

**EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN *DISCOVERY* BERBANTUAN
SIMULASI MOLEKUL UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN INTERPRETASI MAKNA
REPRESENTASI KIMIA PADA
MATERI STOIKIOMETRI**

(Skripsi)

**Oleh
DEVI WULANDARI
NPM 1913023025**



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

ABSTRAK

EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN *DISCOVERY* BERBANTUAN SIMULASI MOLEKUL UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN INTERPRETASI MAKNA REPRESENTASI KIMIA PADA MATERI STOIKIOMETRI

Oleh

DEVI WULANDARI

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan efektivitas model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul dalam meningkatkan kemampuan interpretasi makna representasi kimia siswa pada materi stoikiometri dan mendeskripsikan profil kemampuan interpretasi makna representasi kimia setelah perlakuan. Metode dalam penelitian menggunakan desain penelitian *The Matching Only Pretest-Posttest Control Group Design*. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas X IPA di SMA N 2 Metro Tahun Pelajaran 2022/2023. Sampel dalam penelitian ini adalah kelas X IPA 2 sebagai kelas eksperimen dan X IPA 3 sebagai kelas kontrol. Teknik analisis data yang digunakan adalah uji perbedaan dua rata-rata dengan uji t.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata *n-gain* bernilai 0,78 atau berkriteria tinggi di kelas eksperimen. Profil kemampuan interpretasi makna representasi kimia siswa setelah perlakuan menunjukkan sebesar 52% pada kategori sangat baik, 45% baik dan 3% cukup. Hasil uji t menunjukkan nilai rata-rata *n-gain* kemampuan interpretasi makna representasi kimia siswa di kelas eksperimen lebih tinggi dari nilai rata-rata *n-gain* kemampuan interpretasi makna representasi kimia siswa di kelas kontrol pada materi stoikiometri. Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul efektif dalam meningkatkan kemampuan interpretasi makna representasi kimia pada materi stoikiometri

Kata kunci: pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul, stoikiometri, kemampuan interpretasi makna representasi kimia.

ABSTRACT

EFFECTIVENESS OF MOLECULAR SIMULATION-ASSISTED *DISCOVERY LEARNING* TO IMPROVE THE ABILITY TO INTERPRET MEANINGS OF CHEMICAL REPRESENTATIONS ON STOICHIOMETRY

By

DEVI WULANDARI

This study aimed to describe the effectiveness of molecular simulation-assisted *discovery learning* in improving the ability to interpret meanings of chemical representations on stoichiometry and to describe profile of the ability to interpret meanings of chemical representations after treatment. The methods in this research used the matching-only pretest-posttest control group design. The population in this study was all students of X IPA at SMAN 2 Metro in 2022/2023. The sample was X IPA 2 as an experimental class and X IPA 3 as a control class. The data analysis technique used the t-test.

The results showed the average n-gain of students was 0.78 in high criteria in the experimental class. The profile of students' ability to interpret the meaning of chemical representations after treatment showed 52% in the very good category, 45% good and 3% enough. The t-test results showed that the average n-gain of students' ability to interpret the meanings of chemical representations in the experimental class was higher than students' ability to interpret meanings of chemical representations in the control class on stoichiometry. It can be concluded that molecular simulation-assisted discovery learning is effective in improving students' ability to interpret the meanings of chemical representations on stoichiometry

Keyword: molecular simulation-assisted *discovery learning*, ability to interpret the meanings of chemical representations, stoichiometry

**EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN *DISCOVERY* BERBANTUAN
SIMULASI MOLEKUL UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN INTERPRETASI MAKNA
REPRESENTASI KIMIA PADA
MATERI STOIKIOMETRI**

Oleh

DEVI WULANDARI

Skripsi

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

Pada

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



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

Judul Skripsi : **EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN *DISCOVERY* BERBANTUAN SIMULASI MOLEKUL UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN INTERPRETASI MAKNA REPRESENTASI KIMIA PADA MATERI STOIKIOMETRI**

Nama Mahasiswa : **Devi Wulandari**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1913023025**

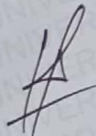
Program Studi : **Pendidikan Kimia**

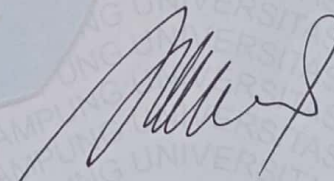
Jurusan : **Pendidikan MIPA**

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

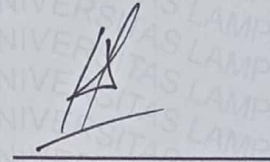
2. **Ketua Jurusan Pendidikan MIPA**


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

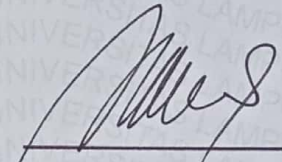
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

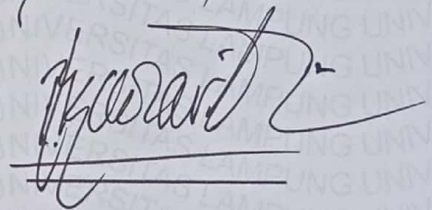
Ketua : Lisa Tania, S.Pd., M.Sc.



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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Devi Wulandari
NPM : 1913023025
Jurusan : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Program Studi : Pendidikan Kimia
Judul Skripsi : Efektivitas Pembelajaran *Discovery* Berbantuan Simulasi Molekul untuk Meningkatkan Kemampuan Interpretasi Makna Representasi Kimia pada Materi Stoikiometri

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah saya yang tertulis dalam bentuk Skripsi sebagaimana disebutkan di atas merupakan hasil karya saya sendiri dan saya bertanggung jawab secara akademis atas apa yang telah saya tulis.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan benar tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun. Apabila dikemudian hari terdapat ketidakbenaran pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Lampung.

Bandarlampung, 03 Agustus 2023
Yang Membuat Pernyataan



Devi Wulandari
NPM 1913023025

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Sukadamai, Natar pada tanggal 26 November 2000, sebagai anak pertama dari tiga bersaudara pasangan Bapak Sarmin dan Ibu Sulistiowati. Pendidikan formal diawali pada tahun 2005 di TK Alquran Sukadamai. Kemudian melanjutkan pendidikan di SD Negeri 4 Sukadamai pada tahun 2007 dan lulus pada tahun 2013. Selanjutnya mengenyam pendidikan di SMP Negeri 1 Kibang dari tahun 2013 hingga lulus pada tahun 2016. Selanjutnya pada tahun 2016 melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 6 Metro dan lulus pada tahun 2019.

Kemudian terdaftar sebagai Mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) pada tahun 2019. Selama menjadi mahasiswa pernah terdaftar dalam organisasi internal kampus yaitu Saintek Unila, Himpunan Mahasiswa Eksakta, dan Forum Mahasiswa Pendidikan Kimia FKIP Unila. Tahun 2022 melaksanakan Program Pengalaman Lapangan di MA Guppi Sragi, Lampung Selatan dan Kuliah Kerja Nyata di Desa Sukapura, Kecamatan Sragi, Lampung Selatan

PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah atas Kehadirat Allah Swt. Rahmat dan karunia-Nya yang tak pernah berhenti sepanjang hidup ini. Penulis diberikan kekuatan, dan kasih sayang dari Allah sehingga dapat menyelesaikan karya tulis ini

Dengan sangat bersyukur, saya persembahkan karya ini untuk orang-orang yang sangat saya cintai:

Bapak dan Mamak, terimakasih atas segala pengorbanan, doa, dukungan dan rasa cinta yang tidak pernah putus selama hidup ini. Semoga selalu diberikan Kesehatan dan kebahagiaan oleh Allah Swt.

Adik-adikku, terimakasih sudah selalu mendoakan dan selalu menghibur dikala lelah.

Sahabat-sahabatku, terimakasih selalu berada disisi pada setiap keadaan, selalu memberikan hiburan dan canda tawa.

Dan almamaterku, Universitas Lampung

MOTTO

“Jangan kamu merasa lemah dan jangan bersedih, sebab kamu paling tinggi derajatnya jika kamu beriman.”

(QS. Ali Imran: 139)

“Allah tidak akan membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(QS. Al Baqarah:286)

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi pula kamu menyukai sesuatu padahal ia amat buruk bagimu, Allah mengetahui sedang kamu tidak mengetahui.”

(QS. Al Baqarah:216)

SANWACANA

Puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Efektivitas Pembelajaran *Discovery* Berbantuan Simulasi Molekul Untuk Meningkatkan Kemampuan Interpretasi Makna Representasi Kimia Pada Materi Stoikiometri” sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana pendidikan di Universitas Lampung. Dalam kesempatan ini 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 sekaligus Pembimbing Akademik dan Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, saran, dan motivasinya dalam penyelesaian skripsi ini;
4. Bapak Andrian Saputra S.Pd., M.Sc., selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, saran, dan motivasinya dalam penyelesaian skripsi ini;
5. Ibu Dra. Nina Kadaritna, M.Si., selaku Pembahas atas masukan dan perbaikan yang telah diberikan;
6. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Pendidikan Kimia dan seluruh staf Jurusan Pendidikan MIPA, FKIP Universitas Lampung, atas ilmu yang telah diberikan;
7. Ibu Siti Munawaroh, S.Pd., selaku guru mata pelajaran kimia SMA N 2 Metro atas bantuan dan kerjasamanya dalam penelitian berlangsung;

8. Keluargaku tercinta, Ibu, Bapak, Adik-adik, dan seluruh keluarga besarku terimakasih atas kasing sayang, doa, dan dukungan dalam menyelesaikan studi di Pendidikan kimia.
9. Tim Skripsiku, Vero dan kak Annisa terimakasih atas kerjasamanya selama ini, dan sahabat-sahabatku tercinta terimakasih atas segala dukungannya.
10. Khofifah Ghalda, terimakasih sudah menjadi teman bertukar pikiran, menyampaikan keluh kesah, dan selalu ada ketika dibutuhkan bantuan. Begitu juga dengan Resti, Visca, Marsela, dan Marsha.
11. Kepada seluruh pihak yang terlibat dalam pembuatan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu

Semoga Allah SWT memberikan balasan atas bantuan dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua

Bandarlampung, 3 Agustus 2023

Penulis,

Devi Wulandari

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan.....	5
D. Manfaat Penelitian.....	5
E. Ruang Lingkup Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Representasi Kimia	7
B. Kemampuan Interpretasi Makna Representasi Kimia.....	8
C. Pembelajaran Kimia berbantuan Simulasi.....	9
D. Pembelajaran <i>Discovery</i>	12
E. Penelitian yang Relevan	14
F. Kerangka Berpikir.....	15
G. Anggapan Dasar	17
I. Hipotesis	17
III. METODE PENELITIAN	18
A. Populasi dan Sampel Penelitian	18
B. Model dan Desain Penelitian.....	18
C. Variabel Penelitian	18
D. Perangkat Pembelajaran dan Instrumen Penelitian	19
E. Prosedur Pelaksanaan Penelitian	22
F. Analisis Data.....	22

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	29
A. Tahap Persiapan Penelitian	29
B. Tahap Penelitian	30
C. Tahap Akhir Penelitian.....	43
V. KESIMPULAN DAN SARAN	59
A. Kesimpulan	59
B. Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN.....	63
Lampiran 1. Analisis KI-KD.....	65
Lampiran 2. Silabus	78
Lampiran 3. RPP Kelas Eksperimen	86
Lampiran 4. RPP Kelas Kontrol.....	99
Lampiran 5. LKPD 1.....	111
Lampiran 6. LKPD 2.....	118
Lampiran 7. Kisi-kisi Soal	125
Lampiran 8. Soal Pretest-Postest.....	128
Lampiran 9. Rubrik Soal Pretest-Postest.....	130
Lampiran 10. Hasil Observasi Kemampuan Guru.....	135
Lampiran 11. Data Pemeriksaan Jawaban Siswa.....	144
Lampiran 12. Daftar Nilai Pretes, Nilai Postes, N-Gain, dan Tingkat Kemampuan Representasi.....	152
Lampiran 13. Hasil Uji SPSS.....	155

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Penelitian relevan terkait pembelajaran kimia dengan simulasi untuk	14
2. Desain penelitian The Matching Only Pretest-Posttest Control Group Design .	18
3. Klasifikasi n-Gain	25
4. Skala Kategori Kemampuan Representasi	27
5. Hasil uji normalitas terhadap nilai pretes kemampuan interpretasi	31
6. Hasil uji homogenitas terhadap nilai pretes kemampuan interpretasi.....	31
7. Hasil Uji normalitas terhadap nilai n-gain Kemampuan Interpretasi.....	47
8. Hasil Uji normalitas terhadap nilai n-gain Kemampuan Interpretasi.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tiga tingkat representasi yang digunakan dalam kimia (Johnstone, 1991)	8
2. Halaman depan <i>Connected Chemistry Curriculum</i>	10
3. Tampilan menu bar pilihan unit materi kimia pada ConnChem	11
4. Visualisasi reaksi kimia dalam simulasi <i>ConnChem</i>	11
5. Visualisasi reaksi kimia dalam simulasi PhET	12
6. Prosedur Pelaksanaan penelitian	20
7. Tampilan pada aplikasi PhET tahap stimulasi pereaksi pembatas	33
8. Tampilan reaksi pembakaran metana pada simulasi ConnChem	35
9. Jawaban siswa kelompok 1 saat menggambar sesuai simulasi	36
10. Jawaban siswa kelompok 3 saat menggambar sesuai simulasi	37
11. Jawaban siswa saat menganalisis tahap pengolahan data LKPD 1	37
12. Jawaban siswa pada tahap pengolahan data LKPD 2 kelompok 1	38
13. Jawaban siswa pada tahap pengolahan data LKPD 2 kelompok 2	38
14. Jawaban siswa pada tahap pengolahan data LKPD 2 kelompok 3	38
15. Jawaban siswa pada tahap pembuktian LKPD 1 kelompok 1	39
16. Jawaban siswa pada tahap pembuktian LKPD 1 kelompok 2	39
17. Jawaban siswa pada tahap pembuktian LKPD 1 kelompok 3	39
18. Tampilan grafik reaksi pembakaran metana pada simulasi ConnChem	40
19. Jawaban siswa pada tahap pembuktian LKPD 2 kelompok 1	41
20. Rata-rata keterlaksanaan model pembelajaran <i>discovery</i> berbantuan	42
21. Nilai rata-rata postes kemampuan interpretasi makna representasi kimia	44
22. Nilai rata-rata postes tiap indikator kemampuan interpretasi	44
23. Persebaran nilai n-gain pada kelas kontrol dan kelas eksperimen	45

24. Profil kemampuan interpretasi makna representasi kimia kelas kontrol	49
25. Profil akhir kemampuan interpretasi makna representasi kimia kelas	49
26. Jawaban pretes siswa no absen 3 kelas eksperimen pada no 1a	50
27. Jawaban postes siswa no absen 3 kelas eksperimen pada no 1a	50
28. Jawaban pretes siswa no absen 16 kelas eksperimen pada no 1a	51
29. Jawaban postes siswa no absen 16 kelas eksperimen pada no 1a	51
30. Jawaban Pretes siswa no absen 12 kelas kontrol pada no 1a	51
31. Jawaban postes siswa no absen 12 kelas kontrol pada no 1a	52
32. Jawaban pretes siswa no absen 3 kelas eksperimen pada no 1b	52
33. Jawaban postes siswa no absen 3 kelas eksperimen pada no 1b	52
34. Jawaban pretes siswa no absen 16 kelas eksperimen pada no 1b	53
35. Jawaban postes siswa no absen 16 kelas eksperimen pada no 1b	53
36. Jawaban siswa no absen 12 kelas kontrol pada no 1a	53
37. Jawaban postes siswa no absen 12 kelas kontrol pada no 1b	53
38. Jawaban pretes siswa no absen 20 kelas eksperimen pada no 2a.	54
39. Jawaban postes siswa no absen 20 kelas eksperimen pada no 2a	54
40. Jawaban pretes siswa no absen 14 kelas eksperimen pada no 2a	54
41. Jawaban postes siswa no absen 14 kelas eksperimen pada no 2a	55
42. Jawaban Pretes siswa no absen 3 kelas kontrol pada no 2a.	55
43. Jawaban postes siswa no absen 3 kelas kontrol pada no 2a.	55
44. Jawaban pretes siswa no absen 12 kelas eksperimen pada no 2b	56
45. Jawaban postes siswa no absen 14 kelas eksperimen pada no 2b	56
46. Jawaban pretes siswa no absen 20 kelas eksperimen pada no 2b	56
47. Jawaban postes siswa no absen 20 kelas eksperimen pada no 2b	56
48. Jawaban pretes siswa no absen 3 kelas eksperimen pada no 2b	57
49. Jawaban postes siswa no absen 3 kelas eksperimen pada no 2b	57
50. Jawaban pretes siswa no absen 20 kelas eksperimen pada no 2c.	57
51. Jawaban postes siswa no absen 20 kelas eksperimen pada no 2c.	57
52. Jawaban pretes siswa no absen 14 kelas eksperimen pada no 2c.	58
53. Jawaban postes siswa no absen 14 kelas eksperimen pada no 2c.	58

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Ilmu kimia merupakan suatu ilmu yang mempelajari materi dan perubahannya. Adapun zat yang terlibat dalam perubahan kimia adalah suatu unsur dan senyawa. Memahami ilmu kimia dapat menanamkan metode ilmiah, mengetahui berbagai fenomena alam, dan memecahkan suatu permasalahan global (Chang, 2005). Namun Kimia dipahami oleh banyak orang sebagai mata pelajaran yang sulit untuk diajarkan dan dipelajari. Sebagian besar kimia ada di tingkat molekuler sehingga kimia bersifat abstrak. Karakteristik kimia yang abstrak membuatnya tampak tidak berhubungan dengan kehidupan sehari-hari (Johnstone, 2000; Kozma & Russell, 1997; Shehab & BouJaoude, 2017)

Konsep dalam ilmu kimia serta keabstrakan di dalamnya dapat dipahami dengan pembelajaran berbasis representasi kimia (Sunyono, 2013). Tiga ranah representasi kimia digambarkan dalam sudut segitiga sama sisi, dimana ketiganya setara dan saling melengkapi yaitu makroskopis, simbolik dan submikroskopik (Johnstone, 1991; Johnstone, 2000). Pemahaman siswa tentang peran masing-masing level representasi makroskopis, simbolik dan submikroskopik serta hubungan antara setiap level harus digunakan oleh guru kimia secara bersamaan (Treagust *et al.*, 2003). Level makroskopik mengacu pada apa yang dapat diamati dan disentuh, level submikroskopik mengacu pada apa yang terjadi pada tingkat molekuler dan level simbolik mengacu pada bagaimana suatu fenomena disimbolkan (Gkitzia *et al.*, 2011; Johnstone, 2000).

Terdapat beberapa keterampilan yang merupakan inti dari kurikulum substantif kompetensi representasi kimia menurut (Kozma & Russell, 2005) antara lain; kemampuan interpretasi makna representasi kimia, kemampuan translasi antara representasi yang berbeda pada level yang sama, kemampuan translasi antara representasi yang berbeda di seluruh level dan sebagainya. Dalam penelitian ini, hanya kemampuan interpretasi makna representasi kimia yang diuji untuk siswa. kemampuan interpretasi makna representasi kimia dapat dicapai apabila siswa mampu menggunakan kata-kata untuk mengidentifikasi fitur dan pola fitur representasi kimia dan menggunakan kata-kata untuk menganalisis fitur dan pola fitur representasi kimia

Representasi dibedakan menjadi representasi statis dan representasi dinamis. Pembelajaran menggunakan simulasi merujuk pada representasi dinamis (Kozma & Russell, 2005). Representasi dinamis lebih efektif daripada representasi statis dalam mendorong pemahaman molekuler tentang perubahan materi (Ardac & Akaygun, 2005). Representasi dinamis juga lebih baik dalam meningkatkan model mental siswa (Chen *et al.*, 2015). Salah satu kelemahan representasi statis yaitu penggunaan representasi ini masih mengharuskan siswa untuk memiliki kemampuan dinamis berdasarkan informasi statis yang disediakan (Ardac & Akaygun, 2005).

Kemampuan menginterpretasikan makna representasi kimia sangat penting bagi siswa dalam mempelajari kimia. Jika siswa mengalami kesulitan di salah satu dari tiga level representasi kimia atau mengalami kebingungan di antara ketiga level tersebut, hal itu dapat mengganggu pembelajaran kimia selanjutnya (Sim & Daniel, 2014) . Apabila siswa memiliki kemampuan yang tinggi dalam menginterpretasikan representasi makroskopik, submikroskopik dan simbolik dalam pembelajaran kimia, maka kemampuan siswa dalam pemahaman konsep kimia akan meningkat (Gkitzia *et al.*, 2011) . Miskonsepsi dalam kimia berasal dari ketidakmampuan siswa dalam memahami tiga level representasi kimia (Tasker & Dalton, 2006).

Berdasarkan hasil observasi dengan guru mata pelajaran kimia kelas X SMAN 2 Metro, Siswa selama ini mengalami kesulitan menguasai konsep materi

stoikiometri baik perhitungan maupun penyetaraan persamaan reaksinya, siswa hanya menghafal rumus tanpa memahami maknanya. Pembelajaran kimia yang hanya difokuskan pada perhitungan akan menghasilkan kurangnya pemahaman konsep (Dahsah & Coll, 2008). Dalam mempelajari konsep stoikiometri, siswa seharusnya memahami fenomena pada tingkat molekuler melalui imajinasi dari ranah representasi kimia (Sujak *et al.*, 2017). Hal tersebut agar siswa mampu memahami keabstrakan dan konsep didalamnya. Kenyataannya guru kimia kelas X di SMAN 2 Metro belum menerapkan penggunaan 3 ranah representasi kimia pada saat pembelajaran. Selama ini pembelajaran masih berpusat pada guru dengan menggunakan metode ceramah dan media yang sering digunakan yaitu video pembelajaran *Youtube*. Hal ini disebabkan karena guru mengalami kesulitan dalam mencari model dan media pembelajaran yang tepat untuk menerapkan 3 level representasi kimia tersebut dalam pembelajaran kimia. Salah satu media yang dapat digunakan untuk menerapkan penggunaan representasi kimia adalah pembelajaran kimia dengan menggunakan simulasi.

Menggunakan animasi atau simulasi secara efektif perlu mengarahkan perhatian siswa agar fokus, menghindari memori kerja yang berlebihan, dan mengaitkan mater dengan pengetahuan sebelumnya. Hal tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan model pembelajaran konstruktivis yang mampu mengeksplorasi pengetahuan tentang bagaimana siswa belajar (Tasker & Dalton, 2006). Model Pembelajaran yang tepat dalam mengintegrasikan simulasi dinamika molekul adalah model *discovery learning* (Bicknell-Holmes & Hoffman, 2000; Castronova, 2002). *Discovery learning* mencakup model instruksional dan strategi yang berfokus pada keaktifan dan kesempatan belajar bagi siswa (Castronova, 2002). Tahapan dalam model *discovery learning* adalah (a) *Stimulation* (pemberian rangsangan); (b) *Problem Statement* (identifikasi masalah); (c) *Data collection* (pengumpulan data); (d) *Data Processing* (pengolahan data); (e) *Verification* (pembuktian); dan (f) *generalization* (menarik kesimpulan) (Permendikbud, 2017).

Simulasi sangat penting untuk menghubungkan berbagai representasi kimia (Treagust 2003). Simulasi molekuler berbasis komputer merupakan suatu teknik yang digunakan untuk menginterpretasikan data eksperimen pada tingkat molekuler (Vangusteren, 2003). Simulasi molekuler dapat memvisualisasikan

molekul ditingkat submikroskopis (Meir *et al.*, 2005). Dalam hal ini, digunakan simulasi bernama *Connected Chemistry Curriculum* yang merupakan proyek dari The Stieff Lab di Universitas Illinois di Chicago dan simulasi *PhET* yang dikembangkan oleh sekelompok peneliti dari University of Colorado di Boulder di Amerika Serikat. Kedua simulasi ini dapat menjelaskan konsep stoikiometri pada konsep persamaan reaksi dan reaksi pembatas. Simulasi *Connected Chemistry Curriculum* membantu siswa maupun guru dalam memvisualisasikan bagaimana suatu zat/molekul dapat bereaksi menghasilkan zat/molekul baru.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh (Stieff, 2011) menunjukkan penggunaan simulasi *Connected Chemistry Curriculum* berpotensi meningkatkan kompetensi representasi kimia siswa, siswa cenderung menjawab pertanyaan dengan menghubungkan ketiga level representasi kimia, terutama level submikroskopik. (Tasker & Dalton, 2006) juga melakukan penelitian tentang penggunaan simulasi *Vischem* dalam meningkatkan model mental siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa animasi dan simulasi efektif meningkatkan pemahaman dalam tingkat molekuler.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka dilakukanlah penelitian dengan judul “Efektivitas Pembelajaran *Discovery* berbantuan simulasi molekul untuk meningkatkan kemampuan interpretasi makna representasi kimia pada materi stoikiometri”.

B. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana efektivitas model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul dalam meningkatkan kemampuan interpretasi makna representasi kimia siswa pada materi stoikiometri?
2. Bagaimana profil kemampuan interpretasi makna representasi kimia siswa setelah perlakuan?

C. Tujuan

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan efektivitas model pembelajaran *discovery* berbasis simulasi molekul dalam meningkatkan kemampuan interpretasi makna representasi kimia siswa pada materi stoikiometri.
2. Mendeskripsikan profil kemampuan interpretasi makna representasi kimia siswa setelah perlakuan.

D. Manfaat Penelitian

Dari efektivitas model pembelajaran *discovery* berbasis simulasi molekul dalam meningkatkan kemampuan interpretasi makna representasi kimia yang dihasilkan diharapkan dapat bermanfaat bagi:

1. Siswa
Dapat memberikan pengalaman bagi siswa dalam pembelajaran representasi kimia dan memahami konsep stoikiometri dan melatih dalam meningkatkan kemampuan interpretasi makna representasi kimia
2. Guru
Dapat dijadikan sebagai referensi model pembelajaran oleh guru sehingga mempermudah dalam memvisualisasikan dan mengatasi kesulitan pembelajaran pada materi stoikiometri.
3. Sekolah
Menjadi informasi dan sumbangan pemikiran dalam upaya meningkatkan mutu atau kualitas pembelajaran kimia di sekolah khususnya pada materi stoikiometri.

E. Ruang Lingkup Penelitian

Untuk menghindari penafsiran berbeda-beda terhadap istilah yang digunakan, maka perlu dikembangkan beberapa istilah sebagai berikut:

1. Model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul dikatakan efektif apabila n-gain rata-rata kelas eksperimen minimal berkategori sedang dan terdapat perbedaan n-gain rata-rata yang signifikan, dengan n-gain rata-rata kelas eksperimen lebih tinggi dari n-gain rata-rata kelas kontrol (Wicaksono, 2008).
2. Model pembelajaran *discovery* terdiri dari 6 tahap yaitu (a) *Stimulation* (pemberian rangsangan); (b) *Problem Statement* (identifikasi masalah); (c) *Data collection* (pengumpulan data); (d) *Data Processing* (pengolahan data); (e) *Verification* (pembuktian); dan (f) *generalization* (menarik kesimpulan) (Kemendikbud, 2017).
3. Dalam penelitian ini menggunakan web simulasi molekul <http://sims.connchem.org/> yang merupakan proyek dari The Stieff Lab di Universitas Illinois di Chicago dan juga menggunakan web simulasi <https://phet.colorado.edu/> yang dikembangkan oleh sekelompok peneliti dari University of Colorado di Boulder di Amerika Serikat.
4. Cakupan materi yang dibahas dalam penelitian ini adalah persamaan reaksi dan reaksi pembatas.
5. Profil kemampuan interpretasi makna representasi kimia setelah perlakuan diukur berdasarkan kategori kemampuan representasi menurut (Arikunto, 2009).
6. Kemampuan interpretasi makna representasi kimia dapat dicapai apabila siswa mampu menggunakan kata-kata untuk mengidentifikasi fitur dan pola fitur representasi kimia dan menggunakan kata-kata untuk menganalisis fitur dan pola fitur representasi kimia (Kozma & Russell, 2005)

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Representasi Kimia

Menurut (Kozma & Russell, 1997) Sebagian besar kimia ada di tingkat molekuler sehingga kimia memiliki karakteristik yang abstrak. (Chittleborough & Treagust, 2008) juga mengatakan bahwa kimia memiliki karakteristik yang unik. Terdapat karakteristik nyata dan terlihat dari tingkat makroskopik dan karakteristik nyata dan tak terlihat dari tingkat submikroskopis. Tingkat submikroskopis sama nyatanya dengan tingkat makroskopik hanya skala yang membedakannya, dan fakta bahwa tingkat submikroskopis tidak dapat dilihat membuatnya sulit diterima sebagai nyata.

Menurut (Kozma *et al.*, 2000) tantangan dalam praktik pembelajaran kimia saat ini, adalah memahami sifat dan proses molekuler. karena molekul merupakan sesuatu yang tidak dapat terlihat oleh kasat mata. Kemudian, ahli kimia merancang suatu representasi yang dapat membantu menghubungkan antara sesuatu yang tidak dapat terlihat dengan sesuatu yang dapat terlihat. (Roth & McGinn, 1998) menyarankan bahwa penggunaan representasi harus dipraktikkan dalam pembelajaran untuk mendukung pemahaman siswa tentang simbol dan molekuler dan mengembangkan pemahaman mereka tentang fenomena ilmiah yang diwakili oleh molekul dan simbol tersebut. (Sunyono, 2013) juga menyatakan bahwa konsep dalam ilmu kimia dan sifatnya yang abstrak dapat dipahami dengan pembelajaran berbasis representasi kimia.

Menurut (Johnstone, 2000) 3 ranah representasi kimia dapat dianggap sebagai sudut segitiga. Tidak ada tingkatan yang lebih unggul dari yang lain, dimana ketiganya saling melengkapi yaitu makroskopik, submikroskopik dan simbolik.

Hal tersebut disajikan dalam Gambar 1 seperti berikut ini:



Gambar 1. Tiga tingkat representasi yang digunakan dalam kimia (Johnstone, 1991)

(Treagust *et al.*, 2003) menjelaskan bahwa level makroskopik adalah fenomena kimia yang dapat diamati, dapat mencakup pengalaman dari kehidupan sehari-hari siswa seperti perubahan warna dan mengamati produk baru yang terbentuk. Untuk melambangkan tentang fenomena makroskopik ini, biasanya menggunakan tingkat representasi simbolik yang meliputi gambar, persamaan kimia, grafik, mekanisme reaksi, dan analogi. Sedangkan tingkat representasi submikroskopik digunakan untuk menjelaskan fenomena makroskopik dalam istilah pergerakan partikel seperti elektron, molekul, dan atom.

B. Kemampuan Interpretasi Makna Representasi Kimia

Kompetensi representasional mencakup berbagai keterampilan dan praktik (Sim & Daniel, 2014). Berikut keterampilan yang merupakan inti dari kurikulum substantif kompetensi representasional dalam kimia menurut (Kozma & Russell, 2005) adalah:

1. Kemampuan untuk menggunakan representasi untuk menggambarkan fenomena kimia yang dapat diamati dalam kaitannya dengan entitas dan proses molekuler yang mendasarinya
2. Kemampuan untuk menggunakan representasi untuk menghasilkan penjelasan,
3. Kemampuan interpretasi makna representasi kimia
4. Kemampuan translasi antara representasi yang berbeda pada level yang sama,
5. Kemampuan translasi antara representasi yang berbeda di seluruh level,

6. Kemampuan untuk mengambil posisi epistemologis yang sesuai dengan representasi tetapi berbeda dari fenomena yang diamati
7. Kemampuan membuat hubungan antara representasi dan konsep.

Berdasarkan keterampilan kompetensi representasional dalam kimia menurut (R. Kozma & Russell, 2005) kemampuan interpretasi makna representasi kimia dapat dicapai apabila siswa mampu:

1. Menggunakan kata-kata untuk mengidentifikasi fitur dan pola fitur representasi kimia
2. Menggunakan kata-kata untuk menganalisis fitur dan pola fitur representasi kimia

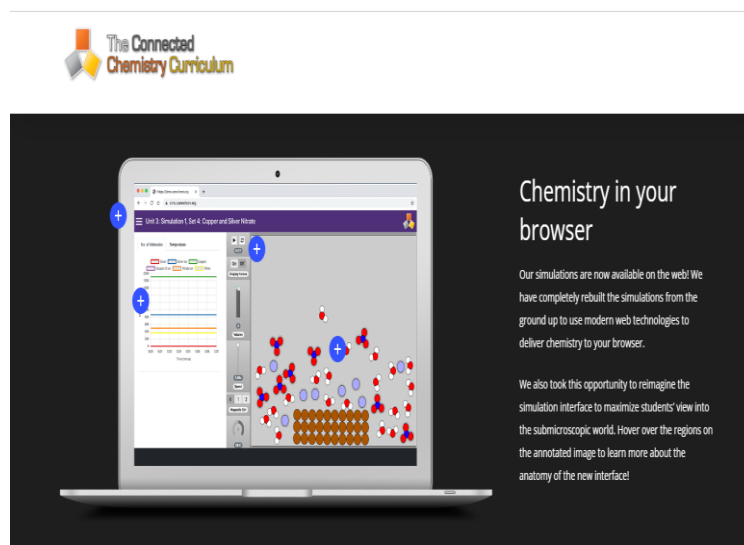
Hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Kozma *et al.*, 2000) menyebutkan bahwa kompetensi representasional penting bagi pemahaman siswa tentang kimia dan pelaksanaan pekerjaan mereka. Kemampuan ini memungkinkan siswa untuk bergerak secara fleksibel di antara berbagai jenis representasi dan menggunakannya bersama untuk mengekspresikan ide-ide mereka. Salah satu kompetensi representasional tersebut adalah mengidentifikasi dan menganalisis ciri representasi (seperti puncak pada grafik) dan menggunakannya untuk menjelaskan, menarik kesimpulan, dan membuat prediksi tentang fenomena atau konsep kimia atau dalam penelitian ini disebut sebagai interpretasi makna representasi kimia

C. Pembelajaran Kimia berbantuan Simulasi

Simulasi komputer interaktif muncul sebagai kemajuan teknologi yang ampuh untuk mendukung pembelajaran kimia. Simulasi interaktif menyediakan akses dinamis dalam berbagai tingkat representasi, mampu membuat yang tidak dapat diamati oleh mata menjadi terlihat, Simulasi juga menarik dan menyenangkan bagi siswa dan guru (Moore *et al.*, 2014) . Menurut (van Gunsteren *et al.*, 2008) bahwa simulasi molekul berbasis komputer telah menjadi alat standar untuk memudahkan interpretasi data eksperimen pada tingkat atom atau molekul. (Kozma & Russell, 2005) juga berpendapat bahwa simulasi dapat digunakan untuk mengeksplorasi proses kimia guna mendapatkan penjelasan konsep yang mendasarinya. Dengan menggunakan simulasi molekul, maka akan memudahkan kita dalam mengamati perilaku molekul terutama dalam level submikroskopik.

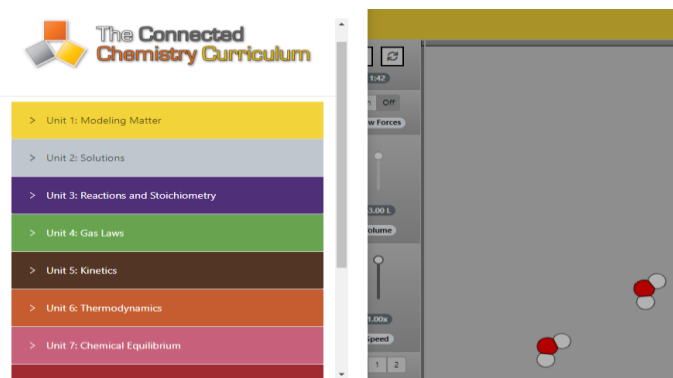
Salah satu simulasi molekul yang dapat memvisualisasikan molekul dalam level submikroskopik adalah *Connected Chemistry Curriculum (ConnChem)*. Simulasi tersebut merupakan proyek dari The Stieff Lab di Universitas Illinois di Chicago. *Connected Chemistry Curriculum* dikembangkan untuk mendukung pembelajaran fleksibilitas siswa dalam (a) transisi antara tingkat submikroskopik dan tingkat makroskopik; (b) menghubungkan deskripsi serta penjelasan konseptual dan simbolik; dan (c) memahami model sebagai representasi yang kuat namun parsial dan terbatas dari dunia fisik (Levy & Wilensky, 2009). Setiap unit dalam simulasi *ConnChem* terdiri dari tiga kegiatan yang mendukung penalaran siswa tentang hubungan antara fenomena di tingkat submikroskopik, representasi simbolik dan pengalaman mereka di laboratorium (Stieff, 2011).

Berikut ini merupakan tampilan bagian depan dari aplikasi *Connected Chemistry Curriculum* pada Gambar 2.



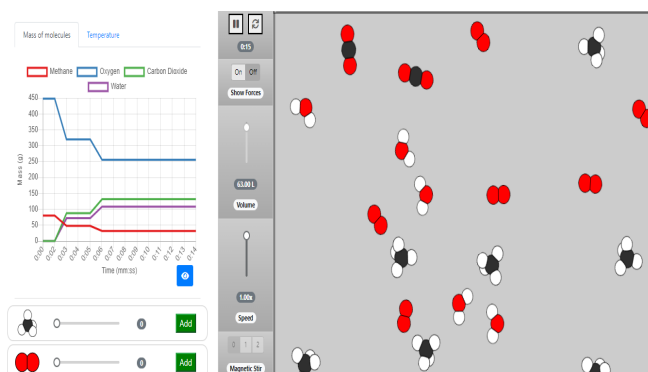
Gambar 2. Halaman depan *Connected Chemistry Curriculum*.

Apabila simulasi dijalankan maka akan terdapat menu bar pilihan unit materi kimia, seperti hukum gas, larutan, reaksi dan stoikiometri, termodinamika, juga kesetimbangan kimia dan lain sebagainya. Ditunjukkan oleh gambar 3 dibawah ini:



Gambar 3. Tampilan menu bar pilihan unit materi kimia pada *ConnChem*

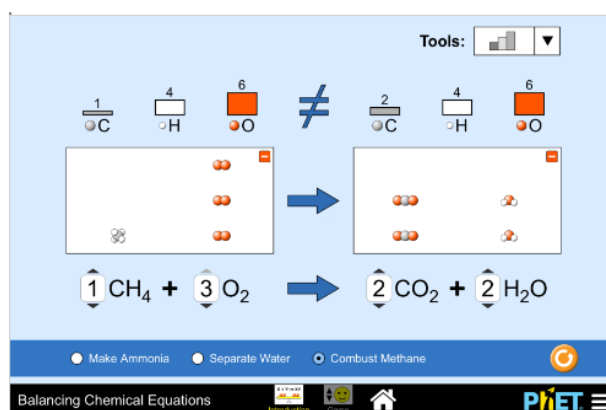
Connected Chemistry Curriculum dapat menjelaskan konsep stoikiometri terutama pada konsep persamaan reaksi dan reaksi pembatas. *ConneChem* membantu siswa maupun guru dalam memvisualisasikan bagaimana suatu molekul dapat bereaksi menghasilkan zat/molekul baru. Dalam menu bar pada materi reaksi stoikiometri terdapat beberapa pilihan zat reaktan yang akan direaksikan, antara lain reaksi penguraian HI, reaksi antara Cu dengan AgNO_3 , reaksi penguraian H_2O_2 , reaksi metana dengan oksigen, dan lainnya. Tampilan reaksi kimia antara metana (CH_4) dengan Oksigen (O_2) disajikan dalam Gambar 4 berikut:



Gambar 4. Visualisasi reaksi kimia dalam simulasi *ConnChem*

Dalam simulasi tersebut terlihat bahwa 1 molekul metana bereaksi dengan 2 molekul oksigen menghasilkan 1 molekul karbondioksida dan 2 molekul air. Saat simulasi dijalankan, terdapat ikon “speed” untuk mengatur kecepatan molekul saat bereaksi

Simulasi molekul lainnya yang dapat memvisualisasikan molekul dalam level submikroskopik yaitu *Physics Education Technology (PhET)*. Simulasi *PhET* ini dikembangkan oleh sekelompok peneliti dari University of Colorado di Boulder di Amerika Serikat. Simulasi *PhET* membahas topik mulai dari subatomic partikel hingga dinamika kimia termasuk didalamnya memuat materi persamaan reaksi dan pereaksi pembatas. Tampilan Simulasi *Phet* pada materi persamaan reaksi digambarkan pada gambar 5 berikut:



Gambar 5. Visualisasi reaksi kimia dalam simulasi *PhET*

Menurut (Moore *et al.*, 2014) Simulasi *PhET* memberikan peluang unik bagi guru untuk melibatkan siswa secara aktif dalam memproses dan menerapkan ide di dalam pembelajaran. Melalui representasi interaktif, simulasi ini memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi bahan kimia dan beberapa representasi, mencakup tingkat partikulat, simbolik, dan makroskopik

D. Pembelajaran *Discovery*

(Bicknell & Hoffman, 2000) berpendapat bahwa *Discovery Learning* yang juga dikenal sebagai pembelajaran konstruktivis mencakup model instruksional dan serangkaian strategi yang berfokus pada keterlibatan langsung siswa dalam pembelajaran. Menurut (Hammer, 1997) *discovery learning* mengacu pada bentuk pembelajaran di mana siswa dihadapkan pada permasalahan dan pengalaman tertentu sehingga mereka "menemukan" konsep yang dimaksud untuk diri mereka

sendiri. (Castronova,2002) menyampaikan bahwa fokus dalam pembelajaran *discovery* adalah siswa mampu menganalisis dan menginterpretasikan informasi untuk memahami apa yang sedang dipelajari bukan hanya memberikan jawaban yang benar sebagai hafalan. Persiapan yang dilakukan guru dalam pembelajaran *discovery* adalah membimbing siswa saat mereka membangun keterampilan dan menyelidiki mereka terhadap masalah yang diberikan.

Langkah-langkah Pembelajaran *discovery* menurut (Kemendikbud,2017) adalah sebagai berikut:

1. *Stimulation* (Memberi Rangsangan)
Pada tahap ini siswa dihadapkan dengan suatu masalah yang menimbulkan kebingungan melalui kegiatan membaca, mengamati situasi atau gambar, dan lain-lain., sehingga siswa memiliki keinginan untuk menyelidiki sendiri.
2. *Problem Statement* (Mengidentifikasi masalah)
Pada tahap ini siswa diminta untuk mengidentifikasi dan mencari informasi terkait permasalahan yang selanjutnya dirumuskan dalam bentuk hipotesis
3. *Data collection* (Pengumpulan Data).
Pada tahap ini siswa diberi kesempatan mengumpulkan berbagai informasi relevan, mengamati objek, wawancara dengan narasumber, dan lainnya guna menjawab pertanyaan atau membuktikan benar tidaknya hipotesis.
4. *Data Processing* (Mengolah data)
Dalam tahap ini dilakukan kegiatan mengolah data dan informasi yang telah diperoleh, lalu ditafsirkan. guru juga perlu memberikan umpan balik kepada siswa agar mereka mengetahui apakah mereka telah melakukan proses analisis data dengan benar.
5. *Verification* (Memverifikasi/Pembuktian)
Dalam tahap ini siswa melakukan pemeriksaan secara cermat kebenaran atau keabsahan hasil pengolahan data dengan berbagai kegiatan.
6. *Generalization* (Menyimpulkan)
Dengan menunjukkan hasil verifikasi, Siswa dapat menarik sebuah kesimpulan pada suatu permasalahan yang sedang dikaji

E. Penelitian yang Relevan

Beberapa hasil penelitian yang relevan dengan penelitian ini disajikan pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Penelitian yang relevan terkait pembelajaran kimia dengan simulasi untuk meningkatkan pemahaman representasi.

No	Peneliti	Judul	Hasil
1.	(Stieff, 2011)	<i>Improving Representational Competence using Molecular Simulations Embedded in Inquiry Activitie</i>	Penggunaan simulasi Molekul <i>Connected Chemistry Curriculum</i> berpotensi meningkatkan kompetensi representasi kimia siswa.
2.	(Tasker & Dalton, 2006)	<i>Research into practice: visualisation of the molecular world using animations</i>	Animasi dan simulasi <i>Vischem</i> efektif meningkatkan pemahaman dalam tingkat molekuler
3.	(Dunn & Ramnarain, 2020)	<i>The Effect of Simulation-Supported Inquiry on South African Natural Sciences Learners' Understanding of Atomic & Molecular Structures</i>	Simulasi <i>Physics Education Technology (Phet)</i> meningkatkan visualisasi konsep abstrak pada siswa. simulasi dapat dimanfaatkan dalam menyediakan pengalaman belajar berbasis inkuiri bagi peserta didik.
4	(Schank & Kozma, 2003)	<i>Learning Chemistry Through the Use of a Representation-Based Knowledge Building Environment</i>	Simulasi <i>ChemSense</i> efektif dalam mendukung penggunaan representasi siswa dan pemahaman kimia.

Tabel 1. Lanjutan

No	Peneliti	Judul	Hasil
5.	(Saputra <i>et al.</i> , 2020)	<i>The Use of Molecular Simulation-Assisted Discovery Learning in Improving Science Process Skills</i>	<i>Discovery Learning</i> berbantuan simulasi molekul <i>Workbench</i> efektif dalam meningkatkan proses keterampilan sains pada faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia

Berdasarkan penelitian relevan yang tersaji pada Tabel 1 tersebut, Penelitian penerapan model pembelajaran *Discovery* berbasis simulasi molekul untuk meningkatkan representasi kimia siswa pada topik materi stoikiometri belum pernah dilakukan sebelumnya. Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukanlah penelitian ini dengan materi stoikiometri sebagai topik dalam model pembelajaran *Discovery* berbasis simulasi molekul. Adapun simulasi yang digunakan adalah *Connected Chemistry Curriculum* dan *Physics Education Technology (PhET)*

F. Kerangka Berpikir

Kemampuan memahami representasi kimia sangat penting bagi siswa dalam mempelajari kimia. Kemampuan interpretasi makna representasi kimia merupakan salah satu kemampuan yang dikembangkan oleh Kozma dan Russel (2005). Kemampuan ini dapat dicapai apabila siswa mampu menggunakan kata-kata untuk mengidentifikasi dan menganalisis fitur dan pola fitur representasi kimia. Materi stoikiometri termasuk materi persamaan reaksi dan pereaksi pembatas adalah materi yang dianggap sulit dan bersifat abstrak. Materi ini memerlukan pemahaman pada tingkat mikroskopik serta menuntut terhubungannya tiga ranah representasi kimia yaitu makroskopik, submikroskopik, dan simbolik. Kesulitan dalam memahami materi stoikiometri dapat menghambat pemahaman siswa terhadap konsep lainnya. Sehingga kemampuan ini sangat dibutuhkan siswa.

Dalam menerapkan pembelajaran berbasis representasi kimia, digunakan model pembelajaran konstruktivis yaitu *Discovery Learning* berbantuan simulasi molekul *Connected Chemistry Curriculum* dan *PheT*. Model pembelajaran ini menuntut siswa berperan aktif untuk menyelidiki dan menemukan sendiri solusi dari permasalahan yang disajikan, sehingga siswa memperoleh sendiri konsep belajarnya. Dengan menggunakan model pembelajaran *Discovery* berbantuan simulasi molekul diharapkan dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam menginterpretasikan makna representasi kimia. Adapun tahap dalam pembelajaran *Discovery* adalah (1) *Stimulation* (stimulasi); (2) *Problem Statement* (mengidentifikasi masalah); (3) *Data collection* (pengumpulan data); (4) *Data Processing* (pengolahan data); (5) *Verification* (pembuktian); (6) *Generalization* (menarik kesimpulan). Berdasarkan tahapan tersebut, kemampuan siswa dalam menginterpretasikan representasi kimia dapat ditingkatkan pada tahap *Data Processing* (mengolah data yang didapatkan), *Verification* (pembuktian hipotesis yang ada), dan *Generalization* (menarik kesimpulan).

Tahap pertama adalah tahap stimulasi (*Stimulation*). Pada tahap ini siswa disajikan fenomena dalam bentuk gambar dan wacana tentang reaksi kimia dalam kehidupan sehari-hari. Selanjutnya guru mengajukan pertanyaan atau suatu permasalahan berdasarkan wacana yang dapat menimbulkan kebingungan siswa sehingga timbul keinginan siswa untuk menyelidiki permasalahan tersebut. Selanjutnya dengan dibimbing oleh guru, siswa mengidentifikasi permasalahan (*Problem Statement*) yang terdapat dalam wacana pada tahap stimulasi, kemudian siswa juga diminta untuk menuliskan hipotesisnya. Pada tahap pengumpulan data (*Data collection*), siswa diminta untuk mengamati video tentang reaksi kimia kemudian siswa diminta menuliskan hasil pengamatan, kemampuan interpretasi representasi kimia siswa pada level makroskopik dapat dilatih pada tahap ini dimana siswa dapat mengamati perubahan kimia yang terjadi. Kemudian tahap pengolahan data (*Data Processing*), siswa mengamati fenomena submikroskopik melalui simulasi molekul untuk mengetahui fenomena sebenarnya yang terjadi dalam reaksi kimia antara 2 zat yang mereka identifikasi, siswa juga dapat mengamati jumlah molekul yang terlibat dalam reaksi kimia. Dalam tahap ini diharapkan siswa mampu mengidentifikasi dan menganalisis perilaku molekul

dalam simulasi. Tahap selanjutnya yaitu Pembuktian (*Verification*), pada tahap ini siswa mengamati grafik reaksi pembakaran metana yang ada pada simulasi molekul untuk mengetahui perubahan massa zat sebelum dan sesudah reaksi, selanjutnya siswa menyampaikan atau mengkomunikasikan hasil diskusi. Pada tahap ini diharapkan siswa menggunakan kata-kata untuk mengidentifikasi dan menganalisis pola fitur (grafik) representasi kimia. Tahap terakhir yaitu menarik kesimpulan (*Generalization*) siswa mampu membuat suatu kesimpulan.

Pada akhir pembelajaran, diharapkan siswa mampu menginterpretasikan makna representasi kimia dan memahami bahwa representasi kimia saling berhubungan pada reaksi kimia yang terjadi, yaitu level makroskopik melalui pengamatan video praktikum, level submikroskopik melalui simulasi molekul, level simbolik dimana siswa dapat menuliskan persamaan reaksi yang setara, serta mampu menjelaskan grafik yang terdapat dalam simulasi.

G. Anggapan Dasar

Hal yang menjadi anggapan dasar dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perbedaan peningkatan kemampuan interpretasi makna representasi kimia pada kelas kontrol dan eksperimen terjadi karena perbedaan perlakuan dalam proses pembelajaran yang diterapkan pada masing-masing kelas yang diberikan.
2. Faktor-faktor lain yang mempengaruhi peningkatan kemampuan interpretasi makna representasi kimia pada siswa kelas X IPA 2 dan X IPA 3 diabaikan.

I. Hipotesis

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

Model pembelajaran *Discovery* berbasis simulasi molekul efektif dalam meningkatkan kemampuan interpretasi makna representasi kimia 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 yang terbagi dalam 7 kelas dengan jumlah siswa 249. Teknik pemilihan sampel yaitu teknik *purposive sampling* yang diambil berdasarkan informasi yang diperoleh melalui guru dan pihak sekolah. Sehingga diperoleh sampel penelitian yaitu X IPA 2 dengan jumlah 33 siswa sebagai kelas eksperimen dan X IPA 3 dengan jumlah 33 siswa sebagai kelas kontrol.

B. Model dan Desain Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini merupakan metode kuasi eksperimen dengan desain penelitian *The Matching Only Pretest-Posttest Control Group Design* (Fraenkel, Wallen, & Hyun, 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	Postes
Kontrol	M	O	C	O
Eksperimen	M	O	X	O

Keterangan:

M: Pencocokan pada masing-masing kelas (Matching)

- X: Perlakuan berupa pembelajaran menggunakan model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul
- C: pembelajaran menggunakan model pembelajaran *discovery*
- O: Pretes dan postes yang diberikan pada kedua kelas penelitian

Dalam penelitian ini, sebelum pembelajaran, dilakukan matching statistik terlebih dahulu. Matching pada kedua sampel kelas dilakukan dengan memberikan pretes untuk mengukur kemampuan interpretasi makna representasi kimia. Hasil pretes kedua sampel ini kemudian dicocokkan secara statistik melalui uji kesamaan dua rata-rata. Pada kelas kontrol diterapkan model pembelajaran *discovery* (C). Pada kelas eksperimen diberikan perlakuan berupa model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul (X). Pada akhir pembelajaran, sampel diberikan postes untuk menguji kemampuan interpretasi makna representasi kimia.

C. Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini terdiri dari variabel bebas, variabel terikat dan variabel kontrol. Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul pada kelas eksperimen dan model pembelajaran *discovery* pada kelas kontrol. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kemampuan interpretasi makna representasi kimia kelas X IPA 2 dan X IPA 3 SMA Negeri 2 Metro tahun pelajaran 2022/2023, sedangkan variabel kontrol dalam penelitian ini adalah materi pelajaran.

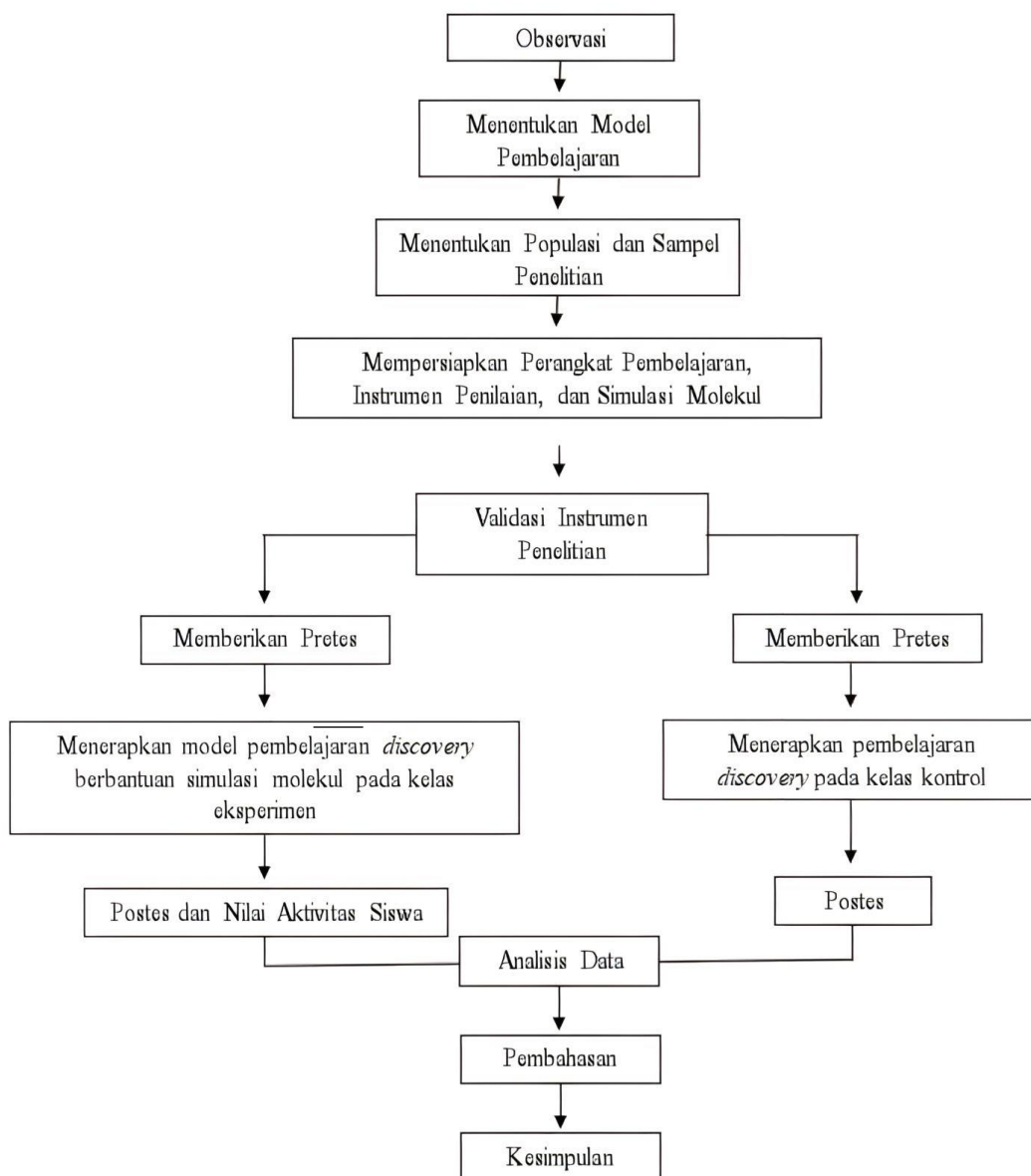
D. Perangkat Pembelajaran dan Instrumen Penelitian

Adapun perangkat pembelajaran dalam penelitian ini, diantaranya: silabus, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), dan kisi-kisi soal pretes dan postes.

Adapun Instrumen dalam penelitian ini, diantaranya: soal pretes dan postes, dan lembar observasi keterlaksanaan model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul.

E. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Langkah-langkah penelitian tersebut dapat dilihat pada gambar 6 berikut:



Gambar 6. 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 X IPA, data siswa, karakteristik siswa, metode yang digunakan guru untuk mengajar, jadwal pelajaran, sarana dan prasarana yang terdapat disekolah dalam mendukung pelaksanaan penelitian.
- b. Menentukan model pembelajaran yang akan digunakan pada materi Stoikiometri, yaitu dengan menggunakan model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul untuk kelas eksperimen dan model *discovery* untuk kelas kontrol.
- c. Menentukan populasi dan sampel penelitian.

2. Tahap Pelaksanaan

Prosedur dalam tahap pelaksanaan penelitian terdiri atas:

a. Tahap Persiapan

Pada tahap ini, mempersiapkan dan membuat perangkat maupun instrumen pembelajaran yang akan digunakan seperti: analisis Standar Kompetensi Kelulusan (SKL), silabus, 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 menyiapkan media pembelajaran berbasis simulasi molekul menggunakan *Connected Chemistry Curriculum* dan *PhET*.

b. Tahap Penelitian

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

- 1) Memberikan pretes pada kelas eksperimen dan kelas kontrol .
- 2) Melaksanakan kegiatan belajar mengajar stoikiometri dengan menggunakan model pembelajaran *discovery* pada kelas kontrol dan model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul pada kelas eksperimen

- 3) Memberikan postes setelah pembelajaran pada kelas eksperimen dan kelas kontrol untuk mengetahui peningkatan kemampuan interpretasi makna representasi kimia dan mengukur efektivitas model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul dalam meningkatkan kemampuan interpretasi makna representasi kimia siswa

3. Tahap Akhir Penelitian

Prosedur pada tahap akhir penelitian yaitu sebagai berikut:

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

F. Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini meliputi beberapa tahap diantaranya yaitu:

1. Analisis Validitas

Suatu ukuran yang menunjukkan tingkat-tingkat kevalidan suatu instrumen tes disebut Validitas (Arikunto, 2009). Analisis validitas tes digunakan untuk mengetahui kualitas instrument yang akan digunakan dalam penelitian. Instrumen yang digunakan harus valid sehingga data yang diperoleh sah atau dapat dipercaya. Sebuah instrumen dikatakan valid apabila mampu mengukur apa yang diinginkan. Maka dibutuhkan pengujian terhadap instrumen yang akan digunakan. Pengujian instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah validiitas isi.

Adapun pengujian validitas isi ini dilakukan dengan cara *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 pertanyaannya. Apabila terdapat kesesuaian, maka dapat

dinilai bahwa instrument dianggap valid untuk digunakan dalam mengumpulkan data sesuai kepentingan penelitian yang bersangkutan.

2. Analisis Data Kemampuan Interpretasi Makna Representasi Kimia Siswa

Tingkat kemampuan Interpretasi Makna Representasi Kimia Siswa ditentukan berdasarkan tes esai 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. Uji Kesamaan dua rata-rata

Analisis ini dilakukan sebelum perlakuan, untuk mengetahui apakah kemampuan interpretasi makna representasi kimia siswa di kelas eksperimen sama dengan kemampuan interpretasi makna representasi kimia siswa di kelas kontrol. Sebelum dilakukan uji kesamaan dua rata-rata, dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas.

1) Uji Normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah satu dari kedua kelas sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal atau tidak, serta untuk menentukan uji selanjutnya apakah menggunakan uji statistic parametrik atau non parametrik (Arikunto, 2009). 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:

H₀: data penelitian berdistribusi normal

H₁: 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 25.0* dan menggunakan uji *Levene statistics test*. Rumusan hipotesis pada uji ini adalah sebagai berikut:

H₀: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ (kedua kelas memiliki varians yang homogen).

H₁: $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ (kedua kelas memiliki varians yang tidak homogen).

Keterangan:

σ_1^2 : varians skor kelas eksperimen

σ_2^2 : varians skor kelas control

Kriteria uji yang digunakan ialah terima H₀ jika sig.> 0,05 dan terima H₁ jika sig.<0,05.

Setelah dilakukan uji normalitas dan homogenitas, 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:

H₀: $\mu A_{1x} = \mu A_{2x}$: Nilai rata-rata pretes keterampilan interpretasi makna representasi kimia siswa di kelas eksperimen sama dengan nilai rata-rata pretes keterampilan interpretasi makna representasi kimia siswa di kelas kontrol pada materi stoikiometri

$H_1: \mu A_{1x} \neq \mu A_{2x}$: Nilai rata-rata pretes keterampilan interpretasi makna representasi kimia siswa di kelas eksperimen tidak sama dengan nilai rata-rata pretes keterampilan interpretasi makna representasi kimia siswa di kelas control pada materi stoikiometri.

Keterangan:

μA_{1x} : Rata-rata nilai pretes keterampilan interpretasi makna representasi kimia siswa pada kelas eksperimen

μA_{2x} : Rata-rata nilai pretes keterampilan interpretasi makna representasi kimia siswa pada kelas control

x : Kemampuan interpretasi makna representasi kimia

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

b. Perhitungan n-Gain

Peningkatan kemampuan interpretasi makna representasi kimia ditunjukkan melalui nilai n-gain, yaitu selisih antara nilai posttest dan pretest. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung n-gain yaitu sebagai berikut:

$$n\text{-gain} = \frac{\text{nilai posttest} - \text{nilai pretest}}{100 - \text{nilai pretest}} \quad (\text{Hake, 1998}).$$

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:

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

Hasil perhitungan n-gain rata-rata kemudian diinterpretasikan dengan menggunakan kriteria dari (Hake, 1998). Kriteria pengklasifikasian n-gain menurut Hake dapat dilihat seperti 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 Perbedaan Dua Rata-rata

Pengujian hipotesis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah 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* keterampilan interpretasi makna representasi siswa yang diterapkan model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul lebih tinggi daripada model pembelajaran *discovery* tanpa berbantuan simulasi molekul.

Sebelum dilakukan uji perbedaan dua rata-rata, ada beberapa uji prasyarat, yaitu 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:

H₀: data penelitian berdistribusi normal
H₁: 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:

H₀: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ (kedua kelas memiliki varians yang homogen).
H₁: $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ (kedua kelas memiliki varians yang tidak homogen).

Keterangan:

σ_1^2 : varians skor kelas eksperimen

σ_2^2 : varians skor kelas control

Kriteria uji yang digunakan ialah terima H₀ jika sig.> 0,05 dan terima H₁ jika sig.<0,05.

Berdasarkan uji normalitas dan homogenitas, data berdistribusi normal dan memiliki varians homogen maka uji perbedaan dua rata-rata menggunakan uji parametrik *independent sample t-test* (uji t).

Adapun rumusan hipotesis pada uji ini adalah:

- $H_0: \mu A_{1x} \leq \mu A_{2x}$: Nilai rata-rata n-gain kemampuan interpretasi makna representasi kimia siswa di kelas eksperimen kurang dari atau sama dengan nilai rata-rata n-gain kemampuan interpretasi makna representasi kimia siswa di kelas kontrol pada materi stoikiometri.
- $H_1: \mu A_{1x} > \mu A_{2x}$: Nilai rata-rata n-gain kemampuan interpretasi makna representasi kimia siswa di kelas eksperimen lebih dari nilai rata-rata n-gain kemampuan interpretasi makna representasi kimia siswa di kelas control pada materi stoikiometri.

Keterangan:

- μA_{1x} : Rata-rata nilai pretes keterampilan interpretasi makna representasi kimia siswa pada kelas eksperimen
- μA_{2x} : Rata-rata nilai pretes keterampilan interpretasi makna representasi kimia siswa pada kelas control
- x : Kemampuan interpretasi makna representasi kimia

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).

d. Analisis Profil Kemampuan Interpretasi Makna Representasi Kimia Setelah Perlakuan

Profil akhir Interpretasi makna representasi kimia siswa diukur dari jawaban postes kelas eksperimen dan kelas kontrol yang diukur berdasarkan tingkat representasional menurut (Arikunto, 2009). Yang terdiri dari 5 kategori seperti tabel dibawah ini:

Tabel 4. Skala Kategori Kemampuan Representasi

Nilai	Kategori
80-100	Sangat Baik
61-80	Baik
41-60	Cukup

Tabel. 4 Lanjutan

21-40	Kurang
0-20	Sangat Kurang

f. 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).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dalam penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Rata-rata n-gain kemampuan interpretasi makna representasi kimia kelas eksperimen lebih tinggi daripada rata-rata n-gain kemampuan interpretasi makna representasi kimia kelas kontrol.
2. Model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul efektif dalam meningkatkan kemampuan interpretasi makna representasi kimia siswa pada materi stoikiometri.
3. Profil kemampuan interpretasi makna representasi kimia siswa setelah perlakuan menunjukkan sebesar 52% pada kategori sangat baik, 45% baik dan 3% cukup.

B. Saran

Adapun saran yang diberikan penulis setelah melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Sebelum proses pembelajaran, guru hendaknya mempersiapkan secara matang untuk menerapkan pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi molekul agar pembelajaran yang akan diterapkan berjalan dengan maksimal
2. Pertimbangkan alokasi waktu pelajaran kimia di sekolah, karena membutuhkan waktu yang panjang untuk menerapkan perangkat pembelajaran terutama pada model pembelajaran *discovery* learning berbantuan simulasi molekul

DAFTAR PUSTAKA

- Arasasingham, R. D., Taagepera, M., Potter, F., & Lonjers, S. 2004. Student Understanding of Stoichiometry. *October*, 81(10), 1517–1523
- Arikunto, S. 2009. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Bumi Aksara, Jakarta.
- Ardac, D., & Akaygun, S. 2005. Using static & dynamic visuals to represent chemical change at molecular level. *International Journal of Science Education*, 27(11), 1269–1298.
- Bicknell-Holmes, T., & Seth Hoffman, P. 2000. Elicit, engage, experience, explore: Discovery learning in library instruction. *Reference Services Review*, 28(4), 313–322.
- Castronova, J. A. 2002. Discovery Learning for the 21st Century: What is it and how does it compare to traditional learning in effectiveness in the 21st century. *Action Research Exchange*, 1(1).
- Chang, Raymond. 2005. *Kimia Dasar: Konsep-konsep Inti Jilid 1*. Erlangga, Jakarta.
- Chen, S. C., Hsiao, M. S., & She, H. C. 2015. The effects of static versus dynamic 3D representations on 10th grade students' atomic orbital mental model construction: Evidence from eye movement behaviors. *Computers in Human Behavior*, 53, 169–180.
- Chittleborough, G., & Treagust, D. 2008. Correct interpretation of chemical diagrams requires transforming from one level of representation to another. *Research in Science Education*, 38(4), 463–482.
- Dahsah, C., & Coll, R. K. 2008. Thai grade 10 and 11 students' understanding of stoichiometry and related concepts. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6(3), 573–600.
- Dunn, J., & Ramnarain, U. 2020. The effect of simulation-supported inquiry on south african natural sciences learners' understanding of atomic and molecular structures. *Education Sciences*, 10(10), 1–12.

- 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*, 12(1), 5–14.
- 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.
- Hammer, D. 1997. Discovery learning and discovery teaching. *Cognition and Instruction*, 15(4), 485–529
- 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. the Practice of Chemistry Education (Invited Contribution*). *Chemistry Education: Research And Practice In Europe Educ. Res. Pract. Eur*, 1(1), 9–15.
- 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., Chin, E., Russell, J., & Marx, N. 2000. The Roles of Representations and Tools in the Chemistry Laboratory and Their Implications for Chemistry Learning Center for Technology in Learning SRI International. *The Journal of the Learning Sciences*, 9(2), 105–143.
- 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.
- 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.
- Roth, W. M., & McGinn, M. K. 1998. Inscriptions: Toward a theory of representing as social practice. *Review of Educational Research*, 68(1), 35–59.

- 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.
- Schank, P. 2003. Learning chemistry through the use of a representation based knowledge building environment. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia.*, 21(3), 253–279.
- 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. 2011. Improving representational competence using molecular simulations embedded in inquiry activities. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(10), 1137–1158.
- Sudjana. 2005. *Metode Statistika*. Tarsito. Bandung
- Sujak, K. B., Gnanamalar, E., & Daniel, S. 2017. Understanding of Macroscopic, Microscopic and Symbolic Representations among Form Four Students in Solving Stoichiometric Problems. *Malaysian Online Journal of Educational Sciences*, 5(3), 83–96.
- 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.
- Sunyono. 2012. *Buku Model Pembelajaran Berbasis Multiple Representasi (Model SiMayang)*. Aura Printing And Publishing, Bandung.
- Tasker, R., & Dalton, R. 2006. Research into practice: Visualisation of the molecular world using animations. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(2), 141
- 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.
- van Gunsteren, W. F., Dolenc, J., & Mark, A. E. 2008. Molecular simulation as an aid to experimentalists. *Current Opinion in Structural Biology*, 18(2), 149–153.
- Wicaksono, A. 2008. *Efektivitas Pembelajaran*. Erlangga, Jakarta.