

**EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN *DISCOVERY* BERBANTUAN
SIMULASI MOLEKUL UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN TRANSLASI ANTARLEVEL
REPRESENTASI PADA MATERI
TITRASI ASAM-BASA**

Skripsi

Oleh

**BERLIANA GITA NURANI PERTIWI
NPM 1913023017**



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

ABSTRAK

EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN *DISCOVERY* BERBANTUAN SIMULASI MOLEKUL UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN TRANSLASI ANTARLEVEL REPRESENTASI PADA MATERI TITRASI ASAM-BASA

Oleh

BERLIANA GITA NURANI PERTIWI

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan efektivitas pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul untuk meningkatkan kemampuan translasi antarlevel representasi pada materi titrasi asam basa dan mendeskripsikan profil kemampuan translasi antarlevel representasi kimia siswa setelah diberikan perlakuan. Populasi dari penelitian ini adalah siswa kelas XI IPA SMAN 3 Bandarlampung tahun ajaran 2022/2023. Penelitian ini menggunakan metode kuasi eksperimen dengan teknik *purposive sampling* didapatkan sampel dalam penelitian ini yaitu kelas XI IPA 4 sebagai kelas eksperimen dan XI IPA 3 sebagai kelas kontrol. Teknik analisis data yang digunakan adalah uji perbedaan dua rata-rata dengan uji *Mann Whitney U*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata *n-gain* kemampuan translasi antarlevel representasi siswa di kelas yang diterapkan pembelajaran berbantuan simulasi molekul sebesar 0,77 berkategori tinggi, sedangkan pada kelas yang tak berbantuan simulasi molekul sebesar 0,58 berkategori sedang. Hasil uji *Mann Whitney U* menunjukkan rata-rata nilai *n-gain* kelas yang menggunakan model *discovery* berbantuan simulasi molekul lebih tinggi dibandingkan kelas tanpa berbantuan simulasi molekul, dan terdapat perbedaan signifikan antara kedua kelas eksperimen. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul efektif untuk meningkatkan kemampuan translasi antarlevel representasi siswa dan profil kemampuan translasi antarlevel siswa pada kelas eksperimen setelah diberi perlakuan adalah 70% sangat baik dan 30% baik.

Kata kunci: kemampuan translasi antarlevel representasi, titrasi, model pembelajaran *discovery*, simulasi molekul, profil

ABSTRACT

EFFECTIVENESS OF DISCOVERY LEARNING WITH MOLECULE SIMULATION ASSISTED TO IMPROVE INTERLEVEL TRANSLATION REPRESENTATION ABILITY ON ACID-BASE TITRATION MATERIALS

BY

BERLIANA GITA NURANI PERTIWI

This study aims to describe the effectiveness of molecular simulation-assisted discovery learning to improve the translation ability of representation between levels in acid-base titration material and to describe the profile of translation ability of representation between levels of chemistry students. The population of this study were students of class XI IPA at SMAN 3 Bandarlampung for the 2022/2023 academic year. This study used a quasi experimental method with a purposive sampling technique and the samples in this study were class XI IPA 4 as the experimental class and XI IPA 3 as the experimental class.

The data analysis technique used is the two mean difference test with the Mann Whitney U test. The result showed that the average n-gain of translation ability between levels of student representation in the class that applied discovery learning assisted by molecular simulations was 0.77 which was in the high category, while in the class where discovery learning was 0.58 which was in the medium category. The results of the Mann Whitney U test showed that the average n-gain value for the class using the discovery model assisted by molecular simulations was higher than the class without the assistance of molecular simulations. Based on the results of the research, it can be concluded that the discovery learning model assisted by molecular simulations is effective for increasing the translation ability between levels of student representation.

Keywords: Translation ability between levels of representation, titration, discovery learning model, molecular simulations

**EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN *DISCOVERY* BERBANTUAN
SIMULASI MOLEKUL UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN TRANSLASI ANTARLEVEL
REPRESENTASI PADA MATERI
TITRASI ASAM-BASA**

Oleh

BERLIANA GITA NURANI PERTIWI

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 TITRASI ASAM-BASA**

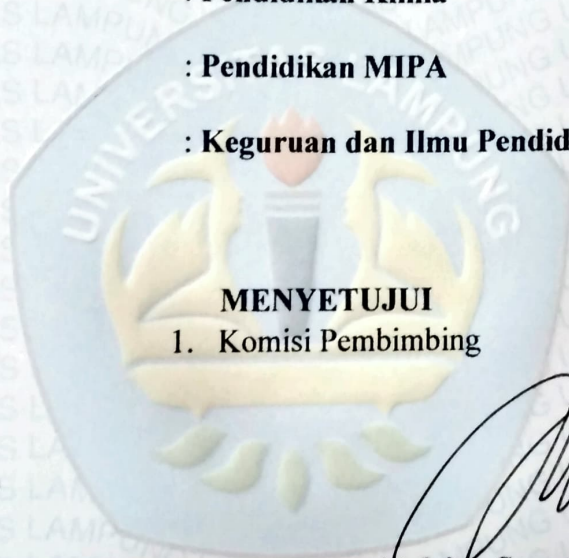
Nama Mahasiswa : **Berfiana Gita Nurani Pertiwi**

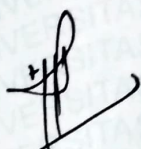
Nomor Pokok Mahasiswa : **1913023017**


Program Studi : **Pendidikan Kimia**

Jurusan : **Pendidikan MIPA**

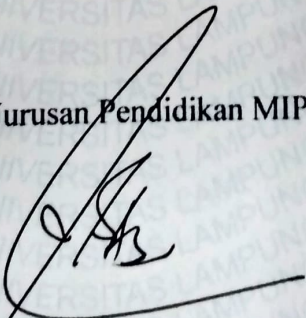
Fakultas : **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**




Lisa Tania, S.Pd., M.Sc.
NIP 198607282008122001


Andrian Saputra, S.Pd., M.Sc.
NIP 19901206 201912 1 001

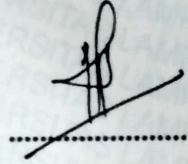
2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA


Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd.
NIP 19600301 198503 1 003

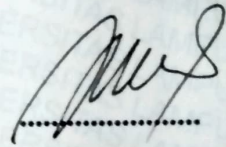
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

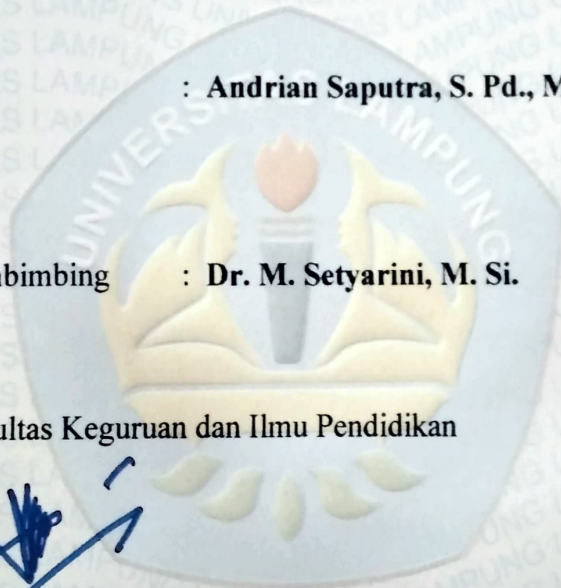
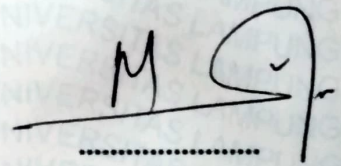
Ketua : **Lisa Tania, S.Pd., M.Sc.**



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



Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. M. Setyarini, M. Si.**



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 4 Agustus 2023

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Berliana Gita Nurani Pertiwi
Nomor Pokok Mahasiswa : 1913023017
Program Studi : Pendidikan Kimia
Jurusan : Pendidikan MIPA

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa skripsi saya yang berjudul “Efektivitas Pembelajaran *Discovery* Berbantuan Simulasi Molekul untuk Meningkatkan Kemampuan Translasi Antarlevel Representasi pada Materi Titrasi

Asam-Basa”, baik gagasan, data, maupun pembahasannya adalah benar karya saya sendiri yang saya susun dengan mengikuti norma dan etika akademik.

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

Bandarlampung, 29 Juni 2023

Menyatakan



Berliana Gita Nurani Pertiwi
NPM 1913023017

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandarlampung pada 20 Agustus 2001 sebagai anak pertama dari dua bersaudara dari bapak Masduki, S.Si., M.Ak dan ibu Dra. Sugiarti. Penulis menempuh pendidikan sekolah dasar di SDIT Muhammadiyah Gunung Terang, dan lulus pada tahun 2013. Pendidikan menengah pertama ditempuh di SMPN 2 Bandarlampung pada tahun 2013 dan lulus pada tahun 2016. Penulis menempuh pendidikan menengah atas di SMAN 3 Bandarlampung dan lulus pada tahun 2019.

Pada tahun 2019 penulis terdaftar sebagai mahasiswa S1 di Prodi Pendidikan Kimia Universitas Lampung. Penulis telah melaksanakan KKN di Desa Way Tataan, Kecamatan Tanjung Karang Timur pada tahun 2021 dan melakukan PLP di SMPN 27 Bandarlampung pada periode yang sama. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi Asisten Praktikum Senyawa Alkana dan Turunannya pada tahun 2022, Asisten Praktikum Kinetika Kimia pada tahun 2023, dan Teknisi Laboratorium pada tahun 2022 dan 2023. Penulis juga aktif dalam kepanitiaan berbagai acara seperti: MC, moderator, dan ketua pelaksana di Prodi Pendidikan kimia pada tahun 2021-2023 dan menjadi anggota Tim Prodi pada tahun 2022-2023. Mulai tahun 2021, penulis aktif menjadi tutor bidang Kimia dan IPA untuk siswa.

PERSEMBAHAN

Karya ini kupersembahkan untuk :

Kedua orang tuaku tersayang (Bapak Masduki dan Ibu Sugiarti) yang selalu bersabar dan memberikan semangat serta dukungan agar aku, sebagai anak sulung dapat berhasil dan menjadi contoh yang baik bagi adikku. Dan adikku tersayang yang selalu berusaha menghibur ku dengan caramu sendiri dan seringkali berhasil menjadi tempat curhat terbaik.

Terimakasih untuk seluruh dukungan dan kepercayaan ibu, bapak dan adik pada pundakku yang kecil ini, aku akan berusaha sekuat mungkin dan tidak akan mengecewakan harapan-harapan besar kalian.

MOTTO

“Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”

QS. Al-Insyiroh : 6

“Setiap manusia punya jalan dan waktunya masing-masing. Yakinlah bahwa waktu dan jalan yang sudah digariskan Tuhan untukmu selalu yang terbaik, jadi pastikan kamu mengusahakan dan menjemputnya.”

“Hidup itu seperti bersepeda. Kalau kamu ingin menjaga keseimbanganmu, kamu harus terus bergerak maju.” – Albert Einstein

SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT karena atas rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Efektivitas Pembelajaran *Discovery* Berbantuan Simulasi Molekul untuk Meningkatkan Kemampuan Translasi Antarlevel Reperesentasi pada Materi Titrasi Asam-Basa” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan di Universitas Lampung. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Sunyono, M.Si., selaku Dekan FKIP Unila
2. Bapak Prof. Dr. Undang Rosyidin, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
3. Ibu Lisa Tania, S.Pd., M.Sc., selaku Kepala Program Studi Pendidikan Kimia, sekaligus dosen pembimbing utama dan pembimbing akademik atas kesediannya untuk memberikan bimbingan, saran, kritik dan motivasi dalam penyusunan skripsi dan perkuliahan penulis.
4. Bapak Andrian Saputra, S.Pd., M.Sc., selaku dosen pembimbing kedua atas kesediannya untuk memberikan bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini.
5. Ibu Dr. Marina Setyorini, M.Si., selaku dosen pembahas atas kritik, saran, motivasi, dan dukungannya dalam pembuatan skripsi.
6. Dosen-dosen Program Studi Pendidikan Kimia dan segenap civitas akademik Jurusan Pendidikan MIPA
7. Kepala sekolah SMA Negeri 3 Bandarlampung, ibu Tri Winarsih dan ibu Defy Perdinasari, S.Pd. selaku guru pamong dan guru kimia saya sewaktu SMA.
8. Ayahanda dan ibunda yang sangat saya cintai dan hormati, bapak Masduki, S.Si., M.Ak. dan ibu Dra. Sugiarti berkat doa, cinta kasih,

dukungan dan motivasi yang selalu diberikan kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan studi S1 di Pendidikan Kimia Universitas Lampung.

9. Adikku tersayang Muhammad Iqbal Cakra Jenar Virgiantoro yang selalu memberikan dukungan, masukan dan tempat bercerita yang baik.
10. Saudara-saudara sepupuku Agsha Intan Aulia, Kwinny Intan Filya, Najwa Intan Azkana, yang selalu memberikan dukungan, motivasi untuk maju dan segera menyelesaikan skripsi, serta penyemangat dan penghibur dikala saya mulai kehilangan semangat.
11. Sahabatku Ely Indriya Ningsih yang selalu menjadi tempat bersandar, diskusi dan rumah bagiku sejak duduk di bangku SMA hingga saat ini.
12. Kakak, tutor, sekaligus temanku Ken Ayu Windy W. yang selalu bersemangat, memberikan motivasi, saran dan masukan untukku sehingga aku bisa menyelesaikan skripsi ini.
13. Teman-teman satu tim skripsiku, Khofifah Ghaldha dan Fitri Purnama Sari, serta teman-teman kelas A dan kelas B angkatan 2019 yang sama-sama berjuang selama perkuliahan dan penyusunan skripsi.
14. Semua pihak-pihak yang terlibat selama penulisan skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu.

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvii
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian	5
E. Ruang Lingkup	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Representasi Kimia	7
B. Pembelajaran Kimia Berbantuan Simulasi	9
C. Pembelajaran	13
D. Penelitian Relevan	14
E. Kerangka Berpikir	16
F. Anggapan Dasar	17
G. Hipotesis	17
III. METODELOGI PENELITIAN	18
A. Populasi dan Sampel Penelitian	18
B. Desain Penelitian	18
C. Variabel Penelitian	19
D. Perangkat Pembelajaran dan Instrumen Penilaian	19

E. Prosedur Pelaksanaan Penelitian	20
F. Analisis Data	22
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	30
A. Tahap Persiapan Penelitian.....	30
B. Tahap Pelaksanaan Penelitian	32
C. Tahap Akhir Penelitian	43
V. SIMPULAN DAN SARAN	55
A. Simpulan	55
B. Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	52
1. Analisis Ki dan Kd	62
2. Silabus	70
3. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran	77
4. Lembar Kerja Peserta Didik	94
5. Kisi-Kisi Soal Pretes dan Postes	116
6. Rubrik Penilaian Pretes dan Postes	106
7. Soal Pretes-Postes Titrasi Asam-Basa	125
8. Lembar Observasi / Penilaian Kemampuan Guru Dalam Pengelolaan Pembelajaran Kimia dengan Model Pembelajaran <i>Discovery</i>	129
9. Hasil Observasi Kemampuan Guru Mengelola Pembelajaran	132
10. Data Pemeriksaan Jawaban Siswa	143
11. Data Pengkategorian Nilai Postes-Pretes	151
12. Output Data Spss	154
13. Sampel Jawaban Postes Siswa	157

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tiga Level Representasi Kimia Menurut Johnstone.....	7
2. Tampilan awal simulasi The Connected Chemistry Curriculum (CCC)	10
3. Simulasi Titrasi Asam Kuat-Basa Kuat	11
4. Simulasi Titrasi Asam Kuat-Basa Lemah	11
5. Simulasi Titrasi Asam Lemah-Basa Kuat	11
6. Tampilan halaman awal pada asimulasi PhET	12
7. Tampilan Simulasi Skala Section Mikro pada Air	13
8. Tampilan Simulasi Skala Section Mikro pada Asam Baterai	13
9. Alur Penelitian	22
10. Simulasi set 1,2 dan 3 The CCC yang digunakan dalam penelitian	31
11. Simulasi skala Ph pada PhET	32
12. Jawaban siswa untuk pertanyaan nomor 1- 4	36
13. Jawaban siswa pada soal nomor 6 LKPD 2 untuk setiap set simulasi	37
14. Jawaban siswa pada soal nomor 5 dan 7 set 1 (titrasi HCl + NaOH)	38
15. Jawaban siswa pada soal nomor 5 dan 7 set 2 (titrasi NH ₃ + HCl)	39
16. Jawaban siswa pada soal nomor 5 dan 7 set 3 (titrasi HF + NaOH)	40
17. Kesimpulan oleh siswa pada LKPD 2	41
18. Rata-rata persentase keterlaksanaan model pembelajaran discovery berbantuan simulasi molekul	42
19. Rata-rata nilai postes kelas eksperimen dan kontrol	43
20. Rata-rata kemampuan translasi antarlevel representasi siswa kelas kontrol dan eksperimen pada tiap indikator	44
21. Sebaran n-gain siswa kelas eksperimen dan kontrol	45
22. Profil kemampuan translasi antarlevel representasi pada kelas eksperimen dan kontrol.....	47
23. Contoh jawaban siswa kelas eksperimen pada nomor 1, sebelum diberi perlakuan(a) dan setelah diberi perlakuan(b)	48
24. Contoh jawaban siswa kelas eksperimen pada nomor 3a sebelum diberi perlakuan(a) dan setelah diberi perlakuan(b)	49
25. Contoh jawaban siswa kelas eksperimen pada nomor 3b sebelum diberi perlakuan(a) dan sesudah diberi perlakuan(b)	50
26. Contoh jawaban siswa kontrol untuk soal nomor 3a dan 3b pada postes	51

27. Contoh jawaban siswa kelas eksperimen pada nomor 2a, sebelum diberi perlakuan(a) dan sesudah diberi perlakuan(b) 46
28. Contoh jawaban siswa kelas eksperimen pada nomor 3C sebelum diberi perlakuan(a) dan sesudah diberi perlakuan(b) 47

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Penelitian Relevan	15
2. Langkah-Langkah Penelitian	18
3. Klasifikasi n-gain	21
4. Skala kategori kemampuan siswa	24
5. Uji normalitas dan homogenitas terhadap nilai pretes kelas eksperimen dan kontrol	33
6. Hasil uji normalitas dan homogenitas n-gain	46

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Ilmu kimia seringkali dianggap sulit dibandingkan dengan ilmu bidang sains lainnya. Hal ini disebabkan karena ilmu kimia memiliki perbendaharaan kata yang khusus (Chang, 2003), memiliki sifat abstrak dan kompleks (Gabel, 1999; Nakhleh, 1992) sehingga membutuhkan pemahaman yang mendalam saat mempelajarinya. Kesulitan ini dirasakan bukan hanya oleh pelajar SMA saja, namun juga oleh mahasiswa (Sirhan, 2007). Beberapa kesulitan yang dihadapi siswa dalam mempelajari kimia adalah siswa belum memahami cara belajar, kesulitan dalam menghubungkan konsep, dan memerlukan kemampuan untuk menerapkan logika, matematika, serta kemampuan bahasa (Zakiyah *et al.*, 2018). Selain itu, kebanyakan konsep kimia yang ditemukan dalam kehidupan bersifat makro (dapat diobservasi). Sedangkan untuk memahami kimia secara utuh, diperlukan interpretasi dari segi submikro (Johnstone, 2000) atau dengan kata lain, konsep-konsep kimia perlu direpresentasikan (Kozma dan Russell, 2005).

Ilmu kimia terbagi ke dalam tiga level representasi yang saling berhubungan antara satu sama lain (kemudian dikenal sebagai segitiga representasi) yakni level makroskopik terdiri dari fenomena kimia yang terlihat, dapat disentuh, rasa, ataupun cium aromanya; level submikroskopik berupa atom, molekul, ion dan struktur-struktur lain; dan level simbolik berupa rumus-rumus, persamaan kimia, molaritas, grafik serta perhitungan matematis dimana ketiga level representasi tersebut mempunyai kedudukan yang sama (Johnstone, 1991; 1993; 2000). Artinya, tiap level melengkapi level yang lainnya. Dalam mempelajari suatu konsep kimia, konstruksi mental pada ketiga level representasi harus dilibatkan

(Cheng dan Gilbert, 2009 dan Johnstone, 1993). Oleh karenanya kompetensi representasional harus dimiliki oleh siswa. Kompetensi representasional dapat diartikan sebagai kemampuan siswa dalam menginterpretasi dan menggunakan representasi. Hal ini tentunya sangat penting karena jika siswa tidak memiliki kompetensi representasional yang cukup, siswa akan mengalami kesulitan dalam memahami konsep dan akan mengganggu pembelajaran kimia seterusnya (Sim dan Daniel, 2014).

Salah satu kemampuan (*skill*) yang merupakan inti kurikulum substantif (penting) dalam kompetensi representasional kimia adalah kemampuan translasi antarlevel representasi kimia. Translasi antarlevel representasi merupakan sebuah kegiatan pemrosesan informasi yang membutuhkan pengetahuan dan pemahaman mengenai konsep suatu pokok bahasan (Keig dan Rubba, 1993). Umumnya, siswa merasa kesulitan ketika mentranslasikan satu level representasi ke level lainnya (Devetidak, 2004; Chittleborough dan Tregust, 2007). Akan tetapi, guru mata pelajaran kimia seringkali kurang memberikan cukup perhatian untuk menjelaskan transisi ini (Dori dan Hameiri, 2003).

Pembelajaran kimia di sekolah pun kebanyakan hanya menyentuh tingkat makroskopik dan simbolik saja tanpa melibatkan tingkat molekuler yang pada akhirnya menyebabkan siswa kesulitan dalam memahami konsep kimia secara utuh (Nakhleh, 1993). Hal ini diperkuat dengan hasil observasi yang dilakukan terhadap guru kimia kelas 11 di SMAN 3 Bandar Lampung. Nilai rata-rata ujian siswa pada materi titrasi adalah 55,15 dimana KKM (Kriteria Ketuntasan Minimal) siswa adalah 76. Metode yang digunakan guru dalam mengajarkan materi titrasi adalah, diskusi dan praktikum di laboratorium. Guru juga sudah pernah menggunakan model pembelajaran *discovery*. Namun, dapat dilihat bahwa penggunaan model *discovery* tersebut belum efektif apabila ditinjau dari nilai rata-rata yang telah diuraikan. Materi titrasi merupakan salah satu materi yang kompleks, yang membutuhkan menguasai konsep-konsep sebelumnya seperti hidrolisis, asam-basa dan larutan penyangga. Sehingga materi ini tidak bisa dipahami dengan maksimal hanya dengan menghafal, mengerjakan soal-soal dan bahkan percobaan di laboratorium. Dalam hal ini, pembelajaran dengan representasi submikroskopik sangat dibutuhkan. Artinya, siswa harus bisa

mentranslasikan level makroskopik (hasil percobaan laboratorium), simbolik (persamaan kimia dan perhitungan pH titrasi) serta submikroskopik (pergerakan dan keadaan molekulmolekul H_2O , H_3O^+ , OH^- serta molekul lainnya ketika titrasi dilakukan, dihentikan dan sebelum dilakukan).

Representasi kimia apabila ditinjau berdasarkan dinamika molekulnya, terbagi menjadi representasi statis dan dinamis (Ainsworth dan VanLabeke, 2004). Representasi statis hanya dapat memaparkan informasi secara implisit sehingga tidak dapat menunjukkan dinamika, interaksi partikel (Chiu dan Linn, 2014) dan kompleksitas dari sebuah molekul (Rundgren dan Tibell, 2009) serta dianggap dapat membebani proses kognitif pembelajar (Fong, 2013). Sementara itu, representasi dinamis dapat menyampaikan informasi dengan lebih jelas dan kaya, terutama jika berhubungan dengan level mikro sehingga dapat memberikan gambaran eksplisit mengenai suatu konsep maupun proses abstrak yang akhirnya mempermudah proses kognitif (Morrison et al., 2000; Ryoo dan Linn, 2014; Schnotz dan Rasch, 2005; Mayer et al., 2005; Kabapınar, 2009).

Representasi dinamis yang salah satu bentuknya adalah simulasi, telah digunakan dalam berbagai penelitian. Beberapa penelitian mengungkapkan bahwa pembelajaran berbantuan simulasi dinamika molekul dapat meningkatkan hasil belajar siswa, seperti penelitian yang dilakukan oleh (Correia et al., 2018; Nuraida et al., 2021; Stieff, 2019; Stieff et al., 2011; Tania & Saputra, 2022; Watson et al., 2020) menghasilkan kesimpulan bahwa penggunaan media simulasi berbasis representasi kimia dapat meningkatkan kemampuan representasi siswa, hal ini terlihat dari adanya peningkatan nilai siswa serta aktivitas dan sikap siswa yang menjadi lebih baik. Namun, penelitian yang dilakukan oleh Suyatna (2017) membuktikan bahwa tidak semua materi cocok diajarkan menggunakan simulasi. Materi yang cocok untuk dipelajari menggunakan simulasi adalah materi yang kompleks, makin kompleks suatu materi, maka animasi ataupun molekular dinamik akan semakin berguna (Weiss et al., 2002). Oleh karena itu, pemilihan materi tirasi asam-basa dirasa sesuai karena kompleksitas konsep-konsep di dalamnya. Untuk mengatasi hal tersebut, dibutuhkan suatu teori belajar yang sesuai untuk pembelajaran kimia dalam rangka meningkatkan kemampuan representasi menggunakan simulasi. Teori tersebut adalah teori belajar

konstruktivisme. Teori ini menekankan pada perkembangan konsep dan pemahaman yang mendalam dimana pengetahuan dikonstruksi –dibangun sendiri secara aktif oleh siswa (Sunyono, 2020). Salah satu model pembelajaran yang disusun berdasarkan teori belajar konstruktivisme adalah model pembelajaran. Pada model pembelajaran, siswa diberi kesempatan untuk menyingkap suatu masalah dan menemukan solusinya berdasarkan hasil pengolahan informasi yang ditelusuri sendiri oleh siswa sehingga pada akhirnya siswa mendapatkan pengetahuan baru yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah yang relevan dalam kehidupan sehari-hari (Kemendikbud, 2017).

Berdasarkan hasil observasi yang telah diuraikan sebelumnya, guru sudah pernah menerapkan model pembelajaran *discovery* ketika mengajarkan materi titrasi asam-basa namun, hasilnya belum maksimal. Konsep-konsep yang ada pada materi titrasi asam-basa memerlukan sebuah media visualisasi berupa simulasi yang dapat membantu siswa dalam merepresentasikan molekul-molekul yang ada pada level submikroskopik dan memvisualisasikan hal-hal abstrak yang terdapat pada materi tersebut. Untuk itu, salah satu langkah yang dapat membantu dalam permasalahan ini adalah dengan menerapkan pembelajaran berbantuan simulasi molekul. Pembelajaran yang dimaksud disini adalah pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul. Berdasarkan pertimbangan dari uraian tersebut, maka dipandang perlu dilakukan suatu penelitian yang berjudul **“Efektivitas Pembelajaran *Discovery* Berbantuan Simulasi Molekul untuk Meningkatkan Kemampuan Translasi Antarlevel Representasi pada Materi Titrasi Asam Basa”**.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana efektivitas model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul untuk meningkatkan kemampuan translasi antarlevel representasi pada materi titrasi asam-basa?

2. Bagaimana profil kemampuan translasi antarlevel representasi kimia siswa setelah diberikan perlakuan?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan dilakukannya dari penelitian ini yaitu:

1. Mendeskripsikan efektivitas model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul untuk meningkatkan kemampuan translasi antarlevel representasi kimia pada materi titrasi asam-basa.
2. Mendeskripsikan profil kemampuan translasi antarlevel representasi siswa setelah diberikan perlakuan.

D. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yaitu:

1. Siswa

Simulasi molekul yang digunakan dalam penelitian ini dapat membantu siswa sebagai media pembelajaran dalam memahami konsep titrasi asam-basa serta melatih kemampuan translasi antarlevel representasi kimia siswa.

2. Guru

Simulasi molekul yang digunakan dalam penelitian ini dapat dijadikan media pembelajaran oleh guru sehingga mempermudah dalam memvisualisasikan dan mengatasi kesulitan pembelajaran pada materi titrasi asam-basa.

3. Sekolah

Menjadi informasi dan sumbangan pemikiran dalam upaya meningkatkan mutu pembelajaran kimia di sekolah khususnya pada materi titrasi asam-basa.

E. Ruang Lingkup

Untuk menghindari perbedaan tafsiran terhadap istilah-istilah yang digunakan, maka perlu dikembangkan beberapa istilah sebagai berikut:

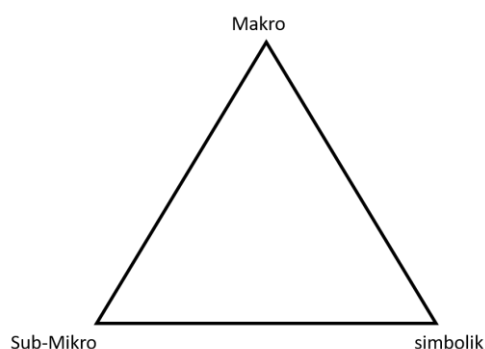
1. Pembelajaran berbantuan simulasi molekul dikatakan efektif apabila n-gain rata-rata kelas eksperimen minimal berkategori sedang dan terdapat perbedaan n-gain rata-rata yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.
2. Model pembelajaran yang digunakan pada penelitian ini adalah model pembelajaran berbantuan simulasi molekul dengan tahap-tahap pelaksanaan berdasarkan Kemendikbud (2017) yaitu, stimulasi (*stimulation*), identifikasi masalah (*problem statement*), pengumpulan data (*data collection*), pengolahan data (*data processing*), pembuktian (*verification*) dan kesimpulan (*generalization*).
3. Penelitian ini menggunakan simulasi yang berasal dari *The CCC (The Connected Chemistry Curriculum)* yang dapat diakses melalui <https://www.connchem.org> dan *PhET (Physics Education Technology)* yang dapat diakses melalui <https://phet.colorado.edu/>.
4. Cakupan materi yang dibahas dalam penelitian ini adalah titrasi asam-basa.
5. Indikator kemampuan translasi antarlevel representasi pada penelitian ini mengacu pada Kozma (2005), yakni membuat koneksi di antara berbagai representasi, memetakan fitur representasi ke representasi yang lain dan menjelaskan hubungan di antara berbagai representasi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Representasi Kimia

Menurut KBBI *online*, representasi memiliki arti perbuatan mewakili; keadaan diwakili; apa yang mewakili; perwakilan. Sementara itu, representasi dalam ranah kimia adalah transformasi simbolis dari realitas, baik dalam bentuk grafis maupun linguistic. Representasi memiliki historisitas (sejarah) dan bersifat artistik serta ilmiah. Proses representasi dalam kimia adalah kode bersama dari subkultur ini (Hoffmann & Laszlo, 1991). Terdapat dua macam representasi yang digunakan kimiawan dalam memahami sebuah fenomena kimia, yaitu representasi mental (internal) –berupa konsep, prinsip maupun model mental yang mencakup pemahaman kimia dari dalam diri dan ekspresi simbolik (eksternal) –berupa gambar, persamaan kimia ataupun grafik (Kozma & Russell, 2005).

Johnstone membagi kimia ke dalam tiga level representasi, yaitu level makroskopik, submikroskopik dan simbolik sebagaimana pada Gambar 1.



Gambar 1. Tiga Level Representasi Kimia Menurut Johnstone

Berdasarkan bentuk-bentuk representasi yang dikemukakan oleh Johnstone, representasi makroskopik adalah konkret (nyata) dan sesuai dengan objek kimia

yang dapat diamati (kemungkinan dapat teramati pada kehidupan sehari-hari maupun fenomena kimia melalui eksperimen di laboratorium). Level Submikroskopik digunakan ketika menggambarkan apa yang diamati pada level makroskopik sebagai pergerakan elektron, molekul, partikel, atau atom. Entitas submikroskopik adalah nyata (keberadaannya nyata) namun dikarenakan ukurannya terlalu kecil dan tidak dapat diobservasi, kimiawan menggunakan menggunakan representasi simbolik untuk membangun konstruksi mental (Treagust *et al.*, 2003). Level Simbolis, yaitu representasi secara kualitatif dan kuantitatif (A. H. Johnstone, 1993). Level simbolik menggambarkan fenomena kimia dan makroskopik dengan menggunakan persamaan kimia, persamaan matematika, grafik, mekanisme reaksi, analogi, dan model kit (A. H. Johnstone, 2000). Level simbolis juga berperan sebagai penghubung antara level makroskopis dan level submikroskopis (Treagust, 2009).

Kemampuan representasi kimia merujuk pada kemampuan yang dimiliki seseorang ketika ia dapat secara reflektif menggunakan berbagai representasi atau visualisasi, menyatukannya bersama, berpikir, mengkomunikasikan, dan beraksi terhadap suatu fenomena kimia, persepsi entitas fisik dan proses (Kozma & Russell, 2005).

Tujuh kemampuan (*skills*) dalam pembelajaran representasi menurut Kozma & Russell (2005), yaitu (1) Kemampuan menggunakan representasi untuk menggambarkan fenomena kimia yang dapat diamati (dalam hal entitas dan proses molekuler yang mendasarinya) (2) kemampuan untuk menggunakan representasi dalam menghasilkan sebuah penjabaran (penjelasan) (3) kemampuan menginterpretasi makna dari sebuah representasi kimia (4) kemampuan mentranslasi antar representasi dalam satu level yang sama (5) kemampuan mentranslasi antar representasi pada lintas level yang berbeda (6) kemampuan menghubungkan antara representasi-representasi dan konsep-konsep yang ada (7) kemampuan membuat batasan posisi pada representasi yang sesuai namun berbeda dari fenomena yang telah diobservasi.

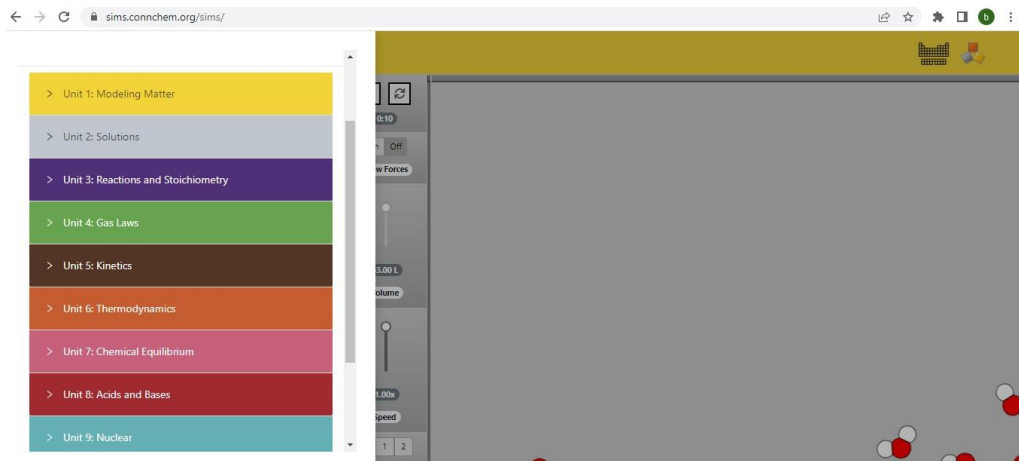
Kemampuan translasi merujuk pada kemampuan siswa dalam menginterpretasikan suatu representasi dengan cara memperoleh informasi yang sesuai dan berpindah dari satu representasi ke representasi yang lain pada konsep yang sama. Siswa mentranslasi antar representasi dengan cara menyediakan representasi lain untuk menyampaikan informasi yang sama atau dengan mengidentifikasi persamaan dan perbedaan informasi yang terkandung dalam suatu representasi (Heitzman dan Krajcik, 2005).

Indikator tercapainya kemampuan translasi antarlevel representasi antarlevel representasi kimia diantaranya menjelaskan hubungan diantara berbagai representasi, membuat koneksi diantara berbagai representasi, memetakan satu jenis representasi ke jenis representasi yang lain (Kozma,2005).

B. Pembelajaran Kimia Berbantuan Simulasi

Penggunaan simulasi dalam pembelajaran dapat memepermudah siswa dalam memvisualisasikan konsep abstrak pada tingkat partikulat. Sehingga, siswa dapat membuat hubungan konsep antara representasi makroskopik, mikroskopik dan simbolik. Studi penelitian tentang pengaruh simulasi pada pembelajaran kimia menunjukkan bahwa simulasi memberikan efek yang positif terhadap hasil belajar. Menurut Stieff dan Wilensky (2003) simulasi dapat menyajikan gambaran konsep/interaksi pemahaman pada tingkat partikulat (molekuler) tentang fenomena kimia. Sementara itu, Gil & Paiva (2006) berdasarkan hasil penelitiannya melaporkan bahwa penggunaan simulasi dalam menggambarkan proses kimia dapat meningkatkan pemahaman konseptual.

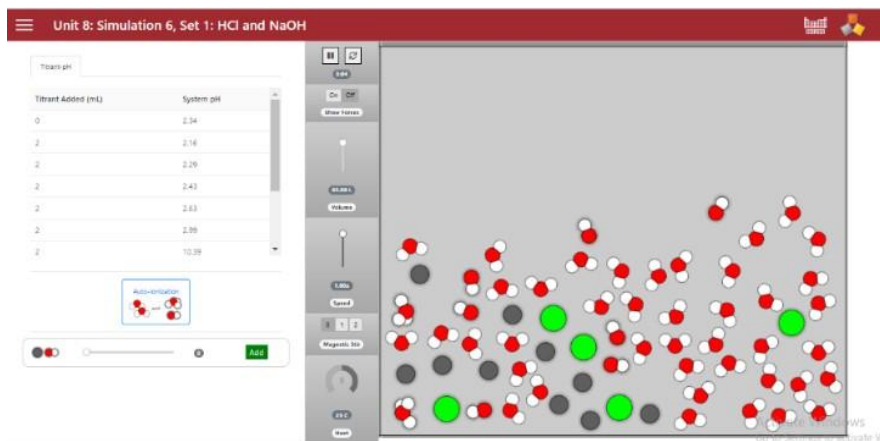
Dalam penelitian ini akan digunakan simulasi, yakni *The Connected Chemistry Curriculum (CCC)* dan *Physics Education Technology (PhET)*. *The Connected Chemistry Curriculum (CCC)* merupakan hasil proyek *the stief lab* dari *the University of Illinois* di Chicago.



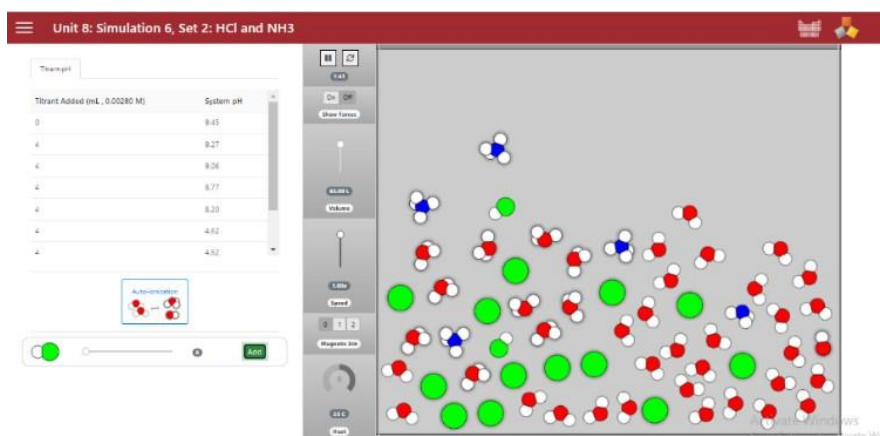
Gambar 2. Tampilan awal simulasi *The Connected Chemistry Curriculum* (CCC).

Simulasi ini menerapkan model ilmiah perilaku partikel yang sesuai dengan usia untuk memberi siswa wawasan tentang dunia molekul dan ion. Selain itu, kalkulasi fisika *real-time* memastikan bahwa perilaku partikel disesuaikan secara akurat dengan model kuantitatif yang diterima dari berbagai fenomena.

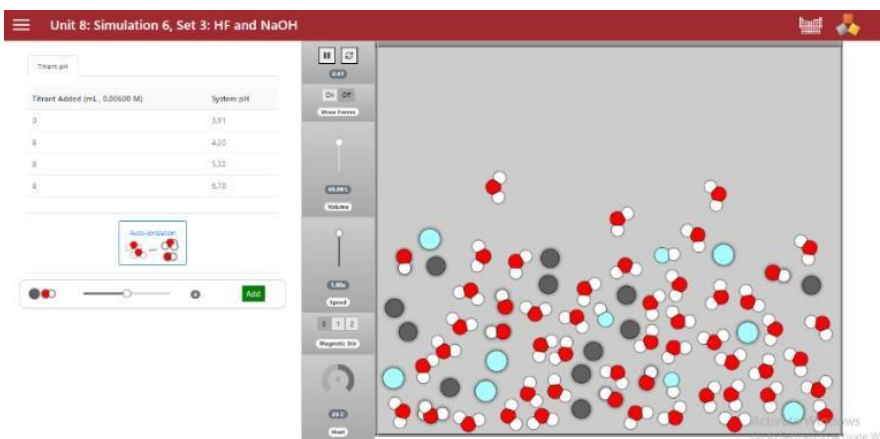
The Connected Chemistry Curriculum (CCC) ini terdiri dari sembilan *unit* simulasi dimana terdapat beberapa simulasi di setiap unitnya. Penelitian ini memanfaatkan simulasi yang terdapat pada *unit* 8 (asam-basa). Dimana pada unit ini terdapat enam simulasi mulai dari teori asam-basa Arrhenius sampai titrasi. Sesuai dengan judul penelitian ini yaitu Efektivitas Pembelajaran *Discovery* Berbantuan Simulasi Molekul untuk Meningkatkan Kemampuan Translasi Antarlevel Representasi Kimia pada Materi Titrasi Asam-Basa maka simulasi yang digunakan adalah simulasi 6 (kurva titrasi). Simulasi 6 terbagi menjadi 3 *set*: *set 1* titrasi asam kuat-basa kuat, *set 2* titrasi asam kuat-basa lemah, dan *set 3* titrasi asam lemah-basa kuat. Pada tiap simulasi terlihat jelas konsentrasi titran, pH larutan, pergerakan molekul, bahkan molekul ketika terionisasi. Sehingga, siswa diharapkan tidak hanya dapat mengamati dan memahami proses titrasi pada level makroskopik dan simbolik saja, tetapi juga sampai level submikroskopik. Terdapat tombol hijau bertuliskan *add* yang dapat digunakan untuk menambah titran. Jumlah titran yang ditambah pun bisa disesuaikan dengan keinginan kita. Seperti pada Gambar 3, 4, dan 5 di bawah ini.



Gambar 3. Simulasi Titrasi Asam Kuat-Basa Kuat.



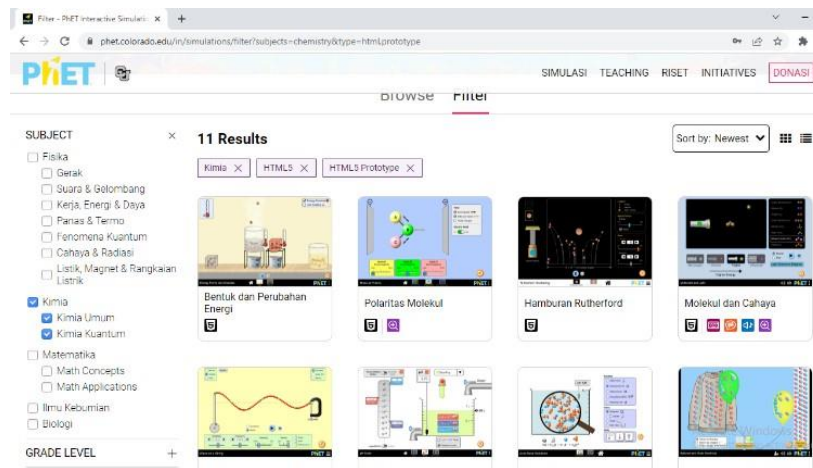
Gambar 4. Simulasi Titrasi Asam Kuat-Basa Lemah.



Gambar 5. Simulasi Titrasi Asam Lemah-Basa Kuat.

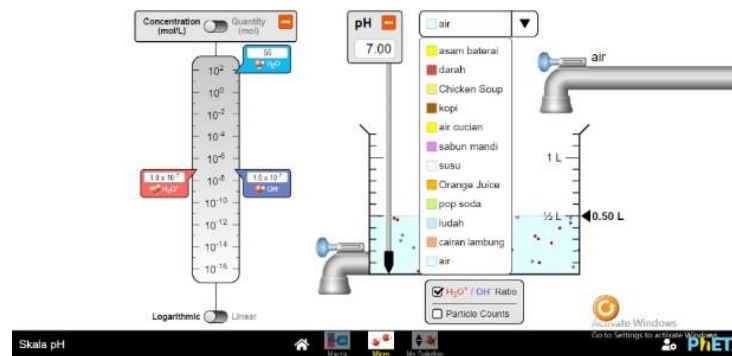
Sementara itu, *Physics Education Technology* (PhET) berisi simulasi-simulasi yang berkaitan dengan konsep-konsep sains. Melalui representasi interaktif, simulasi yang ada memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi fenomena kimia

yang kompleks, misalnya melarutkan dan beberapa representasi, yang mencakup tingkat partikulat, simbolis, dan makroskopik. Alih-alih membutuhkan interpretasi yang akurat dari model visual statis, siswa dapat terlibat dengan dan mendiskusikan sistem dinamis yang memberikan umpan balik yang dirancang khusus untuk mendukung pembelajaran siswa. Simulasi-simulasi yang ada pada website ini, meliputi simulasi fisika, kimia, biologi dan matematika yang mana tiap simulasi sudah terdapat LKPD berbasis pembelajaran inkuiri dan dapat diunduh oleh guru maupun siswa untuk mempermudah penggunaan *website*. Setiap simulasi telah diujikan terlebih dahulu ke siswa. Terdapat banyak sekali tema dalam simulasi, khususnya berkaitan dengan topik kimia seperti asam-basa, bentuk molekul dan sebagainya (Moore *et al.*, 2014).

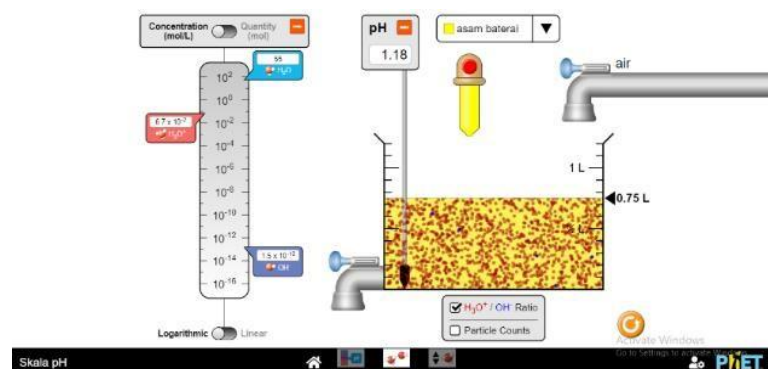


Gambar 6. Tampilan halaman awal pada asimulasi PhET

Simulasi yang digunakan pada penelitian ini adalah simulasi berjudul “skala pH”. Terdapat tiga *section* (bagian) pada simulasi skala pH, makro (siswa hanya dapat mengamati fenomena makroskopis dari konsep asam-basa), mikro (siswa dapat mengamati banyak molekul H_2O , OH^- , dan H_3O^+ pada suatu larutan asam-basa dalam kehidupan sehari-hari) dan *my solution* (siswa dapat berkreasi membuat larutan sendiri dan dapat mengamati bagaimana pH dan molekul-molekul H_2O , OH^- , dan H_3O^+ yang terkandung dalam larutan). Penelitian ini khususnya memanfaatkan *section* mikro seperti pada Gambar 7 dan 8.



Gambar 7. Tampilan Simulasi Skala *Section Mikro* pada Air



Gambar 8. Tampilan Simulasi Skala *Section Mikro* pada Asam Baterai

Pada *section* ini, terdapat tiga belas macam larutan, dan masing-masing larutan dapat diencerkan ataupun dibuat makin pekat dengan cara membuka kran air (untuk menambahkan air) dan membuka kran bawah (untuk mengeluarkan larutan). Siswa dapat mengamati pH, bahkan konsentrasi ion OH^- dan H_3O^+ secara langsung.

C. Pembelajaran

Berdasarkan Kemendikbud (2017), model memberikan kesempatan kepada siswa untuk menyingkap atau mencari tahu tentang suatu permasalahan atau sesuatu yang sebenarnya ada namun belum mengemuka dan menemukan solusinya berdasarkan hasil pengolahan informasi yang dicari dan dikumpulkan sendiri, sehingga siswa memiliki pengetahuan baru yang dapat digunakan dalam memecahkan persoalan yang relevan dalam kehidupan sehari-hari. Alur kegiatan pembelajarannya sebagai berikut:

1. Memberi stimulus (*Stimulation*): guru memberikan stimulus berupa masalah untuk diamati dan disimak siswa melalui kegiatan membaca, mengamati situasi atau melihat gambar, dan lain-lain.
2. Mengidentifikasi masalah (*Problem Statement*): siswa menemukan permasalahan, mencari informasi terkait permasalahan, dan merumuskan masalah.
3. Mengumpulkan data (*Data Collecting*): siswa mencari dan mengumpulkan data/informasi yang dapat digunakan untuk menemukan solusi pemecahan masalah yang dihadapi (mencari atau merumuskan berbagai alternatif pemecahan masalah, terutama jika satu alternatif mengalami kegagalan).
4. Mengolah data (*Data Processing*): siswa mencoba dan mengeksplorasi kemampuan pengetahuan konseptualnya untuk diaplikasikan pada kehidupan nyata (melatih kemampuan berfikir logis dan aplikatif).
5. Memverifikasi (*Verification*): siswa mengecek kebenaran atau keabsahan hasil pengolahan data melalui berbagai kegiatan, atau mencari sumber yang relevan baik dari buku atau media, serta mengasosiasikannya sehingga menjadi suatu kesimpulan.
6. Menyimpulkan (*Generalization*): siswa digiring untuk menggeneralisasikan hasil berupa kesimpulan pada suatu kejadian atau permasalahan yang sedang dikaji.

D. Penelitian Relevan

Beberapa penelitian terkait pembelajaran berbantuan simulasi dinamika molekuler dan efektivitasnya terhadap kemampuan representasi telah dilakukan.

Beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Penelitian Relevan

No.	Peneliti	Judul	Hasil
1.	Stief (2011)	<i>Improving representational competence using molecular simulations embedded in inquiry activities</i>	Hasil penelitian menggambarkan bahwa simulasi the CCC berpotensi meningkatkan prestasi siswa bagi sebagian siswa pada penilaian sumatif pengetahuan.
2.	Stieff (2019)	<i>Improving Learning Outcomes in Secondary Chemistry with VisualizationSupported Inquiry Activities.</i>	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa The CCC memiliki potensi yang signifikan untuk mendukung pengembangan kompetensi representasional mahasiswa di bidang kimia.
3.	Nuraida et.,al (2021)	<i>Using PhET simulation to learning the concept of acidbase</i>	Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa simulasi PHET dapat meningkatkan hasil belajar siswa ke tingkat representasi submikroskopis.
4.	Correia et.,al (2018)	<i>The application of PHET simulation to teach gas behavior on the submicroscopic level: secondary school students' perceptions</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar siswa sekolah menengah yang mengikuti penelitian ini menemukan PHET sebagai cara belajar konsep perilaku gas yang efektif dan efisien.
5.	Lisa Tania & Andrian Saputra (2021)	<i>Molecular Simulation Assisted Learning to Improve Higher Order Thinking</i>	Model pembelajaran discovery berbantuan simulasi molekul efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa pada materi tentang faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia.

E. Kerangka Berpikir

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mendeskripsikan efektivitas model pembelajaran *discovery* berbasis simulasi molekul dalam meningkatkan kemampuan translasi antarlevel representasi kimia pada materi titrasi asam-basa. Model pembelajaran *discovery* bertujuan agar siswa aktif dan dapat memahami pembelajaran. Terdapat enam tahapan dalam model pembelajaran *discovery*: memberi stimulus (*stimulation*), mengidentifikasi masalah (*problem statement*), mengumpulkan data (*data collecting*), mengolah data (*data processing*), memverifikasi (*verification*), menyimpulkan (*generalization*). Tahapan pembelajaran *discovery* yang melatih kemampuan translasi antarlevel representasi pada penelitian ini adalah pada tahap mengolah data dan penarikan kesimpulan.

Tahap pertama *stimulation* (pemberian rangsangan). Pada tahap ini siswa dihadapkan pada permasalahan berupa wacana dan grafik yang menimbulkan kebingungannya pada penelitian ini, masalah yang diberikan pada siswa berkaitan dengan materi titrasi asam basa, kemudian dilanjutkan untuk tidak memberi generalisasi, agar timbul keinginan untuk menyelidiki sendiri. Tahap selanjutnya adalah mengidentifikasi masalah, pada tahap ini siswa diarahkan untuk menemukan permasalahan, dan merumuskan masalah terkait dengan wacana yang sebelumnya telah mereka baca. Tahap ke tiga adalah mengumpulkan data, dimana siswa dibimbing dan diberikan kebebasan untuk mencari dan menemukan solusi dari permasalahan yang di-hadapi. Pada tahap ini siswa dengan arahan guru, mengumpulkan data yang dibutuhkan dengan menggunakan bantuan simulasi molekul. Tahap berikutnya adalah mengolah data, siswa mengeksplorasi pengetahuan konseptualnya berkaitan dengan titrasi asam basa untuk diaplikasikan pada kehidupan nyata. Siswa mulai dilatihkan kemampuan translasi antarlevel representasi khususnya pada indikator memetakan fitur suatu representasi ke representasi lain dan membuat koneksi diantara berbagai representasi dengan kegiatan-kegiatan yang dilakukan pada tahap ini. Selanjutnya adalah tahap verifikasi dimana siswa memeriksa kebenaran data yang telah mereka kumpulkan pada tahap-tahap sebelumnya, melalui berbagai kegiatan

sehingga nantinya diasosiasikan hingga mencapai suatu kesimpulan. Tahap terakhir adalah menyimpulkan, dimana siswa digiring untuk menggeneralisasikan hasil kesimpulan yang telah mereka temukan. Pada tahap ini, siswa dilatihkan salah satu indikator yang ada pada kemampuan translasi antarlevel representasi kimia, yaitu menjelaskan hubungan diantara berbagai representasi dengan menghubungkan berbagai informasi yang telah diperoleh dari berbagai kegiatan yang sudah dilakukan selama pembelajaran berlangsung. .

Berdasarkan uraian dan tahap-tahap di atas penerapan model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul diharapkan dapat meningkatkan kemampuan translasi antarlevel representasi kimia siswa.

F. Anggapan Dasar

Penelitian ini mempunyai anggapan dasar sebagai berikut:

1. Perbedaan n-gain kemampuan translasi antarlevel terjadi karena perbedaan perlakuan pembelajaran, pada kelas eksperimen dan kontrol dimana kelas kontrol menerapkan model pembelajaran *discovery* sementara kelas eksperimen menerapkan model pembelajaran *discovery* dengan berbantuan simulasi molekul.
2. Faktor-faktor lain yang mempengaruhi peningkatan kemampuan translasi antarlevel representasi kimia pada siswa diabaikan.

G. Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, hipotesis dalam penelitian ini yaitu pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul efektif dalam meningkatkan kemampuan translasi antarlevel representasi kimia pada materi titrasi asam-basa.

III. METODELOGI PENELITIAN

A. Populasi dan Sampel Penelitian

Penelitian ini dilakukan di SMAN 3 Bandar Lampung, populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI IPA SMAN 3 Bandar Lampung tahun ajaran 2022/2023 yang terdiri dari 142 siswa dan terbagi dalam 4 kelas. Teknik pemilihan sampel yaitu teknik *purposive sampling* sehingga diperoleh XI IPA 3 sebagai kelas kontrol dan XI IPA 4 sebagai kelas eksperimen.

B. Desain Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode kuasi eksperimen dengan desain penelitian *The Matching-Only Pretest-Postes Control Group Design* (Fraenkel, Wallen, dan Hyun, 2012). Adapun langkah-langkah pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Langkah-Langkah Penelitian

Kelas		Pretes	Perlakuan	Postes
Kontrb	M	O	C	O
Ekspeimen	M	O	X	O

Keterangan :

M : Matching

C : Model pembelajaran *discovery*

X : Perlakuan, model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi dinamika molekul

O : Pretes yang diberikan sebelum pembelajaran

O : Postes yang diberikan setelah pembelajaran

Sebelum pembelajaran, kedua sampel kelas diberikan pretes kemampuan translasi antarlevel representasi (O). Hasil pretes kedua sampel ini kemudian dicocokkan

Dengan cara statistik melalui uji kesamaan dua rata-rata. Pada kelas kontrol digunakan pembelajaran (C). Pada kelas eksperimen diberikan perlakuan berupa model pembelajaran berbantuan simulasi molekul (X). Pada akhir pembelajaran, sampel diberikan postes kemampuan translasi antarlevel representasi (O).

C. Variabel Penelitian

Penelitian ini terdiri atas beberapa variabel. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah model pembelajaran yang digunakan, yakni model pembelajaran pada kelas kontrol dan model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi pada kelas eksperimen. Variabel terikat pada penelitian ini adalah kemampuan translasi antarlevel representasi kimia. Sementara itu, variabel kontrol pada penelitian ini adalah materi titrasi asam-basa.

D. Perangkat Pembelajaran dan Instrumen Penilaian

Perangkat pembelajaran yang digunakan yakni Analisis KI-KD, Silabus pembelajaran kimia sesuai dengan standar kurikulum 2013, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) materi titrasi asam-basa, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis pembelajaran, dan simulasi molekul. Sementara itu instrumen penilaian yang digunakan yakni soal pretes-postes yang berupa soal uraian yang mengukur indikator tercapainya kemampuan translasi, yaitu: menjelaskan hubungan diantara berbagai representasi, membuat koneksi diantara berbagai representasi, dan memetakan satu jenis representasi ke jenis representasi yang lain yang diadaptasi berdasarkan (Gkitzia et al., 2020) serta lembar observasi aktivitas peserta didik pada pembelajaran berbantuan simulasi molekul.

E. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

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

1. Tahap Pendahuluan

- a. Melakukan wawancara untuk memperoleh informasi berupa jumlah keseluruhan kelas XI IPA, data siswa, karakteristik siswa, metode yang digunakan guru untuk mengajar, jadwal pelajaran, serta sarana dan prasarana yang terdapat di sekolah dalam mendukung pelaksanaan penelitian.
- b. Menentukan model pembelajaran yang akan digunakan pada materi Titrasi Asam-Basa, yaitu dengan menggunakan model pembelajaran berbantuan simulasi molekul.
- c. Menentukan populasi dan sampel penelitian
- d. Mempersiapkan dan membuat perangkat maupun instrumen pembelajaran yang akan digunakan seperti silabus, kisi-kisi soal pretes-postes, soal pretes-postes, rubrik pe-ilaian soal pretes-postes, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), lembar aktivitas siswa, lembar observasi keterlaksanaan model pembelajaran berbantuan simulasi molekul dan menyediakan media pembelajaran berbasis simulasi molekul menggunakan *website The Connected Chemistry* pada unit *Titration Curves* dan PhET *Stimulation* bagian *pH Scale*.

2. Tahap Pelaksanaan Penelitian

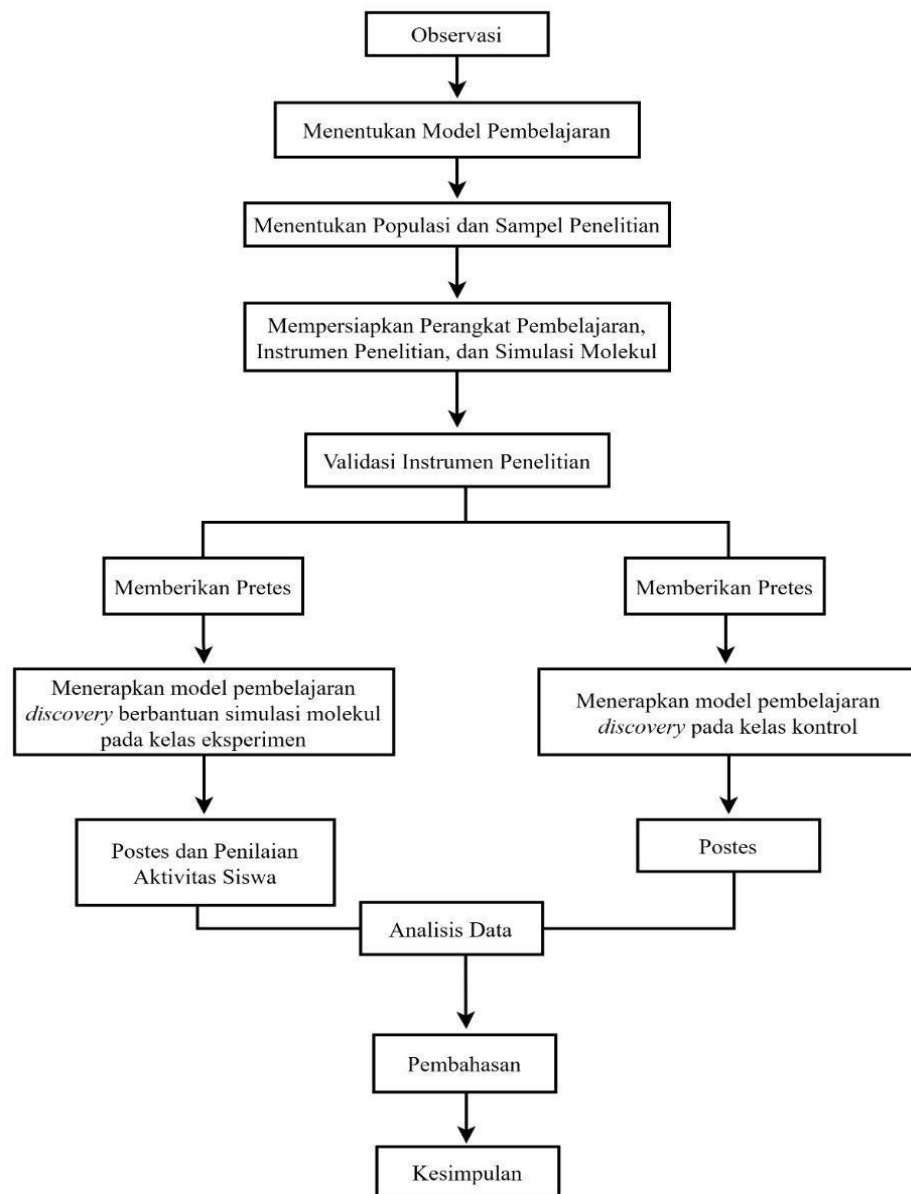
Pada tahap pelaksanaannya, penelitian dilakukan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Adapun urutan prosedur pelaksanaannya sebagai berikut:

- a. Memberikan pretes dengan soal-soal yang sama pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pretes tersebut kemudian dikerjakan oleh siswa untuk mengetahui kemampuan awal translasi antarlevel representasi kimia siswa.
- b. Melaksanakan kegiatan belajar mengajar pada materi titrasi asam-basa sesuai model yang telah ditetapkan, yaitu model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul pada kelas eksperimen dan pembelajaran *discovery* pada kelas kontrol.

- c. Melakukan pengamatan/penilaian terhadap keterlaksanaan model pembelajaran selama pembelajaran berlangsung.
- d. Memberikan postes dengan soal-soal yang sama pada kelas eksperimen dan kelas kontrol untuk mengetahui peningkatan kemampuan translasi antarlevel representasi siswa dan mengukur efektivitas model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul dalam meningkatkan kemampuan translasi antarlevel representasi siswa.

3. Tahap Akhir Penelitian

Langkah-langkah penelitian tersebut dapat dilihat pada Gambar 9



Gambar 9. Alur Penelitian

F. Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini meliputi beberapa tahap diantaranya yaitu:

1. Analisis Validitas

Validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat-tingkat kevalidan atau kesahihan suatu instrumen tes (Arikunto, 2006). Analisis validitas tes

digunakan untuk mengetahui kualitas instrument yang akan digunakan dalam penelitian.

Sebuah instrumen dikatakan valid apabila mampu mengukur apa yang diinginkan.

Untuk itu, perlu dilakukan pengujian terhadap instrumen yang akan digunakan.

Pengujian instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah validitas isi.

Adapun pengujian validitas isi ini dilakukan dengan metode *judgment*. Oleh karena dalam melakukan *judgment* diperlukan ketelitian dan keahlian penilai,

maka peneliti meminta ahli untuk melakukannya. Dalam hal ini dilakukan

oleh dosen pembimbing untuk memvalidasinya. Pengujian ini dilakukan

dengan menelaah kisi-kisi, terutama kesesuaian antara tujuan penelitian, tujuan

pengukuran, indikator, dan butir-butir pertanyaan. Bila di antara unsur-unsur

itu terdapat kesesuaian, maka dapat dinilai bahwa instrument 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 esai dan pilihan ganda yang diberikan kepada siswa. Data

yang sudah diperoleh kemudian dianalisis dengan cara:

a. Perhitungan Nilai Siswa

Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung nilai siswa adalah sebagai

berikut:

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

Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan menggunakan n-Gain yang

selanjutnya akan digunakan pengujian hipotesis.

b. Perhitungan n-Gain

Kemampuan translasi antarlevel representasi ditunjukkan oleh skor yang diperoleh siswa dalam tes (pretes dan postes). Peningkatan kemampuan translasi antarlevel representasi ditunjukkan melalui nilai n-Gain, yaitu selisih antara nilai postes dan pretes. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung n-Gain yaitu sebagai berikut:

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

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:

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

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

Tabel 3. Klasifikasi n-gain

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

c. Uji Hipotesis

Pengujian hipotesis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji perbedaan dua rata-rata. Sebelum dilakukan uji perbedaan dua rata-rata, ada beberapa uji prasyarat, yaitu uji normalitas dan uji homogenitas. Pengolahan data dilakukan dengan bantuan program *SPSS versi 26 for windows*.

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 26 for windows*. Data dikatakan memenuhi asumsi normalitas jika pada *Kolmogorov-Smirnov* nilai $\text{sig.} > 0,05$. Rumusan hipotesis untuk uji ini adalah sebagai berikut:

H_0 : data penelitian berdistribusi normal

H_1 : data penelitian berdistribusi tidak normal

2) Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan untuk memperoleh asumsi bahwa kelas penelitian berasal dari varians yang sama atau homogen, 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 26* dan menggunakan uji *Levene statistics test*. Rumusan hipotesis pada uji ini adalah sebagai berikut :

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

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

Keterangan:

σ_1^2 = varians skor kelas eksperimen

σ_2^2 = varians skor kelas kontrol

Kriteria uji yang digunakan ialah terima H_0 jika $\text{sig.} > 0,05$ dan terima H_1 jika nilai $\text{sig.} < 0,05$. 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 dan uji perbedaan dua rata-rata untuk nilai postes siswa di kelas eksperimen dan kelas kontrol.

3) Uji Kesamaan Dua Rata-rata

Analisis ini dilakukan sebelum perlakuan, untuk mengetahui apakah kemampuan translasi antarlevel representasi kimia siswa di kelas eksperimen samadengan kemampuan translasi antarlevel siswa di kelas kontrol atau untuk memastikan kemampuan awal antara kelas eksperimen dengan kontrol. Sebelum dilakukan uji kesamaan rata-rata, dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas. Untuk data tak terdistribusi normal, 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:

$H_0: \mu A_{1x} = \mu A_2$: Nilai rata-rata pretes kemampuan translasi antarlevel representasi siswa di kelas eksperimen sama dengan nilai rata-rata pretes kemampuan translasi antarlevel siswa di kelas kontrol pada materi titrasi.

$H_1: \mu A_{1x} \neq \mu A_2$: Nilai rata-rata pretes kemampuan translasi antarlevel representasi siswa di kelas eksperimen tidak sama dengan rata-rata nilai pretes kemampuan translasi antarlevel siswa di kelas kontrol pada materi titrasi.

Keterangan:

μHA_1 : Rata-rata nilai pretes kemampuan translasi antarlevel representasi siswa pada kelas eksperimen.

μHA_2 : Rata-rata nilai pretes kemampuan translasi antarlevel representasi siswa pada kelas kontrol.

x : Kemampuan translasi antarlevel representasi.

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

4) Uji Perbedaan Dua Rata-rata

Uji perbedaan dua rata-rata digunakan untuk menentukan seberapa efektif perlakuan terhadap sampel, dengan melihat nilai rata-rata *n-Gain* kemampuan translasi antar-level representasi siswa yang diterapkan model pembelajaran *discovery* sberbantuan simulasi molekul lebih tinggi daripada model pembelajaran tanpa simulasi molekul. Untuk data yang terdistribusi normal dan memiliki varians homogen, maka uji kesamaan dua rata-rata dihitung menggunakan uji *Independent Sample T-Test*. Sementara itu, apabila data tidak berdistribusi normal namun memiliki varians homogen, maka uji kesamaan dua rata-rata dihitung dengan menggunakan uji *Mann Whitney U*. Adapun rumusan hipotesis pada uji ini adalah:

$H_0: \mu A_{1x} \leq \mu A_2$: Nilai rata-rata *n-Gain* kemampuan translasi antarlevel representasi siswa di kelas eksperimen kurang dari atau sama dengan nilai rata-rata *n-Gain* kemampuan translasi antarlevel representasi siswa di kelas kontrol pada materi titrasi.

$H_1: \mu A_{1x} > \mu A_2$: Nilai rata-rata *n-Gain* kemampuan translasi antarlevel representasi siswa di kelas eksperimen lebih besar dari nilai rata-rata *n-Gain* kemampuan translasi antarlevel siswa di kelas kontrol pada materi titrasi.

Keterangan:

μHA_1 : Rata-rata nilai *n-Gain* pada kelas eksperimen
 HA_2 : Rata-rata nilai *n-Gain* pada kelas kontrol
 x : Kemampuan translasi antarlevel representasi

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan uji non parametrik (uji Mann Whitney) karena didapatkan data yang tak terdistribusi normal. Kriteria uji: terima H_0 jika nilai *Asymp.sig (2-tailed)* > 0,05 dan terima H_1 jika nilai *Asymp.sig (2-tailed)* < 0,05 (Sudjana, 2005).

d. Analisis Keterlaksanaan Model Pembelajaran

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

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

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

N

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).

e. Menganalisis Profil Kemampuan Translasi Antarlevel Siswa

Profil kemampuan translasi antarlevel representasi kimia siswa dapat dianalisis dengan cara menentukan kategori kemampuan translasi antarlevel representasi siswa dengan skala sebagai berikut:

Tabel 4. Skala kategori kemampuan siswa

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

(Arikunto, 2009).

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

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

1. Model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul efektif dalam meningkatkan kemampuan translasi antarlevel representasi siswa pada materi titrasi asam-basa.
2. Profil kemampuan translasi antarlevel siswa setelah diberikan perlakuan adalah pada kelas kontrol sebanyak 20% siswa berkategori cukup dan 80% siswa berkategori baik, sedangkan pada kelas eksperimen sebanyak 30% siswa berkategori baik dan 70% lainnya berkategori sangat baik.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada materi titrasi asam-basa, maka disarankan untuk:

1. Terdapat banyak materi yang dapat diakses pada situs *The Connected Chemistry Curriculum* dan *PhET*, khususnya materi-materi yang membutuhkan visualisasi pada tingkat submikroskopik. Oleh karena itu, calon peneliti lain yang tertarik melakukan penelitian mengenai kemampuan translasi antarlevel representasi disarankan memanfaatkan situs-situs tersebut untuk materi kimia yang lainnya. Selain itu, situs *The Connected Chemistry Curriculum* merupakan situs berbayar. Sehingga, bagi calon peneliti lain yang hendak melakukan penelitian dengan model pembelajaran berbantuan

simulasi molekul disarankan dapat mencari aplikasi atau situs alternatif yang sesuai dengan kebutuhan dan materi ajar.

2. Penerapan model pembelajaran berbantuan simulasi molekul membutuhkan waktu yang lama. Sehingga calon peneliti yang tertarik melakukan penelitian serupa hendaknya memperhatikan alokasi waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta : PT. Rineka Cipta.
- Chang, Raymond. 2003. *Kimia Dasar Jilid 1*. Jakarta : Erlangga
- Ainsworth, S., & VanLabeke, N. 2004. Multiple forms of dynamic representation. *Learning and Instruction*, 14(3), 241–255.
- Cheng, M., & Gilbert, J. K. 2009. *Towards a Better Utilization of Diagrams in Research into the Use of Representative Levels in Chemical Education*. 55–73.
- Chiu, J. L., & Linn, M. C. 2014. Supporting Knowledge Integration in Chemistry with a Visualization-Enhanced Inquiry Unit. *Journal of Science Education and Technology*, 23(1), 37–58.
- Correia, A. P., Koehler, N., Thompson, A., & Phye, G. 2018. The application of PhET simulation to teach gas behavior on the submicroscopic level: secondary school students' perceptions. *Research in Science and Technological Education*, 37(2), 193–217.
- 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.
- Fong, S. F. 2013. Effects of segmented animated graphics among students of different spatial ability levels: A cognitive load perspective. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 12(2), 89–96.
- Gabel, D. 1999. Improving Teaching and Learning through Chemistry Education Research: A Look to the Future. *Journal of Chemical Education*, 76(2–4), 548–

- Gkitzia, V., Salta, K., & Tzougraki, C. 2020. Students' competence in translating between different types of chemical representations. *Chemistry Education Research and Practice*, 21(1), 307–330.
- Hake, R. R. 1998. Interactive-engagement versus traditional methods: A sixthousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74.
- 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.
- Hoffmann, B. R., & Laszlo, P. 1991. *Representation In Chemistry*.
- 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.
- Johnstone, A. H. 2000. the Practice of Chemistry Education (Invited Contribution*).
- CHEMISTRY EDUCATION: RESEARCH AND PRACTICE IN EUROPE*
Educ.
Res. Pract. Eur, 1(1), 9–15.
- Keig, P. F., & Rubba, P. A. 1993. Translation of representations of the structure of matter and its relationship to reasoning, gender, spatial reasoning, and specific prior knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(8), 883–903.
- Kozma, R., & Russell, J. 2005. Students Becoming Chemists: Developing Representational Competence. *Visualization in Science Education*, 121–145.
- 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.
- Nakhleh, M. B. 1992. Why some students don't learn chemistry: Chemical misconceptions. *Journal of Chemical Education*, 69(3), 191–196.
- Nuraida, O., Akbar, G. S., Farida, I., & Rahmatullah, S. 2021. Using PhET simulation to learning the concept of acid-base. *Journal of Physics: Conference Series*, 1869(1).

- Rundgren, C. J., & Tibell, L. A. E. 2010. Critical features of visualizations of transport through the cell membrane-an empirical study of upper secondary and tertiary students' meaning-making of a still image and an animation. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(2), 223–246.
- 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.
- Sirhan, G. 2007. Learning Difficulties in Chemistry: An Overview. *Journal of Turkish Science Education*, 4(2), 2–20.
- Stieff, M. 2019. Improving Learning Outcomes in Secondary Chemistry with Visualization-Supported Inquiry Activities. *Journal of Chemical Education*, 96(7), 1300–1307.
- Stieff, M., Hegarty, M., & Deslongchamps, G. 2011. Identifying representational competence with multi-representational displays. *Cognition and Instruction*, 29(1), 123–145.
- 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).
- Tania, L., & Saputra, A. 2022. Jurnal Pendidikan MIPA. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 12(September), 682–689.
- Treagust, D. F., Chittleborough, G., & Mamiala, T. L. 2003. The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1353–1368.
- Watson, S. W., Dubrovskiy, A. V., & Peters, M. L. 2020. Increasing chemistry students' knowledge, confidence, and conceptual understanding of pH using a collaborative computer pH simulation. *Chemistry Education Research and Practice*, 21(2), 528–535.
- weiss, Renee E.; Knowlton, D. S. : M. G. R. 2002. Anabaena circinalis. *Computers in Human Behavior*, 18, 59–66.
- Zakiah, Ibnu, S., & Subandi. 2018. Analisis Dampak Kesulitan Siswa pada Materi Stoikiometri Terhadap Hasil Belajar Termokimia. *EduChemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)*, 3(1), 119–134.
- Nakhleh, M.B., & Mitchell, R.C. 1993. Concept learning versus problem solving: There is a difference. *Journal of Chemical Education*, 70, 190–192.

- Mayer, R. E., Hegarty, M., Mayer, S., & Campbell, J. 2005. When Static Media Promote Active Learning: Annotated Illustrations Versus Narrated Animations in Multimedia Instruction. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 11(4): 256-265.
- Morrison J B, Tversky B, and Betrancourt M. 2000. Animation: Does it facilitate learning In AAAI spring symposium on smart graphHics pp 53-59.
- Ryoo K & Linn M C . 2014. Designing Guidance For Interpreting Dynamic Visualizations: Generating Versus Reading Explanations *Journal of Research in Science Teaching* 51(2) 147-174.
- Treagust, D. F., Chittleborough, G., & Mamiala, T. L. 2003. The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1353–1368.