81-100	Sangat baik
61-80	Baik
41-60	Cukup
21-40	Kurang
0-20	Sangat kurang

(Arikunto, 2009)

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data, pengujian hipotesis dan pembahasan dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai rata-rata *n-gain* kemampuan translasi antarlevel representasi siswa yang diterapkan pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul lebih tinggi dari nilai rata-rata *n-gain* kemampuan translasi antarlevel representasi siswa yang diterapkan pembelajaran *discovery* pada materi stoikiometri
2. Pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul efektif untuk meningkatkan kemampuan translasi antarlevel representasi pada materi stoikiometri
3. Profil kemampuan translasi antarlevel representasi siswa pada kelas eksperimen berkategori sangat baik 15,15%, baik 75,85% dan cukup 9% sedangkan pada kelas kontrol berkategori cukup 60,6% dan kurang 39,4%.

### B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada materi stoikiometri, maka disarankan untuk:

1. Pada penerapan pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi lebih memperhatikan koneksi internet dan alokasi waktu karena dalam pelaksanaan pembelajaran membutuhkan internet yang lancar dan waktu yang lama
2. Guru yang akan menerapkan pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi hendaknya sering berlatih agar pembelajaran yang akan diterapkan berjalan dengan maksimal

## DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. 2006. Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan. Bumi Aksara: Jakarta
- Arikunto, S. 2009. Evaluasi Program Pendidikan. Bumi Aksara: Jakarta
- Becker, N., Standford, C., Towns, M., & Cole, R. 2015. Translating Across Macroscopic, Submicroscopic, and Symbolic Levels: The Role of Instructor Facilitation in An Inquiry-Oriented Physical Chemistry Class. *Journal of Chemistry Education Research an Practice*, 16: 769771.
- Chiu, J. L., & Linn, M. C. (2013). Supporting Knowledge Integration in Chemistry with a Visualization-Enhanced Inquiry Unit. *Journal of Chemical Education*, 89: 979-987.
- Dean, E. E. (2010). Teaching the Proof Process A Model for Discovery Learning. *Journal of Chemical Education*, 82(3), 489–493.
- Devon, H. A., Block, M. E., Moyle-Wright, P., Ernst, D. M., Hayden, S. J., Lazzara, D. J., Savoy, S. M., & Kostas-Polston, E. (2007). A psychometric toolbox for testing validity and reliability. *Journal of Nursing Scholarship*, 39(2), 155–164.
- 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.
- Farheen, A., & Lewis, S. E. (2021). The impact of representations of chemical bonding on students' predictions of chemical properties. *International Journal of Science Education*, 27(3), 323–344
- Gabel, D. (1999). Improving Teaching and Learning through Chemistry Education Research : A Look to the Future \*. *journal of Research in Science Teaching*, 40(3), 76(4).
- Gkitzia, V., Salta, K., & Tzougraki, C. (2011). Development and application of suitable criteria for the evaluation of chemical representations in school



- textbooks. *Chemistry Education Research and Practice*, 1993, 5–14.
- Gkitzia, V., Salta, K., & Tzougraki, C. (2019). Students' competence in translating between different types of chemical representations. *Chemistry Education Research and Practice*, 21(1), 307–330.
- Grandgirard, J., Poinso, D., Krespi, L., Nénon, J. P., & Cortesero, A. M. (2002). Costs of secondary parasitism in the facultative hyperparasitoid *Pachycrepoideus dubius*: *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 103(3), 239–248.
- 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. Hammer, D. (1997). Discovery learning and discovery teaching. *Cognition and Instruction*, 15(4), 485–529.
- Heitzman, M., & Krajcik, J. (2005). *Urban Seventh-grader's Translations of Chemical Equations: What Parts of the Translation Process do Students Have Trouble?* 1–29.
- 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. (2000). Teaching of chemistry: Logical or psychological? *Chemical Education: Research and Practice in Europe*, 1(1), 9–15.
- Joolingen, W., & Jong, (1997). *An extended dual search space model of scientific discovery learning*. 307–346.
- Kaupp, M., Danovich, D., & Shaik, S. (2017). Chemistry is about energy and its changes : A critique of bond-length / bond-strength correlations. *Coordination Chemistry Reviews*, 344, 355–362.
- Kistner, S., Vollmeyer, R., Burns, B. D., & Kortenkamp, U. (2016). Computers in Human Behavior Model development in scientific discovery learning with a computer- based physics task. *Computers in Human Behavior*, 59, 446–455.
- Koomson, C. K., Safo-adi, G., & Antwi, S. (2020). Utilising Computer Simulation and Computerised Molecular Modeling Software to Enhance the Teaching and Learning of Hybridisation in Senior High Schools. *Coordination Chemistry Reviews* 4(1), 44–55.
- Kozma, R. B., & Russell, J. (1997). Multimedia and Understanding: Expert and Novice Responses to Different Representations of Chemical Phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(9), 949–968.
- Kozma, R., & Russell, J. (2005). Students Becoming Chemists: Developing Representational Competence. *Visualization in Science Education*, 121–145.

- Levy, S. T., & Wilensky, U. (2009). Crossing levels and representations: The connected chemistry (CC1) curriculum. *Journal of Science Education and Technology*, 18(3), 224–242.
- Marais, F., & Combrinck, S. (2009). An Approach to Dealing with the Difficulties Undergraduate Chemistry Students Experience with Stoichiometry. *Review of Educational Research*, 88–96.
- Meir, E., Perry, J., Stal, D., Maruca, S., & Klopfer, E. (2005). Article How Effective Are Simulated Molecular-level Experiments for Teaching Diffusion and Osmosis ? 4, 235–248.
- Moore, E. B., Chamberlain, J. M., Parson, R., & Perkins, K. K. (2014). PhET interactive simulations: Transformative tools for teaching chemistry. *Journal of Chemical Education*, 91(8), 1191–1197.
- Perkins, K., Adams, W., Dubson, M., Finkelstein, N., Reid, S., Wieman, C., & LeMaster, R. (2006). PhET: Interactive Simulations for Teaching and Learning Physics. *The Physics Teacher*, 44(1), 18–23.
- Perkins, K., Moore, E., Podolefsky, N., Lancaster, K., Denison, C., Perkins, K., Moore, E., Podolefsky, N., Lancaster, K., & Denison, C. (2012). *physical science classes Towards Research-based Strategies For Using PhET Simulations In Middle School Physical Science Classes*. 295.
- Prima, E. C., Putri, A. R., & Rustaman, N. (2018). Learning Solar System using PhET Simulation to Improve Students ' Understanding and Motivation. 1(March). *International handbook of science education* (Vol. 1, pp. 223–248). London: Kluwer.
- Ramnarain, U., & Joseph, A. (2012). Research and Practice Learning difficulties experienced by grade 12 South African students in the chemical representation of phenomena. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 462–470.
- Rayan, B., & Rayan, A. (2017). Avogadro Program for Chemistry Education : To What Extent can Molecular Visualization and Three-dimensional Simulations Enhance Meaningful Avogadro Program for Chemistry Education : *International Journal of Science and Mathematics Education*,
- Salame, I. I., & Samson, D. (2019). *Examining the Implementation of PhET Simulations into General Chemistry Laboratory*. 14(4), 207–217.
- Saputra, A., Tania, L., & Sari, M. (2020). Penggunaan discovery learning berbantuan simulasi molekuler dalam meningkatkan keterampilan proses sains. *Jurnal Pendidikan Progresif*, 10(3), 534–540.
- Shehab, S. S., & BouJaoude, S. (2017). Analysis of the Chemical Representations in Secondary Lebanese Chemistry Textbooks. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(5), 797–816.

- Sim, J. H., & Daniel, E. G. S. (2014). Representational competence in chemistry: A comparison between students with different levels of understanding of basic chemical concepts and chemical representations. *Cogent Education*, 1(1), 1–17.
- Stieff, M. (2005). Connected chemistry - A novel modeling environment for the chemistry classroom. *Journal of Chemical Education*, 82(3), 489–493.
- Stieff, M. (2011). Improving representational competence using molecular simulations embedded in inquiry activities. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(10), 1137–1158.
- Sunyono. (2013). Validitas Model Pembelajaran Kimia Berbasis Multipel Representasi Untuk Meningkatkan Model Mental Siswa Pada Topik Struktur Atom. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699
- Wicaksono, A. 2008. *Efektivitas Pembelajaran*. Erlangga, Jakarta.
- Wu, H. K., Krajcik, J. S., & Soloway, E. (2001). Promoting understanding of chemical representations. *Students' Use of a Visualization Tool in the Classroom*, 38(7), 821–842.