

**EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN *DISCOVERY* BERBASIS SIMULASI  
DINAMIKA MOLEKUL UNTUK MENINGKATKAN INTERPRETASI  
MAKNA SISWA PADA MATERI LAJU REAKSI**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**ERVANTINA H  
NPM 2013023036**



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

## ABSTRAK

### EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN *DISCOVERY* BERBASIS SIMULASI DINAMIKA MOLEKUL UNTUK MENINGKATKAN INTERPRETASI MAKNA SISWA PADA MATERI LAJU REAKSI

Oleh

ERVIAN TINA H

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan efektivitas pembelajaran *discovery* berbasis simulasi dinamika molekul untuk meningkatkan interpretasi makna representasi kimia siswa pada materi laju reaksi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuasi eksperimen dengan desain penelitian *Pretest-Posttest Control Group Design*. Populasi pada penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas XI SMA Perintis 2 Bandar Lampung yang mengambil mata pelajaran kimia tahun ajaran 2024/2025 yang berjumlah 432 siswa yang terbagi ke dalam 13 kelas. Sampel pada penelitian ini yaitu kelas XI 5 sebagai kelas kontrol dan XI 11 sebagai kelas eksperimen yang diperoleh melalui Teknik *cluster random sampling*. Pada kelas eksperimen diterapkan model pembelajaran *discovery* berbasis simulasi dinamika molekul dan kelas kontrol diterapkan model pembelajaran *discovery*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata *n-gain* siswa pada kelas eksperimen sebesar 0,70 yang berkategori sedang. Hasil uji t menunjukkan bahwa nilai rata-rata *n-gain* kelas eksperimen berbeda signifikan dengan kelas kontrol. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran *discovery* berbasis simulasi dinamika molekul efektif untuk meningkatkan kemampuan interpretasi makna representasi kimia siswa.

Kata kunci : pembelajaran *discovery*, simulasi dinamika molekul, laju reaksi, kemampuan interpretasi makna

## **ABSTRACT**

### ***EFFECTIVENESS OF DISCOVERY LEARNING BASED ON MOLECULAR DYNAMICS SIMULATION TO IMPROVE INTERPRETATION STUDENTS' MEANING IN REACTION RATE MATERIAL***

**By**

**ERVIAN TINA H**

*This research aims to describe the effectiveness of discovery learning based on molecular dynamics simulations to improve students' interpretation of the meaning of chemical representations in reaction rate material. The method used in this research is a quasi-experimental method with a Pretest-Posttest Control Group Design research design. The population in this study was all students in class. The samples in this study were class XI 5 as the control class and XI 11 as the experimental class which were obtained through cluster random sampling technique. In the experimental class a discovery learning model based on molecular dynamics simulation was applied and in the control class a discovery learning model was applied. The research results show that the average n-gain value of students in the experimental class is 0.70, which is in the medium category. The independent sample t-test results show that the average n-gain value for the experimental class is significantly different from the control class. Based on the research results, it can be concluded that discovery learning based on molecular dynamics simulations is effective in improving students' ability to interpret the meaning of chemical representations.*

*Keywords: discovery learning, molecular dynamics simulation, reaction rate, the ability to interpret meaning*

**EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN *DISCOVERY* BERBASIS SIMULASI  
DINAMIKA MOLEKUL UNTUK MENINGKATKAN INTERPRETASI  
MAKNA SISWA PADA MATERI LAJU REAKSI**

Oleh

**ERVIAN TINA H**

**Skripsi**

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

Pada

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



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

Judul Skripsi : **EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN *DISCOVERY* BERBASIS SIMULASI DINAMIKA MOLEKUL UNTUK MENINGKATKAN INTERPRETASI MAKNA SISWA PADA MATERI LAJU REAKSI**

Nama Mahasiswa : **Erviantina H**

Nomor Pokok Mahasiswa : 2013023036

Program Studi : Pendidikan Kimia

Jurusan : Pendidikan MIPA

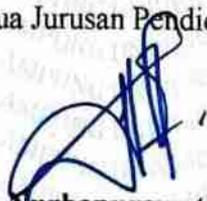
Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan



  
**Lisa Tania, S. Pd., M.Sc.**  
NIP 19860728 200812 2 001

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

2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

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

**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

Ketua

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



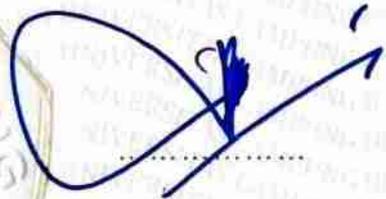
Sekretaris

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



Penguji  
Bukan Pembimbing

: Prof. Dr. Sunyono. M.Si.



2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 24 Desember 2024

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Erviantina H  
NPM : 2013023036  
Program Studi : Pendidikan Kimia  
Jurusan : Pendidikan MIPA  
Judul Skripsi : Efektivitas Pembelajaran *Discovery* Berbasis Simulasi  
Dinamika Molekul Untuk Meningkatkan Interpretasi  
Makna Siswa Pada Materi Laju Reaksi

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 atau 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, 24 Desember 2024  
Yang Membuat Pernyataan,

  
Erviantina H  
NPM 2013023036

## **PERSEMBAHAN**

*Alhamdulillahirobbil'alamin*, ucapan terima kasih dan syukur tak henti terucap atas segala nikmat dan karunia Allah SWT sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Karya ini kupersembahkan untuk;

### **Orang tuaku Bapak Helmi Chaniago (alm) dan Bapak Mohamad Johansyah serta Ibu Sri Mulyati**

Terima kasih untuk segala perjuangan, kasih sayang, dan doa-doa baik yang selalu dipanjatkan. Terima kasih untuk tidak pernah menyerah dalam memperjuangkan pendidikanku. Terima kasih untuk selalu mendukung anak-anaknya agar selalu berproses dan mencapai cita-citanya.

### **Kakakku Ervaliza Helmi**

Terima kasih untuk semua support yang diberikan kepada adikmu. Terima kasih telah banyak ikut memperjuangkan masa depan adikmu. Terima kasih untuk selalu berusaha menjadi kakak yang baik.

### **Para pendidikku (guru dan dosen)**

Terima kasih atas semua ilmu serta bimbingan yang diberikan tanpa pamrih.

### **Muhammad Hazizi**

Terima kasih untuk selalu menemani saya disetiap keadaan. Terima kasih telah menjadi tempat untuk bertukar pikiran dan cerita. Terima kasih untuk perjuangan dan dorongan yang diberikan kepadaku dalam mencapai cita-citaku. Terima kasih untuk selalu berubah menjadi lebih baik demi diriku.

### **Sahabatku**

Seluruh teman seperjuanganku di Pendidikan Kimia yang selalu menemani, menghibur, dan memberiku dukungan.

**Almamaterku tercinta, Universitas Lampung**

## RIWAYAT HIDUP



Penulis memiliki nama lengkap Erviantina H, dilahirkan di Kotabumi pada 26 Oktober 2001, sebagai anak kedua dari dua bersaudara yang merupakan buah hati dari pasangan Bapak Helmi Chaniago (alm) dan Ibu Sri Mulyati. Pendidikan formal diawali di SD Negeri 4 Tanjung Aman yang diselesaikan pada tahun 2014. Kemudian dilanjutkan ke tingkat pertama SMP Negeri 1 Kotabumi yang diselesaikan pada tahun 2017. Pendidikan tingkat atas pada SMA Negeri 1 Kotabumi yang diselesaikan pada tahun 2020, di-

mana pada tahun yang sama penulis diterima menjadi mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan MIPA FKIP Universitas Lampung.

Selama menjadi mahasiswa, pernah aktif dalam organisasi internal kampus seperti Fosmaki Universitas Lampung dan UKM-F Forum Pembinaan dan Pengkajian Islam (FPPI). Pengalaman mengajar dan mengabdikan yang pernah diikuti selama perkuliahan yaitu Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) di SMA Negeri 1 Gunung Labuhan, Kuliah Kerja Nyata (KKN) yang dilaksanakan di Desa Gunung Labuhan Kabupaten Way Kanan, serta Kampus Mengajar Angkatan 6 di SMP Negeri 43 Bandar Lampung.

## MOTTO

Saat tak ada seseorang pun di sisiku,  
Allah selalu ada untukku,  
menolongku, menyelamatkanku,  
mengabulkan doa-doaku,  
yang jauh lebih berarti  
daripada dukungan orang-orang.

(anonim)

“ tidak ada kata terlambat untuk sukses di usia berapapun, karena sejak awalnya kita sudah beda. Tanggal lahir kita beda dan tanggal mati kita juga berbeda semua. Maka hidup bukan perlombaan, tetapi tentang menjadi orang yang lebih baik daripada sebelumnya.”

(Maxwell Salvador)

## UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat serta hidayah-Nya, sehingga skripsi dengan judul “Efektivitas Pembelajaran *Discovery* Berbasis Simulasi Dinamika Molekul untuk Meningkatkan Kemampuan Interpretasi Makna Representasi Kimia pada Materi Laju Reaksi” sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana Pendidikan di FKIP Universitas Lampung dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW dan semoga kita mendapatkan syafa'atnya di hari akhir nanti.

Dalam kesempatan ini disampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Sunyono, M.Si selaku Dekan FKIP Universitas Lampung sekaligus membahas yang telah memberi bimbingan, kritik, dan saran untuk perbaikan skripsi ini.
2. Ibu Dr. Nurhanurawati, M.Pd. selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA
3. Ibu Dr. M. Setyorini, M.Si sebagai Ketua Program Studi Pendidikan Kimia
4. Ibu Lisa Tania, S.Pd., M.Sc., sebagai Pembimbing I serta Pembimbing Akademik, atas perhatian dan kesediannya memberi bimbingan, motivasi serta arahan dalam proses penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Andrian Saputra, S.Pd., M.Sc., selaku Pembimbing II yang atas perhatian dan ketersediaan memberi bimbingan serta motivasi dalam proses penyusunan skripsi ini.
6. Bapak dan Ibu Dosen Pendidikan Kimia dan jurusan Pendidikan MIPA yang telah memberi ilmu selama perkuliahan.
7. Kepada SMA Perintis 2 Bandar Lampung dan Ibu Nia Maulina, S.Pd. selaku guru mitra mata pelajaran kimia yang telah membantu dalam penelitian ini.

8. Bapak Mohammad Johansya dan Ibu Sri Mulyati, selaku orang tua penulis yang telah selalu memberikan dukungan dan doanya demi kelancaran penulis dalam menempuh pendidikan. Terima kasih telah berjuang mengantarkan penulis meraih gelar sarjana.
9. Kakakku Ercalza Helmi yang selalu memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis. Terima kasih untuk selalu menjadi kakak yang baik.
10. Muhammad Hazizi sebagai rekan yang selalu menemani saya disetiap keadaan. Terima kasih telah menjadi tempat penulis untuk bercerita dan berkeluh kesah. Terima kasih untuk segala perjuangan yang diberikan kepada penulis dalam meraih gelar sarjana.
11. Sahabat – sahabatku Justine, Tuti Idawati, Melin, BA (fasya, anfasa, adel, nurul, ika, alvira, anggung) yang telah menemani penulis selama menempuh pendidikan. Terima kasih atas segala motivasi, doa, dan bantuan yang diberikan.
12. Athifah Az-Zahra dan Choirul Anwar selaku tim skripsi laju reaksi. Terima kasih atas segala bantuan dan motivasi yang telah diberikan.
13. Teman-teman Pendidikan Kimia Angkatan 2020, khususnya kelas B terima kasih atas bantuan, motivasi, kasih sayang, canda tawa yang diberikan selama perkuliahan.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah diberikan. Penulis berharap skripsi ini dapat berguna bagi siapapun yang membaca dan bagi peneliti lainnya.

Bandarlampung, 24 Desember 2024

Penulis

Erviantina H

## DAFTAR ISI

Halaman

<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvii</b>
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	5
C. Tujuan Penelitian.....	5
D. Manfaat Penelitian.....	5
E. Ruang Lingkup Penelitian.....	6
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
A. <i>Model Discovery Learning</i> .....	7
B. Representasi Kimia .....	11
C. Kompetensi Representasional .....	12
D. Simulasi Dinamika Molekul.....	13
E. <i>Cone of Experience</i> .....	19
F. Penelitian yang Relevan .....	20
G. Kerangka Berpikir .....	22
H. Anggapan Dasar .....	24
I. Hipotesis.....	25
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>26</b>
A. Populasi dan Sampel Penelitian .....	26
B. Desain Penelitian.....	26
C. Variabel Penelitian .....	27
D. Perangkat Penelitian .....	27
E. Instrumen Penelitian.....	28
F. Prosedur Pelaksanaan Penelitian .....	28
G. Analisis Data .....	31
<b>IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>41</b>
A. Uji Validitas, Reliabilitas, dan Keberfungsian Distraktor Instrumen .....	41

B.	Nilai Rata-rata Pretes dan Postes Keterampilan Kemampuan Interpretasi Makna Representasi Kimia .....	43
C.	<i>N-gain</i> Kemampuan Interpretasi Makna Representasi Kimia.....	44
D.	Uji Perbedaan Dua Rata-rata.....	45
E.	Uji Ukuran Pengaruh ( <i>effect size</i> ) .....	46
F.	Pembelajaran <i>Discovery</i> Berbasis Simulasi Dinamika Molekul.....	47
b.	Capaian Indikator Kemampuan Interpretasi Makna Representasi Kimia .	59
G.	Keterlaksanaan Model Pembelajaran <i>Discovery</i> Berbasis Simulasi Dinamika Molekul.....	65
<b>V.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>40</b>
A.	Kesimpulan.....	40
B.	Saran.....	40
	<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>63</b>
	<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>73</b>
1.	Modul Ajar (RPP) kurikulum merdeka kelas eksperimen .....	74
2.	Modul ajar (RPP) kurikulum merdeka kelas kontrol .....	85
3.	LKPD 1 kelas kontrol.....	93
4.	LKPD 2 kelas eksperimen.....	97
5.	Rubrik soal interpretasi makna.....	104
6.	Soal pretes dan postes.....	108
7.	Lembar observasi .....	110
8.	Hasil Uji Coba Soal Instrumen.....	120
9.	Output Uji Validitas, Reliabilitas, dan Keberfungsian distraktor .....	123
10.	Hasil Nilai Pretes Postes Kelas Kontrol dan Eksperimen .....	126
11.	<i>N-gain</i> Kelas Eksperimen dan Kontrol .....	130
12.	Lembar Observasi Keterlaksanaan Model <i>Discovery</i> Simulasi Dinamika Molekul. ....	133
13.	Perhitungan Hasil Keterlaksanaan Model <i>Discovery</i> berbasis Simulasi dinamika molekul. ....	142
14.	Surat keterangan penelitian .....	144
15.	Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian.....	145

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Penelitian Relevan.....	20
2. Desain Penelitian <i>Pretest-Posttest Control Group Design</i> .....	26
3. Kriteria Tingkat Kesukaran.....	33
4. Interpretasi Daya Pembeda .....	34
5. Kriteria Derajat Reliabilitas .....	35
6. Klasifikasi <i>n-gain</i> .....	36
7. Kriteria <i>Effect Size</i> .....	39
8. Tingkat Kesukaran Soal .....	41
9. Daya Pembeda Soal .....	42
10. Hasil Koefisien Korelasi .....	42
11. Hasil Uji Keberfungsian Distraktor (Pengecoh) Pada Tiap Opsi.....	43
12. Hasil Uji Normalitas Terhadap Nilai <i>n-gain</i> Kemampuan Interpretasi Makna Representasi Kimia .....	45
13. Hasil Uji <i>effect size</i> .....	47

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Segitiga kimia menurut Johnstone (1991).....	11
2. Halaman beranda <i>PhET Interactive Simulation</i> .....	15
3. Tampilan Simulasi menggunakan <i>PhET Interactive Simulation</i> .....	16
4. Beberapa Pilihan Simulasi dari <i>The Connected Chemistry Curriculum</i> .....	17
5. Tampilan Simulasi menggunakan <i>The Connected Chemistry Curriculum</i> .....	18
6. Kerucut Pengalaman Dale (Dale's Cone Experience).....	20
7. Kerangka berfikir.....	24
8. Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	31
9. Hasil Rata-rata Nilai Pretes dan Postes Kelas Eksperimen dan Kontro.....	44
10. Sebaran Nilai <i>n-gain</i> Kelas Kontrol dan Eksperimen.....	45
11. Simulasi Dinamika Molekul Pengaruh Konsentrasi Terhadap Laju Reaksi. ...	50
12. Simulasi Dinamika Molekul Pengaruh (a) Luas Permukaan Kecil, (b) Luas Permukaan Besar Terhadap Laju Reaksi.....	51
13. Simulasi Dinamika Molekul (a) Pengaruh Katalis, (b) Pengaruh Suhu Terhadap Laju Reaksi.....	53
14. Jawaban siswa kelompok 1 dalam mengidentifikasi representasi.....	54
15. Jawaban Siswa Kelompok 1 dalam Menganalisis Representasi.....	55
16. Jawaban kesimpulan siswa kelompok 2 pada LKPD 1 dari kelompok 2.....	57
17. Jawaban kesimpulan siswa kelompok 2 pada LKPD 2.....	57
18. Jawaban kesimpulan siswa kelompok 1 pada LKPD 3.....	58
19. Jawaban kesimpulan siswa kelompok 1 pada LKPD 4.....	58
20. Rata-rata Nilai Postes Indikator 1 dan 2 pada Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen.....	60
21. (a) soal uji indikator 1, (b), (c), dan (d) jawaban siswa kelas eksperimen.....	62
22. Soal (a) uji indikator 2 (b), (c) dan (d) jawaban siswa pada kelas.....	64

23. Rata-rata persentase keterlaksanaan pembelajaran <i>discovery</i> berbasis simulasi dinamika molekul.....	66
---	----

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Ilmu kimia mempelajari berbagai fenomena disekitar kita, seperti interaksi antar atom, molekul, ion, serta pelarutan suatu zat dalam sebuah pelarut, yang tentu tidak dapat dirasakan secara langsung oleh panca indera manusia (Mathewson, 2005; Gkitzia *et al.*, 2020), untuk mencapai pemahaman yang koheren mengenai suatu reaksi kimia adalah hal yang sulit bagi siswa yang dalam pembelajarannya menggunakan kurikulum yang hanya menampilkan gambar di dalam buku teks (Gabel, 1999). Hal ini dikarenakan gambar-gambar tersebut tidak menyampaikan atau menampilkan interaksi dinamis molekul atau atom (Pedrosa & Dias, 2000).

Konsep ilmu kimia serta keabstrakannya dapat dipahami oleh siswa dengan pembelajaran berbasis representasi kimia (Sunyono, 2012). Representasi sering kali digunakan dalam penjelasan fenomena makroskopis dan sebagai cara mengkomunikasikan ide-ide kimia (Johnstone, 1993; Treagust *et al.*, 2003). Representasi kimia memiliki tiga komponen dasar, yaitu makroskopis, yang mengarah pada fenomena yang berwujud, dapat dimakan dan terlihat; submikroskopis mengarah pada molekuler, atom, dan kinetik; serta simbolik yang mengarah pada simbol, persamaan, stoikiometri, dan matematika (Gabel 1999; Johnstone, 1993). Makroskopis, simbolik, dan submikroskopis berhubungan langsung satu sama lain yang dilibatkan dalam menerjemahkan representasi kimia (Sim & Daniel, 2014).

Banyak penelitian yang menunjukkan bahwa peserta didik pada semua tingkatan mengalami kesulitan dalam menerjemahkan dan menggunakan representasi kimia (Gabel, 1999; Heitzman & Krajeik, 2005; Kozma & Russell, 1997; Sim & Daniel,

2014; Wu, Krajcik, & Soloway, 2001). Hal ini dikarenakan representasi kimia tidak hanya menuntut peserta didik untuk memahami konsep kimia dan representasi kimia yang terlibat, tetapi juga kemampuan untuk menerjemahkan antar representasi (Sim & Daniel, 2014). Menerjemahkan representasi kimia merupakan bagian dari kompetensi representasional (Heitzman dan Krajcik, 2005; Kozma dan Russell, 2005). Kompetensi representasional dapat diartikan sebagai seperangkat keterampilan yang berhubungan dengan bagaimana siswa menggunakan representasi untuk pembelajaran dan pemecahan masalah (Stieff & DeSutter, 2021). Sehingga kompetensi representasional menjadi keterampilan yang diperlukan dalam pembelajaran kimia (Treagust *et al.*, 2003). Salah satu kompetensi representasional yang akan diteliti yaitu kemampuan interpretasi makna, yang dicapai apabila siswa mampu menggunakan kata – kata untuk mengidentifikasi serta mampu menganalisis ciri – ciri tertentu representasi (seperti grafik koordinat) dan pola fitur (perilaku molekul dalam animasi) (Kozma & Russell, 2005; Sim & Daniel, 2014).

Pengembangan kompetensi representasional dapat menggunakan alat visualisasi berbasis komputer (Kozma & Russell, 1997; Stieff, 2005; Stieff & Wilensky, 2003 ; Wu, Krajcik, & Soloway, 2001). Visualisasi mempermudah siswa dalam mempelajari dan berinteraksi dengan reaksi kimia di tingkat molekuler (Starkey *et al.*, 2006). Visualisasi sendiri terdiri atas tanda – tanda visual yang bersifat statis dan dinamis (Gkitzia *et al.*, 2020). Visualisasi statis berupa bingkai tunggal dan gambar yang tidak berubah seiring waktu, sehingga tidak menampilkan sebuah proses (Mešić *et al.*, 2015; Wu *et al.*, 2013), sedangkan visualisasi dinamis membantu siswa dalam meningkatkan pemahaman molekuler mengenai konsep, dengan cara memberikan representasi proses yang biasanya tidak dapat dilihat secara langsung oleh mata manusia (Höffler & Leutner, 2007). Salah satu alat visualisasi dinamis berbasis komputer adalah simulasi interaksi pada skala atomik yang dapat meningkatkan pemahaman siswa terkait hubungan representasi simbolik dengan sub-mikroskopis (Starkey *et al.*, 2006).

Berdasarkan hasil wawancara bersama guru kimia kelas XI di SMA Perintis 2 Bandarlampung, diketahui bahwa pembelajaran yang dilaksanakan telah menggunakan Kurikulum Merdeka. Guru telah menerapkan model *inquiry learning* dalam pembelajaran kimia. Namun terdapat kendala, yaitu kurangnya responsif siswa selama proses pembelajaran, sehingga guru memutuskan untuk menggunakan model pembelajaran konvensional dengan metode ceramah. Pembelajaran kimia yang dilaksanakan belum melibatkan penggunaan tiga level representasi secara bersamaan dalam proses pembelajaran, representasi kimia yang lebih sering digunakan berupa representasi simbolik saja. Representasi submikroskopis pernah dilibatkan dalam pembelajaran kimia, yaitu penggunaan *molymod* saat materi tata nama senyawa karbon. Representasi makroskopis dilibatkan pada materi yang menggunakan metode praktikum. Namun, berdasarkan pernyataan guru kelas XI, praktikum baru dapat dilaksanakan pada materi asam – basa, dikarenakan laboratorium sekolah yang sedang direnovasi, sehingga tidak dapat digunakan secara maksimal. Saat proses pembelajaran, guru belum pernah menggunakan software atau media pembelajaran yang dapat memvisualisasikan fenomena kimia pada tingkat makroskopis, simbolik, dan submikroskopis. Pada saat materi laju reaksi guru menggunakan metode ceramah dengan menjelaskan materi yang terdapat pada papan tulis, lalu melakukan praktikum secara berkelompok yang hasilnya kemudian dipresentasikan oleh siswa, serta mengerjakan soal latihan. Padahal materi laju reaksi sangat membutuhkan keterlibatan tiga level representasi kimia (makroskopis, simbolik, dan submikroskopis) secara bersamaan dalam membantu siswa memahami konsep laju reaksi. Tidak terlaksananya keterlibatan tiga level representasi kimia secara bersamaan, tentu mempengaruhi kompetensi representasional terutama pada kemampuan interpretasi makna siswa yang menjadi rendah.

Untuk mengatasi tantangan keterbatasan kemampuan interpretasi makna representasi kimia, maka diperlukan sebuah model pembelajaran berbasis simulasi dinamika molekul yang telah terintegrasi ketiga tingkat representasi kimia, yaitu makroskopis, submikroskopis, dan simbolik. Penggunaan simulasi dinamika molekul cocok diterapkan pada pembelajaran penemuan, yaitu pembelajaran *discovery* (Castronova, 2002; van Joolingen & de Jong, 1996). Maka penggunaan

model *discovery* berbantuan simulasi dinamika molekul cocok diintegrasikan dalam meningkatkan pemahaman interpretasi makna representasi kimia level submikroskopis. Adapun sintaks model *discovery learning* menurut Bruner (1961) yaitu *stimulation* (pemberian rangsangan), *problem statment* (identifikasi masalah), *data collection* (pengumpulan data), *data processing* (pengolahan data), *verification* (verifikasi), serta *generalization* (menarik kesimpulan).

Penerapan model *discovery learning* berbantuan simulasi dinamika molekul cocok dalam meningkatkan pemahaman interpretasi makna siswa. Pada tahap pengumpulan data siswa dapat mengidentifikasi fitur dan pola fitur representasi kimia, dilanjutkan pada tahap pengolahan data siswa menganalisis fitur dan pola fitur representasi kimia, yang diakhiri penarikan kesimpulan siswa mampu menggunakan kata – kata untuk mengidentifikasi dan menganalisis fitur dan pola fitur representasi kimia. Media simulasi berbasis dinamika molekul bernama *The Connected Chemistry Curriculum* dan PhET (*Phisic Education Technology*). PhET merupakan salah satu media pembelajaran yang memanfaatkan teknologi serta menyediakan simulasi fenomena fisik yang bersifat gratis serta interaktif, yang membuat siswa lebih nyata dalam mengamati fenomena yang ada (Wuryaningsih & Suharno, 2014), sedangkan *The Connected Chemistry Curriculum* merupakan simulasi yang disediakan menekankan bagaimana interaksi submikroskopis antara objek molekul yang kemudian menghasilkan konsep makroskopis yang saling berhubungan dengan representasi simbolik (Stieff, 2011).

Berdasarkan pertimbangan uraian diatas, maka dipandang perlu dilakukan suatu penelitian yang berjudul “ Efektivitas Pembelajaran *Discovery* Berbasis Simulasi Dinamika Molekul untuk Meningkatkan Interpretasi Makna Siswa pada Materi Laju Reaksi.”

## **B. Rumusan Masalah**

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

Bagaimana efektivitas model *discovery* berbantuan simulasi dinamika molekul untuk meningkatkan kemampuan interpretasi makna representasi kimia pada materi laju reaksi?

## **C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang dikemukakan, maka tujuan dilakukannya penelitian ini sebagai berikut:

Mendeskripsikan efektivitas pembelajaran *discovery* berbasis simulasi dinamika molekul untuk meningkatkan kemampuan interpretasi makna representasi kimia pada materi laju reaksi.

## **D. Manfaat Penelitian**

Dari efektivitas model pembelajaran *discovery* berbasis simulasi dinamika molekul untuk meningkatkan pemahaman level submikroskopis siswa pada materi laju reaksi yang dihasilkan diharapkan dapat bermanfaat bagi :

### **1. Siswa**

Dapat memberikan pengalaman pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi dinamika molekul untuk meningkatkan pemahaman level submikroskopis pada materi laju reaksi.

### **2. Guru**

Dapat membantu dalam memvisualisasikan submikroskopis representasi kimia pada materi laju reaksi, sehingga membantu mengatasi kesulitan pembelajaran pada siswa.

3. Sekolah

Dapat dijadikan media pembelajaran sebagai sumbangan yang baik dalam memperbaiki kualitas dan proses pembelajaran kimia di sekolah, terutama pada materi laju reaksi.

4. Peneliti lain

Dapat dijadikan referensi atau rujukan oleh peneliti lain dalam mengkaji penelitian yang sama.

### E. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Pembelajaran dikatakan efektif apabila *n-gain* rata-rata dari kelas eksperimen minimal berkategori sedang dan terdapat juga perbedaan *n-gain* rata-rata yang lebih tinggi secara signifikan dari kelas eksperimen.
2. Sintaks model *discovery learning* menurut Bruner (1962) terdiri atas 6 tahapan, yaitu *stimulation* (pemberian rangsangan), *problem statment* (identifikasi masalah), *data collection* (pengumpulan data), *data processing* (pengolahan data), *verification* (verifikasi), serta *generalization* (menarik kesimpulan).
3. Media simulasi berbasis dinamika molekul bernama PhET (*Physic Education Technology*) melalui website <http://phet.colorado.edu> (Perkins *et al.*, 2006), juga simulasi bernama *The Connected Chemistry Curriculum* yang dapat diakses melalui web (<https://connchem.org/>).
4. Kemampuan representasional yang diteliti adalah kemampuan interpretasi makna dengan indikator yaitu mengidentifikasi dan menjelaskan pola fitur representasi kimia (perilaku molekul dalam animasi). Profil kemampuan interpretasi makna sesuai dengan kriteria penilaian menurut Kozma & Russell (2005).
5. Cakupan materi laju reaksi yaitu faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Model *Discovery Learning*

Menurut Bruner *discovery learning* dapat diartikan sebagai pembelajaran yang berlangsung ketika siswa tidak disajikan materi dalam bentuk akhir, melainkan siswalah yang mengonstruksikannya sendiri (Akpan & Kennedy, 2020; Budiningsih, 2005; Lefancois 1986). Bruner (1961) menyatakan bahwa tindakan memahami pengalaman belajar diandalkan pada struktur kognitif internal. Oleh karena itu, ia mendefinisikan *discovery learning* sebagai penyelidikan, yang terjadi dalam situasi pemecahan masalah (Ormrod, 1995; Van Joolingen 1999). Model ini mempunyai skenario memecahkan masalah yang disajikan, dengan cara membimbing siswa untuk dapat menemukan sesuatu melalui proses – proses pembelajaran yang dilakukannya. Siswa dibiasakan untuk menjadi seseorang saintis yang tidak hanya sebagai pemakai atau pengguna, melainkan juga dapat berperan aktif sebagai pelaku dari terciptanya ilmu pengetahuan (Kosasih, 2014).

Model *discovery learning* berfokus pada siswa, dengan ciri utama siswa mengalami proses mengaitkan antara pengetahuan yang sudah ia miliki sebelumnya, dengan pengetahuan baru yang sedang ia pelajari dengan mencari informasi dari berbagai sumber sehingga ditemukan solusi pemecahan masalah (Akpan & Kennedy, 2020; Hosnan, 2014), hal ini sejalan dengan hasil penelitian Nugrahaeni (2017) bahwa penggunaan model pembelajaran *discovery learning* mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Penerapan model pembelajaran *discovery learning* memposisikan guru sebagai pembimbing untuk mengarahkan siswa agar aktif dalam proses pembelajaran, serta membimbing kegiatan pembelajaran agar sesuai dengan tujuan. Kondisi

inilah yang telah mengubah kegiatan pembelajaran yang biasanya *teacher oriented* menjadi *student oriented* (Sardiman, 2005), dimana guru memberikan Lembar Kerja Siswa (LKS) kepada peserta didik, dan peserta didik diminta memperoleh sesuatu yang baru menggunakan kemampuannya sendiri dengan mendapat bimbingan dari guru (Jana & Fahmawati, 2020). Oleh karena itu, model *discovery learning* dapat meningkatkan domain kognitif serta aktifan siswa dalam proses pembelajaran (Baharuddin & Wahyuni 2007).

Terdapat dua jenis pembelajaran penemuan atau *discovery learning*, yaitu pembelajaran penemuan bebas (*free discovery learning*) ialah pembelajaran penemuan tanpa memperoleh arahan ataupun petunjuk, dan pembelajaran penemuan terbimbing (*guided discovery learning*) ialah pembelajaran yang membutuhkan guru dalam proses pembelajaran sebagai fasilitator (Suprihatiningrum, 2014). Model *discovery learning* dapat disajikan dalam dua bentuk, yaitu, sistem satu arah, penyajian satu arah sesuai dengan petunjuk guru, siswa dirangsang melakukan proses *discovery* di depan kelas, dengan cara guru memberikan suatu masalah, kemudian siswa memecahkan masalah tersebut dengan langkah-langkah *discovery* dan sistem dua arah, pada sistem ini, siswa dilibatkan dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan guru. Siswa melakukan *discovery*, dan guru yang membimbing mereka ke arah yang tepat (Oemar H, 2009).

Sebelum memulai proses pembelajaran menggunakan model *discovery learning* terlebih dahulu dilakukan perencanaan sebagai berikut (Strauning H, 2023):

- a. Menentukan Kompetensi Dasar (KD) serta meluaskannya dalam tujuan pembelajaran dengan indikator-indikatornya.
- b. Memilah masalah yang layak dengan mempertimbangkan tingkat kesulitannya, sehingga peserta didik dapat dapat menemukan jawaban yang sesuai.
- c. Menyusun kegiatan serta perangkat pembelajaran yang dibutuhkan peserta didik dalam proses pembelajaran penemuan.
  - 1) Kegiatan pembelajaran, contoh siswa perorang, diskusi kelompok, pengamatan lapangan, atau melakukan kunjungan ke perpustakaan.

- 2) Perangkat pembelajaran, contoh buku-buku referensi, media pembelajaran, serta instrumen pembelajaran.

Setelah semua perencanaan telah disiapkan, selanjutnya adalah langkah – langkah secara umum aplikasi model *discovery learning* (Bruner, 1961; Daryanto, 2014):

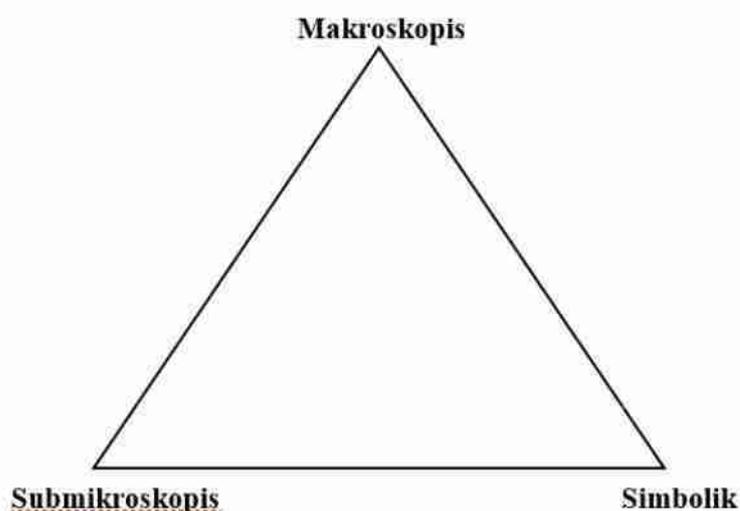
- a. *Passing Stimulation* (Pemberian Rangsangan)  
Pada tahap stimulasi guru memulai kegiatan pembelajaran dengan mengajukan pertanyaan, menyarankan sumber bacaan, serta mengarahkan pada proses pemecahan masalah. Pertanyaan yang diajukan oleh guru harus bersifat mendorong keinginan siswa untuk bereksplorasi. Pada tahap ini tidak boleh ada generalisasi yang dapat menyebabkan siswa mengalami kebingungan.
- b. *Problem Statement* (Pernyataan/ Identifikasi Masalah)  
Pada tahap ini guru mengarahkan siswa untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin masalah yang relevan dengan materi pelajaran, kemudian dari masalah yang diidentifikasi, siswa memilih satu untuk dirumuskan dalam bentuk jawaban sementara atas pertanyaan masalah (hipotesis).
- c. *Data Collection* (Pengumpulan Data)  
Pada tahap ini, peserta didik mengumpulkan informasi yang relevan untuk membuktikan benar atau tidaknya hipotesis yang telah mereka rumuskan sebelumnya. Proses pengumpulan informasi dapat berupa membaca literatur, mengamati objek, wawancara terhadap narasumber, melakukan uji coba (praktikum) dan sebagainya.
- d. *Data Processing* (Pengolahan Data)  
Tahap pengolahan data merupakan kegiatan mengolah dan menafsirkan data dan informasi yang telah diperoleh siswa pada tahap *data collection*. Semua informasi dan data yang telah dikumpulkan selanjutnya diolah, diacak, diklasifikasikan, ditabulasi dan dihitung serta ditafsirkan dengan cara tertentu.
- e. *Verification* (Pembuktian)  
Siswa melakukan pemeriksaan secara teliti untuk membuktikan benar atau tidaknya hipotesis yang telah ia rumuskan dengan temuan alternatif, dan dihubungkan dengan hasil data processing.
- f. *Generalization* (Menarik Kesimpulan/Generalisasi)

Pada tahap ini siswa diarahkan untuk menarik sebuah kesimpulan yang dijadikan prinsip umum dan berlaku untuk semua kejadian atau masalah yang sama nantinya, dengan memperhatikan hasil pada tahap verifikasi.

Bruner (1961) menghipotesiskan empat manfaat pembelajaran penemuan, yaitu peningkatan potensi intelektual, motivasi intrinsik, pembelajaran heuristik penemuan, dan peningkatan penggunaan memori (Akpan & Kennedy, 2020), sedangkan kelebihan model *discovery learning* menurut Kurniasih (2014), yaitu 1) membantu siswa untuk memperbaiki serta meningkatkan keterampilan dan proses kognitif yang dimilikinya; 2) pengetahuan yang didapatkan dengan menggunakan metode pembelajaran ini bersifat pribadi dan ampuh menguatkan pengertian konsep, ingatan, serta transfer ilmu pengetahuan; 3) menimbulkan rasa senang, tumbuhnya rasa menyelidiki serta keinginan untuk berhasil pada siswa; 4) memungkinkan siswa untuk berkembang secara cepat sesuai dengan kecapatannya sendiri; 5) siswa dapat mengarahkan sendiri kegiatan belajarnya dengan melibatkan akal dan motivasinya; 6) membantu siswa memperkuat konsepnya sendiri, dikarenakan mendapatkan kepercayaan untuk bekerja sama dengan siswa lainnya; 7) berpusat pada siswa sedangkan guru berperan aktif memberikan gagasan, guru juga berperan sebagai siswa, dan sebagai peneliti; 8) membantu menghilangkan rasa keraguan siswa karena mengarah pada kebenaran yang bersifat final dan pasti; 9) membuat siswa mengerti konsep dasar dan ide lebih baik; 10) meningkatkan ingatan dan transfer ilmu kepada situasi proses belajar yang baru; 11) mendorong siswa berpikir dan bekerja atas inisiatifnya sendiri; 12) mendorong peserta didik untuk berpikir secara rasional dan mampu merumuskan hipotesis sendiri; 13) memberikan keputusan yang bersifat intrinsik, sehingga suasana pembelajaran menjadi lebih teransang; 14) proses belajar melibatkan sesama aspek siswa untuk menuju pembentukan manusia seutuhnya; 15) meningkatkan tingkat penghargaan terhadap siswa; 16) kemungkinan siswa belajar dengan memanfaatkan berbagai sumber belajar; 17) mengembangkan bakat dan kecakapan individu pada siswa.

## B. Representasi Kimia

Representasi biasa digunakan dalam menjelaskan fenomena makroskopis dan sebagai cara untuk mengkomunikasikan ide-ide kimia (Johnstone, 1993; Treagust *et al.*, 2003), mewakili atom, molekul, ion, senyawa, rumus serta struktur (Wu & Shah, 2004). Representasi juga memiliki peran dalam pemahaman siswa mengenai konsep kimia serta bagaimana siswa dapat menggunakan representasi tersebut untuk mendukung pemahaman mereka dalam pembelajaran kimia yang efektif (Farheen & Lewis, 2021). Representasi kimia mencakup tiga level, yaitu representasi makroskopis, representasi submikroskopis, serta representasi simbolik (Ahmar dkk., 2020; Gabel 1999; Johnstone, 1993). Makroskopis sendiri merujuk pada suatu yang berwujud, dapat dimakan, dan terlihat; submikroskopis merujuk pada molekuler, atom, serta kinetik; dan simbolik merujuk pada simbol, persamaan, stoikiometri, serta matematika (Gabel 1999; Gkitzia *et al.*, 2020; Johnstone, 1993). Menghubungkan level – level tersebut merupakan dasar untuk memahami ilmu kimia modern (National Research Council, 2011).



Gambar 1. Segitiga kimia menurut Johnstone (1991)

Pada skema diatas, level simbolik tidak lepas dari ranah makroskopis dan submikroskopis yang menyangkut representasi dan komunikasi konsep dan model yang dikembangkan pada dua level tersebut. Pencapaian pemahaman yang ber-

makna, membutuhkan kemampuan seseorang untuk berpikir tingkat submikroskopis (membayangkan apa yang terjadi pada partikel zat) dan menjelaskan fenomena di tingkat makroskopis (apa yang diamati di laboratorium) serta menggunakan simbol – simbol ilmiah untuk mendeskripsikannya. Maka pemahaman konseptual mengenai konsep dan fenomena kimia mengharuskan siswa untuk secara bersamaan melibatkan tiga level (Sim & Daniel, 2014; Taber, 2013). Tidak selarasnya pemahaman siswa pada ketiga level representasi akan mengakibatkan siswa kesulitan dalam menghubungkan konsep kimia ke dalam kehidupan sehari – hari (Jansoon *et al.*, 2009).

### C. Kompetensi Representasional

Kompetensi representasional adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan serangkaian keterampilan praktik seseorang dalam menggunakan berbagai representasi secara reflektif atau visualisasi, sendiri maupun bersama - sama, untuk dipikirkan, dikomunikasikan, serta ditindaklanjuti terkait fenomena kimia yang kaitannya dengan entitas fisik yang mendasari dan proses persepsi (Kozma & Russell, 1997). Kompetensi representasional menjadi keterampilan yang diperlukan dalam pembelajaran kimia (Treagust *et al.*, 2003).

Berikut merupakan keterampilan dari kurikulum substantif kompetensi representasional yang dikemukakan oleh para ahli kimia (Kozma & Russell, 2005) :

- a) Kemampuan menggunakan representasi untuk memaparkan fenomena kimia yang dapat diamati dalam suatu entitas dan proses molekuler yang mendasarinya.
- b) Kemampuan untuk memproduksi atau memilih representasi dan menjelaskan alasan representasi tersebut sesuai untuk tujuan tertentu.
- c) Kemampuan menggunakan kata – kata untuk mengidentifikasi dan menganalisis ciri – ciri tertentu representasi (seperti grafik koordinat) dan pola fitur (perilaku molekul dalam animasi).
- d) Kemampuan untuk mendeskripsikan representasi yang berbeda dapat mengatakan hal yang sama dengan cara yang berbeda dan menjelaskan cara satu

representasi dapat mengatakan sesuatu berbeda atau sesuatu yang tidak dapat dijelaskan oleh orang lain.

- e) Kemampuan untuk membuat hubungan antar representasi yang berbeda, untuk memetakan fitur dari satu jenis representasi ke representasi lainnya, dan untuk menjelaskan hubungan di antara mereka.
- f) Kemampuan untuk mengambil posisi epistemologis yang sesuai dengan representasi namun berbeda dengan fenomena yang diamati.
- g) Kemampuan menggunakan representasi dan ciri – cirinya dalam situasi sosial sebagai bukti untuk mendukung klaim, menarik kesimpulan, dan membuat prediksi tentang fenomena kimia yang diamati.

Berdasarkan keterampilan kompetensi representasional, kemampuan interpretasi makna dapat dicapai dengan indikator sebagai berikut (Kozma & Russell, 2005) :

1. Kemampuan untuk mengidentifikasi fitur dan pola fitur representasi kimia berdasarkan faktor laju reaksi yang mempengaruhi.
2. Kemampuan untuk menjelaskan fitur dan pola fitur laju reaksi ketika kondisi diubah.

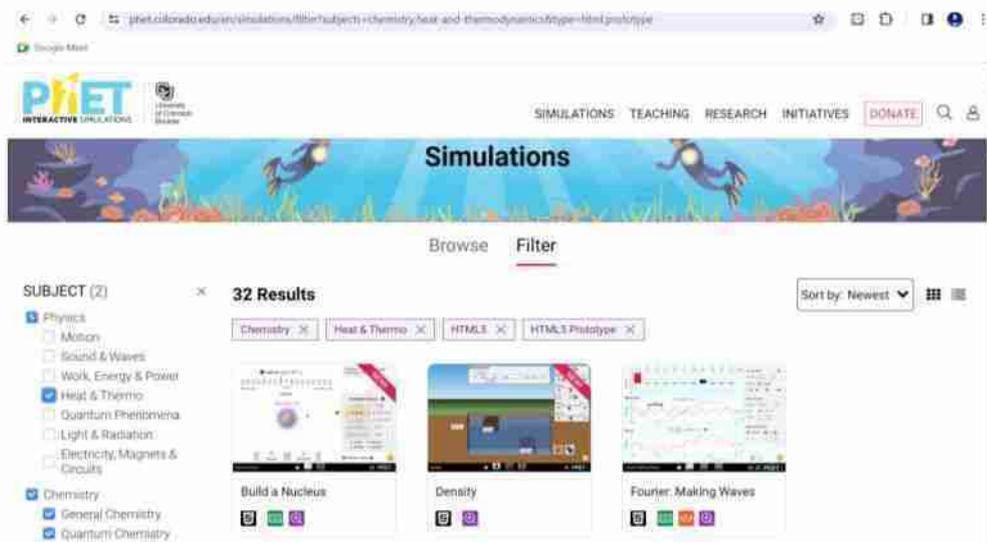
#### **D. Simulasi Dinamika Molekul**

Simulasi dinamika molekul dapat bekerja sebagai penghubung dunia mikroskopis dan dunia makroskopis atas fenomena di laboratorium (Kumar dkk., 2011). Visualisasi molekul berbasis komputer serta animasi dalam bentuk tiga dimensi yang diintegrasikan dalam pembelajaran dapat membantu siswa memiliki kemampuan representasional (Gilbert, 2005). Pembelajaran berbantuan simulasi molekul dapat membantu siswa dalam memrepresentasikan molekul pada level submikroskopis (Daryanto, 2011). Interaksi atom menjadi lebih mudah dipahami oleh peserta didik dengan menggunakan simulasi molekul interaktif serta visualisasi kimia (Starkey *et al.*, 2006).

Simulasi dinamika molekul dan perangkat lunak dengan model molekul terkomputerisasi adalah metode pembelajaran yang dapat meningkatkan pemahaman

konseptual siswa (Koomson *et al.*, 2020). Tujuan penggunaan simulasi dinamika molekul serta perangkat lunak pemodelan molekul terkomputerisasi cocok dengan filsafat konstruktivisme dan teori konseptual. Simulasi komputer memiliki potensi yang baik untuk meningkatkan proses pembelajaran konsep yang membuat siswa terlibat aktif dalam pembelajaran berbasis pengalaman merupakan kunci pembangunan pengetahuan baru (Liu & Lesniak, 2005). Pembelajaran virtual merupakan bentuk pembelajaran yang diadaptasi secara luas seiring dengan peningkatan pengalaman siswa baik di dalam maupun luar kelas. Dengan memperkenalkan simulasi kepada siswa sebagai bentuk pembelajaran di dalam kelas, siswa dapat terfokus dalam tujuan pembelajaran dengan dibantu oleh simulasi. Tujuan tersebut yaitu kemampuan untuk terlibat dalam eksplorasi ilmiah, seperti aktif mengajukan pertanyaan, merancang percobaan, serta menganalisis data. Meningkatkan pemahaman konseptual dalam menggunakan suatu model, menentukan sebab – akibat suatu hubungan, serta representasi. Tujuan lainnya adalah menghubungkan pengetahuan yang dimiliki dengan kehidupan sehari – hari, memandang sains sebagai hal yang menyenangkan, serta memiliki pengalaman belajar (Moore *et al.*, 2013).

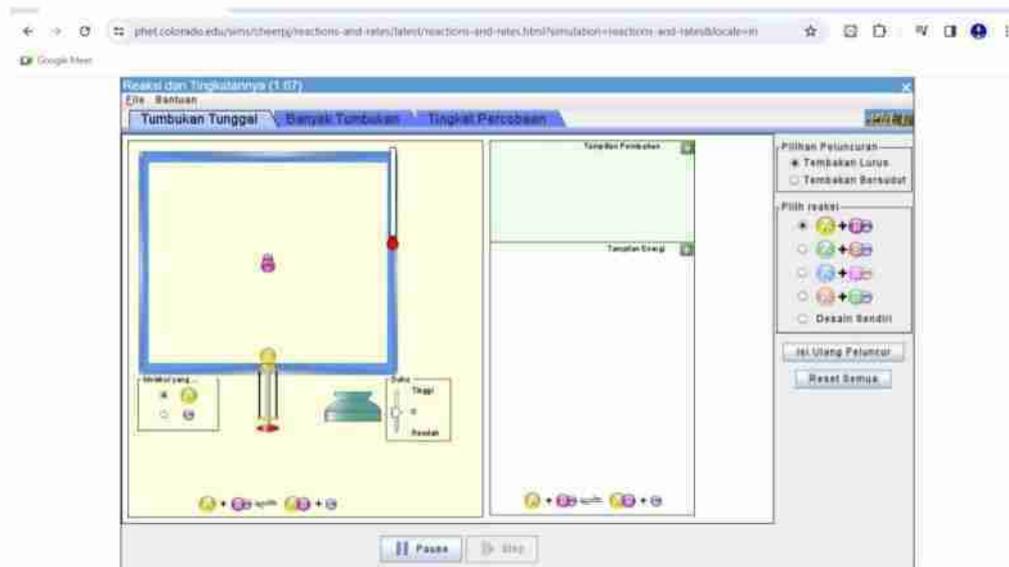
Pada pembelajaran kimia, menyampaikan materi menggunakan visualisasi animasi serta simulasi dinamika molekul dapat membangun imajinasi siswa serta membantu siswa dalam memahami konsep – konsep kimia yang abstrak dan kompleks (Gilbert, 2005). Salah satu media pembelajaran yang memanfaatkan teknologi serta menyediakan simulasi fenomena fisik adalah virtual laboratory PhET (Physics Education Technology) yang bersifat gratis serta interaktif, yang membuat siswa lebih nyata dalam mengamati fenomena yang ada (Wuryaningsih & Suharno, 2014).



Gambar 2. Halaman beranda PhET *Interactive Simulation*

Sumber : <http://phet.colorado.edu>

PhET (*Physic Education Technology*) adalah media pembelajaran yang dikembangkan oleh Universitas Colorado (Moore *et al.*, 2014). Simulasi PhET tersedia dalam bentuk Java dan Flash, sehingga dapat digunakan langsung melalui website <http://phet.colorado.edu> serta melalui aplikasi dengan cara diunduh pada perangkat komputer dan digunakan secara offline (Perkins *et al.*, 2006). Ada beberapa fitur simulasi PhET yang umum, yaitu (i) elemen yang familiar seperti audio, speaker serta faucet yang dapat membangun koneksi dunia nyata; (ii) representasi visual untuk menampilkan suatu hal yang tidak dapat dilihat mata secara langsung (contoh gerakan molekul udara dalam gelombang suara); (iii) beragam representasi mendorong lebih banyak pemahaman (contoh tekanan perbedaan divisualisasikan oleh kepadatan molekul udara, dan berdasarkan grafik tekanan versus waktu); (iv) dapat memanipulasi variabel secara langsung (terdapat slider yang dapat mengontrol frekuensi serta amplitudo gelombang); (v) terdapat instrumen pengukuran yang bersifat kuantitatif dan analisis (contoh pita pengukuran, jam, serta tekanan); (vi) grafik animasi telah diuji untuk memastikan interpretasi yang ditampilkan benar dan sesuai; (vii) bersifat distorsi dan penyederhanaan realitas untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran (Wieman *et al.*, 2008).



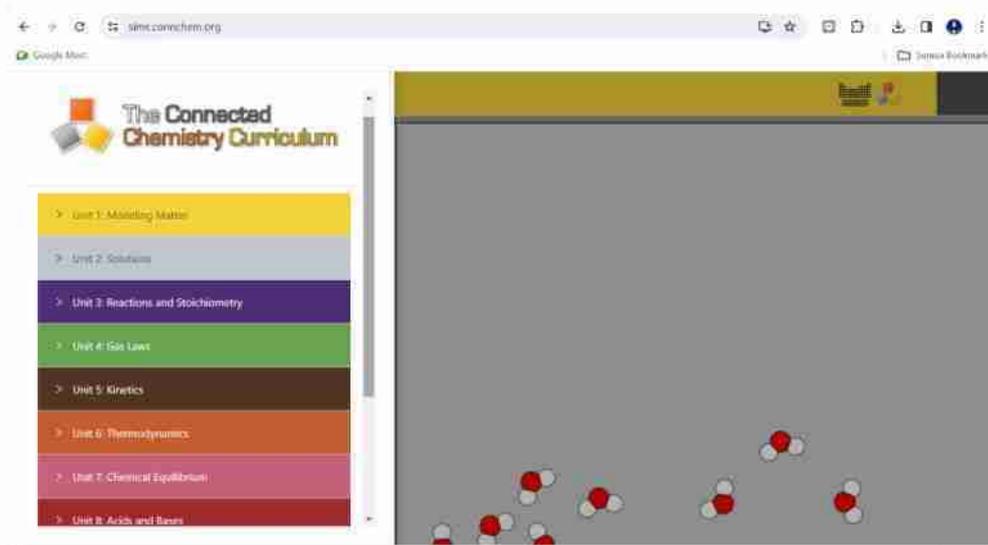
Gambar 3. Tampilan Simulasi menggunakan PhET *Interactive Simulation*

Sumber : <http://phet.colorado.edu>

Penerapan simulasi PhET di laboratorium banyak memiliki manfaat bagi pengalaman siswa. Salah satu manfaat adalah kemungkinan baru untuk bereksperimen dengan cara yang berbeda. Karena tidak semua kelas memiliki peralatan yang memungkinkan, maka simulasi memungkinkan siswa untuk bereksperimen dan aktif pada kegiatan yang sulit dilakukan atau praktis dalam situasi nyata (Wieman *et al.*, 2010). Simulasi PhET menggunakan pendekatan scaffolding yang dapat meningkatkan hasil pembelajaran siswa (Eveline *et al.*, 2019). Serta memungkinkan siswa untuk mempelajari tiga tingkat representasi : simbolis, makroskopis, serta sub-mikroskopis serta menghubungkan dan mengintegrasikannya ke dalam proses pembelajaran kimia (Wieman *et al.*, 2008).

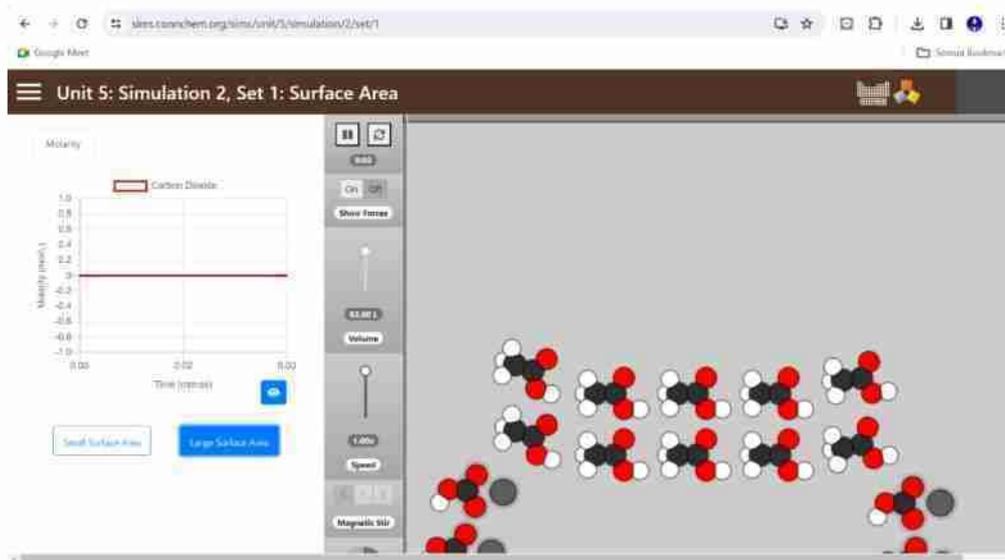
Selain PhET terdapat juga simulasi lain, yaitu *The Connected Chemistry Curriculum*. *The Connected Chemistry Curriculum* terhubung dan memiliki potensi dalam mendukung pengembangan kompetensi representasi kimia sekolah menengah, hal ini dikarenakan *The Connected Chemistry Curriculum* menggunakan simulasi yang dirancang dalam bentuk pengolahan, NetLogo serta animasi yang dirancang oleh *Adobe 1 Flash*, yang kemudian disajikan kepada siswa dengan akses langsung ke objek dan fenomena submikroskopis yang dipelajari

dalam kimia (Wilensky, 2001). *The Connected Chemistry Curriculum* dapat diakses melalui web (<https://connchem.org/>). Simulasi yang disediakan menekankan bagaimana interaksi submikroskopis antara objek molekul yang kemudian menghasilkan konsep makroskopis yang saling berhubungan dengan representasi simbolik. Selain itu, siswa juga dapat memanipulasi parameter simulasi dan animasi yang terdapat pada *Connected Chemistry* untuk memprediksi hasil reaksi yang sedang diteliti dan mendapatkan umpan balik langsung dari visualisasi tentang kualitas prediksi mereka (Stieff, 2011).



Gambar 4. Beberapa Pilihan Simulasi dari *The Connected Chemistry Curriculum*

Sumber : <https://connchem.org/>



Gambar 5. Tampilan Simulasi menggunakan *The Connected Chemistry Curriculum*

Sumber : <https://connchem.org/>

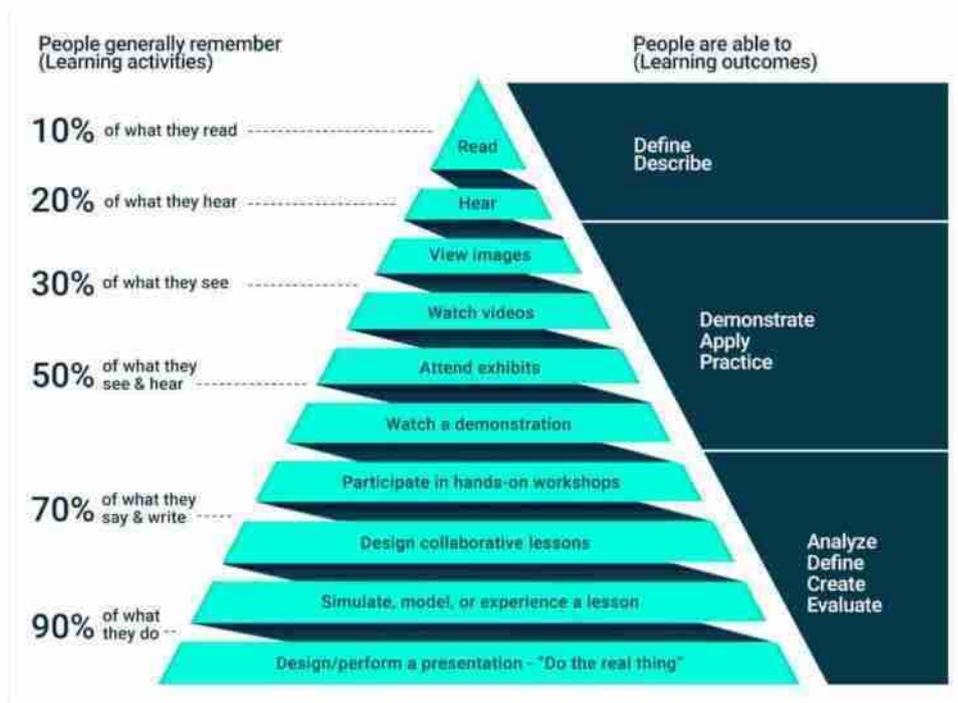
*The Connected Chemistry Curriculum* dikembangkan untuk mendukung pembelajaran dan fleksibilitas siswa dalam (a) transisi antara tingkat submikroskopis dan makroskopis; (b) menghubungkan deskripsi dan penjelasan konseptual serta simbolik; dan (c) memahami model sebagai sesuatu yang kuat namun parsial dan representasi terbatas dari dunia fisik (Levy *et al.*, 2006). *Connected Chemistry* memiliki tujuan yaitu membantu siswa dalam memahami dunia partikular yang tidak dapat dilihat langsung oleh mata dan menghubungkannya dengan sifat nyata yang muncul dalam fenomena dunia nyata sebagai dasar pemahaman konseptual yang mendalam. Hal ini sangat cocok untuk siswa dalam memahami kimia, karena mendukung fokus pada karakteristik individu dan interaksi molekuler. Seseorang dapat mengamati dan menjelaskan perilaku sistem seiring perkembangannya, daripada memaksakan asumsi asing mengenai hal tersebut (Levy & Wilensky, 2009).

### ***E. Cone of Experience***

Teori kerucut pengalaman Edgar Dale yang dikembangkan pada tahun 1996, arah kerucut semakin keatas berarti semakin abstrak dan apabila semakin ke bawah menggambarkan makin konkretnya pemahaman suatu ilmu yang diterima oleh pemelajar. Pembelajar akan lebih konkret memperoleh pengetahuan melalui pengalaman langsung, melalui benda tiruan, pengalaman melalui drama, demonstrasi wisata, dan melalui pameran.

Dale dalam Kerucut Pengalaman Dale (*Dale's Cone Experience*) mengatakan:

“Hasil belajar seseorang diperoleh melalui pengalaman langsung (konkret), melalui kenyataan yang ada di lingkungan kehidupan seseorang, kemudian melalui benda tiruan, sampai kepada lambang verbal (abstrak). Semakin keatas puncak kerucut semakin abstrak media penyampai pesan itu. Proses belajar dan interaksi mengajar tidak harus dari pengalaman langsung, tetapi dimulai dengan jenis pengalaman yang paling sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan kelompok pemelajar yang dihadapi dengan mempertimbangkan situasi belajar”. Pengalaman langsung akan memberikan informasi dan gagasan yang terkandung dalam pengalaman tersebut dikarenakan melibatkan indera penglihatan, pendengaran, perasaan, penciuman, dan peraba”.



Gambar 6. Kerucut Pengalaman Dale (*Dale's Cone Experience*)

Sumber : <https://uqualio.com/post/the-true-purpose-of-the-cone-of-experience>

## F. Penelitian yang Relevan

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian terkait penggunaan model discovery learning serta pembelajaran berbasis simulasi dinamika molekul dalam meningkatkan kompetensi representasional:

Tabel 1. Penelitian Relevan

No.	Peneliti	Judul	Hasil
1.	Kelly., Akaygun, Hansen, & Villalta (2017)	<i>The Effect That Comparing Molecular Animations of Varying Accuracy Has on Students' Submicroscopic Explanations</i>	Siswa lebih tertarik dengan animasi submikroskopis, dikarenakan lebih membantu mereka dalam memahami tentang reaksi redoks dibandingkan video eksperimental.

Tabel 1. Lanjutan

No.	Peneliti	Judul	Hasil
2.	Sunyono & Meristin (2018)	<i>The effect of multiple representation-based learning (MRL) to increase students' understanding of chemical bonding concepts.</i>	Model MRL membantu siswa dalam memahami fenomena karoskopis, submikroskopis, dan simbolik, meningkatkan interaksi siswa, serta meningkatkan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah.
3.	Murni, H. P., Azhar, M., & Ulianas, A. (2019).	<i>Mental Models and Understanding Student of Grade XI High School in the Reaction Rate Material</i>	Tingkat pemahaman submikroskopis siswa masih rendah dan siswa masih belum mampu menghubungkan ketiga tingkat representasi kimia.
4.	Koomson (2020)	<i>Utilising Computer Simulation and Computerised Molecular Modeling Software to Enhance the Teaching and Learning of Hybridisation in Senior High Schools</i>	kelompok eksperimen memiliki kinerja yang lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol. Kelompok eksperimen yang menggunakan simulasi komputer dan pembelajaran pemodelan molekuler terkomputerisasi.
5.	Herunata., Rosyida, Sulistina, & Wijaya (2021)	<i>Correlational Analysis of Conceptual Understanding, Chemical Representation, and Representational Competence on Chemistry Equilibrium</i>	Terdapat hubungan yang kuat antara pemahaman konsep, representasi kimia, dan kompetensi representasi, yaitu dilihat dari hasil uji korelasi antara ketiganya sebesar 0,774.
6.	Salame & Jane (2021)	<i>Examining the Use of PhET Simulations on Students' Attitudes and Learning in General Chemistry II</i>	Simulasi interaktif PhET memiliki dampak positif terhadap sikap dan persepsi siswa tentang pembelajaran, serta membantu siswa mengembangkan pemahaman yang baik terkait konsep kimia.

## G. Kerangka Berpikir

Penelitian ini dilakukan untuk melihat efektivitas model pembelajaran *discovery* berbasis simulasi dinamika molekul untuk meningkatkan pemahaman level submikroskopis siswa pada materi laju reaksi. Kemampuan representasi yang dilatihkan kepada siswa adalah interpretasi makna representasi kimia level submikroskopis dengan indikator yaitu kemampuan untuk mengidentifikasi pola representasi submikroskopis kimia serta kemampuan menjelaskan representasi submikroskopis kimia berdasarkan gambaran fitur dan pola fitur representasi kimia. Tahapan pembelajaran *discovery* yang dapat meningkatkan kemampuan representasi interpretasi makna level submikroskopis adalah tahap stimulasi, mengidentifikasi masalah, pengumpulan data, pengolahan data, pembuktian, serta menarik kesimpulan.

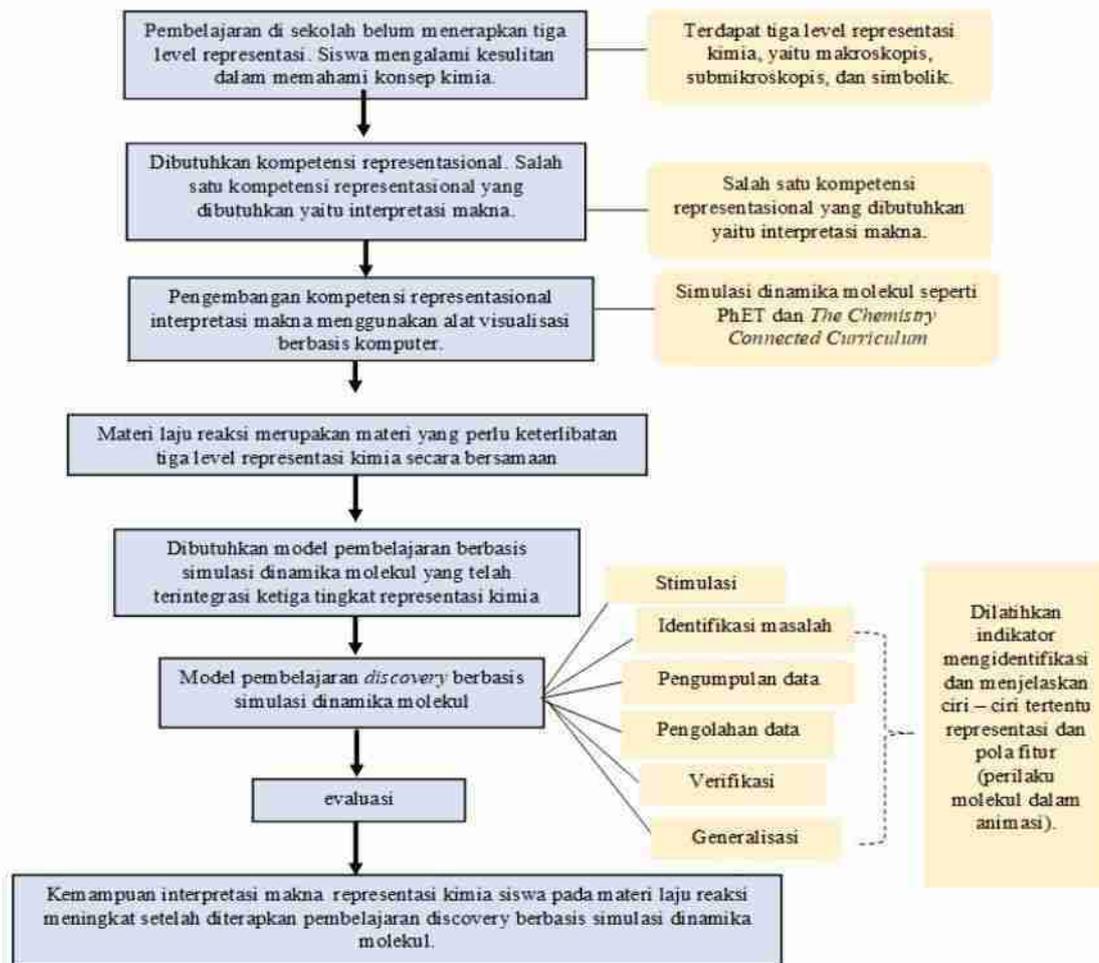
Pada tahap stimulasi atau pemberian rangsangan, siswa disajikan fenomena dalam bentuk wacana terkait faktor – faktor yang mempengaruhi laju reaksi. Pada tahap ini siswa diajak untuk aktif dalam mengajukan pertanyaan, menganjurkan sumber bacaan, serta mengarahkan pada proses pemecahan masalah. Pada tahap mengidentifikasi masalah siswa diajak untuk mengidentifikasi masalah sebanyak – banyaknya terkait wacana yang telah disajikan, kemudian dipilih satu pertanyaan yang paling relevan, kemudian dirumuskan dalam bentuk hipotesis ( jawaban sementara atas pertanyaan masalah). Dalam merumuskan hipotesis siswa diberi kesempatan untuk mencari informasi sebanyak – banyaknya dari sumber yang relevan (internet, jurnal, buku, dan bahan bacaan lainnya).

Selanjutnya tahap pengumpulan data, siswa diajak mengumpulkan informasi sebanyak mungkin untuk menguji hipotesis yang telah dirumuskan tersebut benar atau tidak. Siswa diajak menguji hipotesis dengan mengamati simulasi dinamika molekul menggunakan tiga *virtual laboratory* yaitu: PhET (*Physics Education Technology*) dan *The Connected Chemistry Curriculum*. Simulasi PhET dapat diakses menggunakan software atau web (<http://phet.colorado.edu>) dan *The Connected Chemistry Curriculum* diakses melalui web (<https://connchem.org/>). Pada tahap ini kemampuan level submikroskopis siswa dilatihkan dengan mengamati partikel – partikel molekul yang bereaksi ketika diberikan faktor yang

mempengaruhi laju reaksi. Setelah mengumpulkan data, siswa masuk ke tahap pengolahan data, dimana data yang telah diperoleh kemudian diolah atau ditafsirkan dalam suatu bentuk. Pengolahan data berfungsi dalam pembentukan konsep serta generalisasi. Pada tahap ini kemampuan interpretasi makna representasi kimia dapat dilatih dengan indikator kemampuan untuk mengidentifikasi pola representasi submikroskopis kimia, yaitu siswa menjelaskan apa yang terjadi pada reaksi partikel – partikel submikroskopis (Seperti gerakan, produk, dan faktor yang mempengaruhi), serta kemampuan menjelaskan representasi submikroskopis kimia berdasarkan fitur dan pola fitur representasi kimia, yaitu siswa disajikan wacana lalu diperintahkan untuk menjelaskan fitur dan pola fitur submikroskopis berdasarkan wacana tersebut.

Tahap kelima yaitu pembuktian, siswa diajak untuk memeriksa kembali hipotesis yang telah dirumuskan serta membuktikan benar atau tidaknya berdasarkan data hasil pengolahan data. Setelah keterampilan interpretasi makna representasi kimia dilatihkan, maka siswa diajak mengecek kembali hipotesis atau jawaban sementara yang dirumuskan sebelum dilatihkan kemampuan representasi. Lalu membandingkannya dengan data hasil pengolahan data yang telah dilatih keterampilan interpretasi makna representasi kimia, untuk melihat kebenaran dari rumusan hipotesis tersebut. Pada tahap ini peserta didik diajak untuk menemukan suatu konsep atau teori.

Tahap terakhir adalah tahap generalisasi atau menarik kesimpulan, berdasarkan hasil verifikasi atau pembuktian atas hipotesis yang telah dibuat, maka ditarik sebuah kesimpulan. Penarikan kesimpulan oleh siswa harus dengan memperhatikan dan menekankan pentingnya penguasaan materi pembelajaran atas makna, kaidah serta prinsip yang mendasari pengalaman peserta didik.



Gambar 7. Kerangka berfikir

## H. Anggapan Dasar

Adapun hal yang menjadi anggapan dasar atas penelitian ini, yaitu :

1. Perbedaan *n-gain* dalam kemampuan interpretasi makna representasi kimia kelas kontrol dan kelas eksperimen disebabkan adanya perbedaan perlakuan yang diterapkan pada masing – masing kelas kontrol dengan kelas eksperimen.
2. Faktor – faktor lain yang mempengaruhi peningkatan kemampuan interpretasi makna representasi kimia pada siswa kelas XI-5 dan kelas XI-11 semester ganjil SMA Perintis 2 Bandarlampung Tahun Pelajaran 2024/2025 diabaikan.

## **I. Hipotesis**

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

Pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi dinamika molekul efektif dalam meningkatkan kemampuan interpretasi makna representasi kimia pada materi laju reaksi.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Populasi dan Sampel Penelitian

Penelitian dilakukan di SMA Perintis 2 Bandar Lampung. Populasi penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI SMA Perintis 2 Bandar Lampung tahun ajaran 2024/2025 yang berjumlah 256 siswa dan tersebar dalam delapan kelas. Teknik sampling yang digunakan adalah *cluster random sampling* (Fraenkel *et al.*, 2012). Berdasarkan teknik sampling yang telah ditentukan, diperoleh sampel yang akan digunakan untuk penelitian yaitu kelas XI 5 dan XI 11, dimana kelas XI 5 sebagai kelas kontrol dan kelas XI 11 sebagai kelas eksperimen.

#### B. Desain Penelitian

Penelitian menggunakan metode kuasi eksperimen dengan desain penelitian *Pretest-Posttest Control Group Design* (Fraenkel, 2012)). Desain pada penelitian dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Desain Penelitian *Pretest-Posttest Control Group Design*

Kelas	Pretest	Perlakuan	Postes
Kelas Eksperimen	O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>
Kelas Kontrol	O <sub>1</sub>	C	O <sub>2</sub>

Keterangan :

O<sub>1</sub>: Pretes yang diberikan pada kedua kelas penelitian

O<sub>2</sub> : postes yang diberikan pada kedua kelas penelitian

C : penerapan model pembelajaran *discovery*

X : perlakuan berupa penerapan model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi dinamika molekul

Sebelum pembelajaran dilakukan, kedua kelas kontrol dan eksperimen diberikan pretes kemampuan interpretasi makna representasi kimia (O). Setelah diuji dengan pretes, maka mulai dilakukan perlakuan yang beda antara kelas kontrol dan kelas eksperimen, yaitu pada kelas kontrol diberi perlakuan berupa pembelajaran yang menggunakan model *discovery* (C), sedangkan kelas eksperimen diberi perlakuan pembelajaran menggunakan model *discovery* berbantuan simulasi dinamika molekul (X). Pada akhir pembelajaran kedua kelas sampel diberikan postes kemampuan interpretasi makna representasi kimia (O) untuk mengetahui bagaimana pengaruh simulasi dinamika molekul terhadap kemampuan interpretasi makna representasi kimia.

### **C. Variabel Penelitian**

Penelitian ini meliputi variabel bebas serta variabel terikat. Variabel bebas yakni model pembelajaran, pada kelas kontrol menggunakan model pembelajaran *discovery*, sedangkan pada kelas eksperimen menggunakan model pembelajaran *discovery* berbasis simulasi dinamika molekul, sedangkan variabel terikatnya adalah kemampuan interpretasi makna pada kelas XI-5 dan XI-11 di SMA Perintis 2 Bandarlampung.

### **D. Perangkat Penelitian**

Adapun perangkat pembelajaran yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu :

- 1) Analisis profil pelajar pancasila & capaian pembelajaran (CP)
- 2) Silabus yang sesuai dengan standar Kurikulum Merdeka
- 3) Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang sesuai dengan standar Kurikulum Merdeka
- 4) Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang menerapkan model *discovery learning* berbasis simulasi dinamika molekul.
- 5) Media simulasi yang digunakan adalah PhET (*Physics Education Technology*) melalui link website <http://phet.colorado.edu>, dan *The Connected Chemistry Curriculum* dapat diakses melalui web (<https://connchem.org/>).

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

Adapun instrumen dalam pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini, yaitu :

- 1) Soal pretes dan postes diadaptasi dari Sim, J. H., & Daniel, E. G. S. (2014) dan Gkitzia, V., Salta, K., & Tzougraki, C. (2020) untuk mengukur kemampuan interpretasi makna representasi kimia awal dan akhir siswa pada materi laju reaksi.
- 2) Lembar obeservasi keterlaksanaan pembelajaran menggunakan model *discovery learning* yang diadaptasi dari Ghalda, Khofifah (2019).

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

Adapun urutan pelaksanaan penelitian ini sebagai berikut :

##### **1) Tahap Pendahuluan**

- a. Melakukan wawancara terhadap guru kimia kelas XI untuk mendapatkan informasi terkait kelas XI yang mengambil mata pelajaran kimia, data jumlah keseluruhan siswa kelas XI yang mengambil kimia, karakteristik siswa, metode yang digunakan guru saat mengajar, jadwal pelajaran, kesulitan atau kendala dalam proses menyampaikan materi laju reaksi, serta

sarana prasarana yang dimiliki sekolah yang dapat mendukung keterlaksanaan penelitian.

- b. Menentukan model pembelajaran yang akan digunakan pada materi laju reaksi, yaitu model pembelajaran *discovery* berbasis simulasi dinamika molekul.
- c. Menentukan populasi serta sampel penelitian sesuai teknik sampling yang telah ditentukan.

## 2) Tahap Pelaksanaan Penelitian

Prosedur pada tahap pelaksanaan penelitian terdiri atas beberapa tahap, yaitu :

### a. Tahap Persiapan

Mempersiapkan dan menyusun perangkat pembelajaran, instrumen penelitian yang akan digunakan, seperti analisis profil pelajar pancasila & capaian pembelajaran (CP), silabus yang sesuai dengan standar Kurikulum Merdeka, rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) yang sesuai dengan standar Kurikulum Merdeka, lembar kerja peserta didik (LKPD) yang menerapkan model *discovery learning* berbasis simulasi dinamika molekul, soal pretes dan postes, kisi – kisi pretes dan postes, rubrik penilaian pretest dan posttest, serta media simulasi yang digunakan yaitu PhET (*Physics Education Technology*) melalui website <http://phet.colorado.edu>, dan *The Connected Chemistry Curriculum* dapat diakses melalui web (<https://connchem.org/>).

### b. Tahap Penelitian

Tahap pelaksanaan penelitian dilakukan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan perlakuan yang berbeda. Berikut prosedur pelaksanaan penelitian sebagai berikut :

1. Memberikan soal pretest sebelum memulai pembelajaran untuk mengetahui kemampuan awal level submikroskopis siswa pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol.

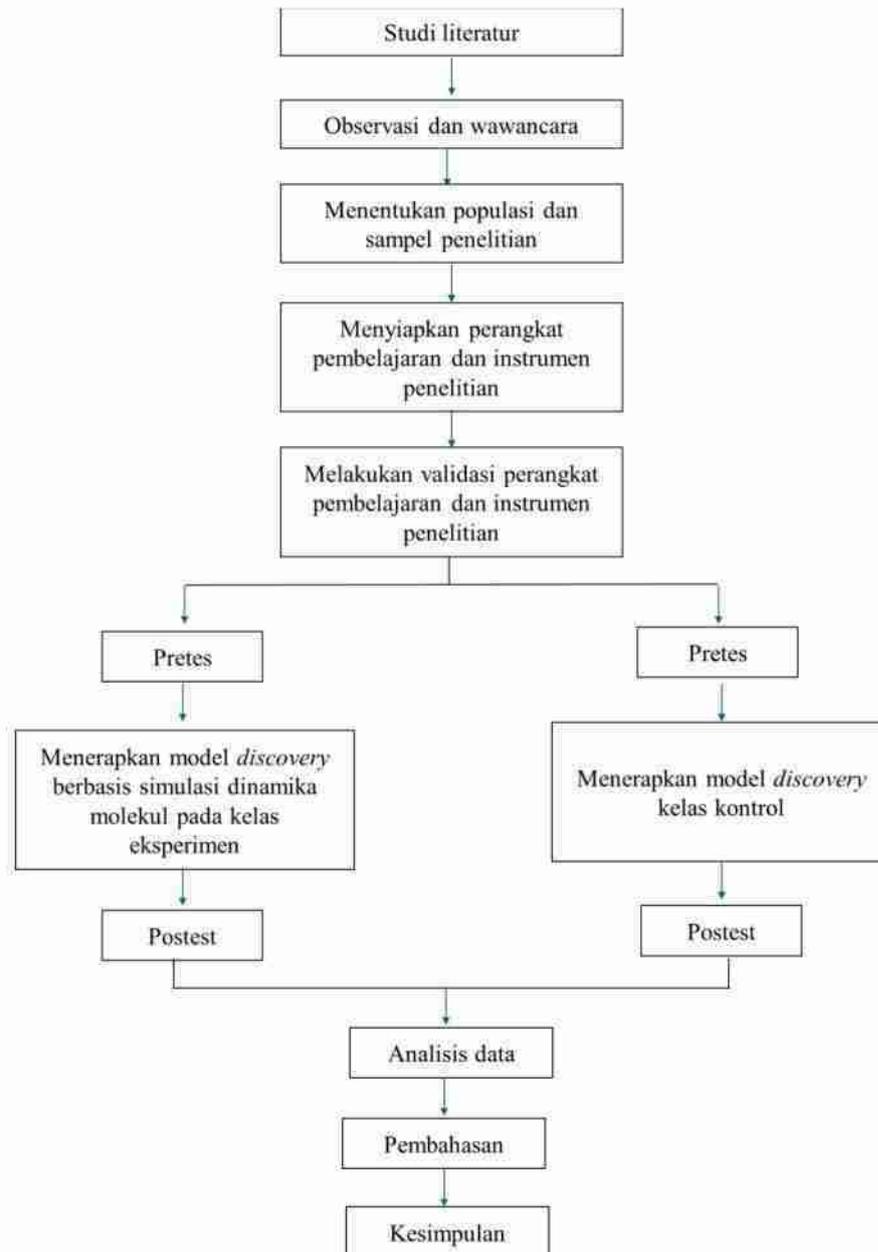
2. Memulai kegiatan pembelajaran pada materi laju reaksi dengan *model discovery learning* untuk kelas kontrol, sedangkan untuk kelas eksperimen menggunakan model *discovery learning* berbasis simulasi dinamika molekul.
3. Melakukan pengamatan serta penilaian atas keterlaksanaan model *discovery learning* pada kelas kontrol dan kelas eksperimen.
4. Memberikan postest setelah dilaksanakannya pembelajaran untuk mengetahui kemampuan level submikroskopis dan efektivitas model pembelajaran *discovery* berbantuan simulasi dinamika molekul untuk meningkatkan pemahaman level submikroskopis siswa pada masing – masing kelas kontrol dan kelas eksperimen.

### **3) Tahap Akhir Penelitian**

Pada tahap akhir penelitian terdapat beberapa prosedur, yaitu :

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

Langkah – langkah penelitian diatas dapat dilihat pada gambar 7 berikut :



Gambar 8. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

### G. Analisis Data

Adapun tahap analisis data dalam penelitian ini terdiri atas analisis validitas, reliabilitas, dan keberfungsian distractor, analisis kemampuan interpretasi makna siswa, dan analisis keterlaksanaan model pembelajaran *discovery*.

## 1. Analisis Validitas, Reliabilitas, dan Keberfungsian Distraktor

### a. Validitas Perangkat Pembelajaran

Sebuah instrumen yang valid mengartikan alat ukur yang telah digunakan untuk memperoleh data (mengukur) tersebut adalah valid. Valid mengartikan perangkat pembelajaran tersebut telah dapat digunakan untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran tersebut (Sugiyono, 2015). Perangkat pembelajaran yang bersifat valid dan reliabel adalah syarat mutlak untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran. Perangkat pembelajaran yang tidak bersifat valid ketika digunakan dalam penelitian, maka akan menghasilkan data yang sulit untuk dipercaya kebenarannya.

Perangkat pembelajaran yang valid memiliki validitas internal maupun validitas eksternal. Perangkat pembelajaran dikatakan mempunyai validitas internal atau rasional, jika kriteria yang terdapat dalam perangkat pembelajaran secara rasional atau teoritis telah mencerminkan apa yang diukur. Maka, kriterianya terdapat dalam perangkat pembelajaran tersebut. Validitas internal perangkat pembelajaran yang berbentuk bahan ajar, modul ajar, dan LKPD, harus memenuhi *construct validity* (validitas konstruksi) dan *content validity* (validitas isi). Perangkat pembelajaran ini sering digunakan untuk meningkatkan efektivitas dalam pelaksanaan program atau tujuan. Pengujian validitas isi dilakukan dengan cara *judgement*, yaitu diperlukan ketelitian dan keahlian dari penilai, maka peneliti meminta ahli untuk mengujinya. Dalam hal ini peneliti meminta dosen pembimbing sebagai penguji untuk menelaah perangkat pembelajaran, memvalidasi perangkat pembelajaran, kesesuaian antara tujuan penelitian, penggunaan pengukuran, serta indikator.

### b. Validitas Instrumen

Validitas instrumen dilakukan untuk membuktikan bahwa instrumen yang akan digunakan benar – benar mengukur secara tepat terkait apa yang akan

seharusnya diukur (Cohen, Manion, & Morrison, 2007; Hair, Anderson, Tathan, & Black, 1998; Jackson, 2009). Validitas instrumen penelitian diperoleh dengan mengujikan soal pretes dan postes kepada siswa yang telah mempelajari materi laju reaksi, yaitu siswa kelas XII. Kemudian, hasil yang diperoleh diuji validitasnya menggunakan bantuan SPSS. Instrumen dianggap valid jika nilai r hitung > r tabel dengan taraf signifikan yang digunakan sebesar 5%.

Tingkat kesukaran butir soal dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$TK = \frac{N_p}{N}$$

Keterangan :

TK : tingkat kesukaran

N<sub>p</sub> : jumlah skor yang diperoleh siswa pada suatu butir soal

N : jumlah skor maksimum pada suatu butir soal

Kriteria tingkat kesukaran disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria tingkat kesukaran

Tingkat Kesukaran	Kriteria
TK = 0,00	Sangat sukar
0,00 < TK ≤ 0,30	Sukar
0,30 < TK ≤ 0,70	Sedang
0,70 < TK < 1,00	Mudah
TK = 1,00	Sangat mudah

(Susanto *et al.*, 2015)

Daya pembeda dihitung untuk soal pilihan jamak pada *tier* 1. Rumus yang digunakan untuk menghitung daya pembeda adalah sebagai berikut.

$$DP = \frac{JK_A - JK_B}{\frac{1}{2}n}$$

Keterangan :

DP : daya pembeda

JK<sub>A</sub> : jumlah kelompok atas yang menjawab benar

JK<sub>B</sub> : jumlah kelompok bawah yang menjawab benar

n : jumlah siswa

Kriteria daya pembeda pembeda soal disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Interpretasi Daya Pembeda

Daya Pembeda	Kriteria
0,70 – 1,00	Sangat baik
0,40 – 0,70	Baik
0,20 – 0,40	Cukup
0,00 – 0,20	Buruk
<0,00	Buruk Sekali

(Susanto *et al.*, 2015)

### c. Reliabilitas

Sebelum instrumen pengukuran atau alat penilaian digunakan untuk penelitian, maka keandalannya harus ditetapkan. Keandalan adalah sejauh mana pengukuran dapat direplikasi. Dengan kata lain, tidak hanya mencerminkan tingkat korelasi tetapi juga kesesuaian antar pengukuran.

Uji reliabilitas yang digunakan yaitu mengolah hasil uji instrumen penelitian menggunakan bantuan SPSS dengan rumus *Cronbach's Alpha*. Adapun kriteria nilai *Cronbach's Alpha* ( $\alpha$ ) yang dapat direpresentasikan dengan derajat realibilitas berikut:

Tabel 5. Kriteria derajat reliabilitas

Derajat Reliabilitas	Kriteria
$\alpha > 0,70$	Reliabel
$\alpha \leq 0,69$	Tidak reliabel

(Taber, 2017)

#### d. Uji Keberfungsian Distraktor (Pengecoh)

Distraktor adalah kemungkinan jawaban lain atau jawaban pengecoh dalam suatu soal. Hal ini berfungsi agar banyak siswa yang terkecoh atau terjebak pada saat menjawab soal pilihan ganda. Suatu distraktor dikatakan berfungsi dengan baik jika paling sedikit dipilih oleh 5% peserta tes (Arikunto, 2012). Berikut perhitungan keberfungsian distraktor

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

## 2. Analisis Data Kemampuan Interpretasi Makna Representasi Kimia Level Submikroskopis

### a. Perhitungan Nilai Siswa

Adapun rumus yang digunakan peneliti untuk menghitung nilai siswa, yaitu:

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

Kemudian nilai yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan *n-gain* untuk dilakukan uji hipotesis.

### b. Perhitungan Rata – Rata Indikator Keterampilan Interpretasi Makna Representasi Kimia

Adapun rumus yang digunakan peneliti untuk menghitung rata-rata indikator kemampuan interpretasi makna representasi kimia, yaitu :

$$\text{Rata-rata indikator} : \frac{\text{jumlah nilai pada indikator}}{\text{jumlah siswa}} \times 100\%$$

Nilai rata-rata indikator digunakan untuk melihat bagaimana ketercapaian siswa terhadap kemampuan interpretasi makna yang terdiri atas dua indikator, yaitu kemampuan menggunakan kata-kata untuk menyampaikan hasil identifikasi fitur dan pola fitur representasi kimia serta kemampuan menggunakan kata-kata untuk menyampaikan hasil identifikasi fitur dan pola fitur representasi kimia.

### c. Perhitungan *n-gain*

Peningkatan dari kemampuan interpretasi makna representasi kimia level sub-mikroskopis siswa ditunjukkan oleh nilai *n-gain* yang didapatkan dari nilai pretes dan postes. Berikut adalah rumus yang digunakan untuk menghitung *n-gain*:

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

Setelah ditemukan nilai *n-gain* dari tiap siswa, selanjutnya menghitung rata-rata dari tiap kelas. Besar nilai *n-gain* rata-rata siswa di kelas eksperimen mau-pun kelas kontrol dihitung dengan rumus berikut :

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

kemudian hasil perhitungan dari *n-gain* rata-rata diinterpretasikan berdasarkan kriteria yang dikemukakan oleh (Hake,1988). Berikut adalah kriteria pengklasifikasian *n-gain* berdasarkan yang dikemukakan oleh Hake dapat dilihat seperti Tabel 4.

Tabel 6. Klasifikasi *n-gain*

Besarnya g	Interpretasi
$g > 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq g \leq 7$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

#### d. Prasyarat pengujian secara statistika

Persyaratan pengujian uji normalitas dan homogenitas diperlukan sebelum data *n-gain* dianalisis dengan uji perbedaan dua rata-rata. Hal ini dilakukan untuk menentukan jenis pengujian yang akan dilakukan selanjutnya.

##### 1) Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan menggunakan aplikasi *SPSS versi 25.0*, dengan menggunakan jenis uji yaitu *Kolmogorov-Smirnov*, syarat data dikatakan memenuhi asumsi normalitas jika nilai  $\text{sig.} > 0,05$ . Adapun rumusan hipotesis yang digunakan pada uji ini, yaitu :

$H_0$  : data penelitian berdistribusi normal

$H_1$  : data penelitian tidak berdistribusi normal

##### 2) Uji Homogenitas

Uji homogenitas berfungsi untuk melihat apakah kedua kelompok sampel memiliki varians yang sama atau tidak. Uji homogenitas dilakukan melalui aplikasi *SPSS versi 25.0* dengan menggunakan jenis uji *Levene*.

Adapun rumusan hipotesis pada uji *Levene* 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 :

$\sigma_1^2$  : varians skor kelas eksperimen

$\sigma_2^2$ : varians skor kelas kontrol

Kriteria uji yang digunakan ialah terima  $H_0$  jika  $\text{sig.} > 0,05$ .

#### e. Uji Perbedaan Dua Rata-rata

Hipotesis yang telah dirumuskan dalam penelitian ini selanjutnya diuji menggunakan uji perbedaan dua rata-rata. Uji ini berfungsi untuk melihat seberapa efektif perlakuan terhadap sampel dengan cara melihat nilai rata-rata *n-gain* keterampilan interpretasi makna representasi kimia level submikroskopis siswa yang menggunakan model pembelajaran *discovery* berbasis simulasi dinamika molekul lebih tinggi daripada model pembelajaran *discovery* tanpa berbasis simulasi dinamika molekul.

Berdasarkan hasil uji normalitas dan homogenitas, jika data berdistribusi normal dan memiliki varians homogen, selanjutnya dilakukan uji perbedaan dua rata-rata. Adapun rumusan hipotesis sebagai berikut :

$H_0 = \mu_{1y} \leq \mu_{2x}$  : Nilai rata – rata *n-gain* kemampuan interpretasi makna siswa kelas eksperimen lebih rendah atau sama dengan dengan nilai rata-rata *n-gain* kelas kontrol

$H_1 = \mu_{1y} > \mu_{2x}$  : Nilai rata – rata *n-gain* kemampuan interpretasi makna siswa kelas eksperimen lebih tinggi daripada nilai rata-rata *n-gain* kelas kontrol

Keterangan :

$\mu A_{1x}$  : Rata – rata nilai pretest keterampilan interpretasi makna representasi kimia pada kelas eksperimen

$\mu A_{2x}$  : Rata – rata nilai pretest keterampilan interpretasi makna representasi kimia pada kontrol

x : Kemampuan interpretasi makna representasi kimia

Kriteria uji yang digunakan ialah terima  $H_0$  jika nilai  $\text{sig} (2\text{-tailed}) > 0,05$  dan terima  $H_1$  jika  $\text{sig} (2\text{-tailed}) < 0,05$  (Sudjana, 2005).

#### f. Uji ukuran pengaruh (*Effect size*)

Pengaruh pembelajaran model *discovery learning* berbasis simulasi dinamika molekul terhadap kemampuan interpretasi makna representasi kimia dianalisis menggunakan uji-t dan uji *effect size*. Uji-t digunakan untuk mengukur perbedaan dua rata-rata nilai pretes dan postes kelas eksperimen dan kelas kontrol melalui uji *independent sample t-test*. Kemudian, dilakukan perhitungan menggunakan uji *effect size* dengan persamaan berikut:

$$Cohen's\ d = \frac{M_A - M_B}{\sigma}$$

Keterangan:

*Cohen's d* = *effect size*

$M_A$  = nilai rata-rata *n-gain* kelas eksperimen

$M_B$  = nilai rata-rata *n-gain* kelas kontrol

$\sigma$  = standar deviasi kedua kelas

Kriteria efek pengaruh bersumber pada (Cohen, 1988) seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Kriteria *Effect Size*

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

(Cohen, 1988)

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

kemampuan guru dalam keterlaksanaan model pembelajaran *discovery* berbasis simulasi dinamika molekul dapat dianalisis dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- 1) Menghitung skor yang diberikan oleh observer, selanjutnya menghitung persentase ketercapain 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 berdasarkan 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

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

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

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

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian hipotesis dan pembahasan hasil penelitian yang telah dipaparkan, maka dapat disimpulkan bahwa pembelajaran *discovery* berbasis simulasi dinamika molekul efektif dalam meningkatkan kemampuan interpretasi makna representasi kimia siswa pada materi laju reaksi dengan perbedaan rata-rata *n-gain* kemampuan interpretasi makna siswa antara kelas eksperimen dan kontrol. Hal ini juga didukung oleh hasil uji *effect size* yang menunjukkan bahwa 82% interpretasi makna siswa meningkat karena dipengaruhi oleh model *discovery* berbasis simulasi dinamika molekul dengan kriteria tinggi.

### B. Saran

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

1. Penerapan pembelajaran *discovery* berbasis simulasi dinamika molekul hendaknya memperhatikan alokasi waktu agar dapat menjalankan simulasi dinamika molekul tanpa harus terburu-buru.
2. Selama proses pembelajaran guru harus benar-benar memperhatikan siswa saat penggunaan gadget dalam mencari informasi relevan,. Hal ini agar tidak terjadinya siswa asik menggunakan handphone untuk hal lain selain belajar, yang tentunya dapat mengganggu proses pembelajaran.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmar, D. S., Azzajjad, M. F., & Syahrir, Muh. (2020). Students' Representation Ability in Chemistry. *Journal of Applied Science, Engineering, Technology, and Education*, 2(2), 181–187.
- Akpan, B., & Kennedy, T. J. (2020). *Springer Texts in Education Science Education in Theory and Practice An Introductory Guide to Learning Theory*.
- Aiken, L. R. (1985). Three coefficients for analyzing the reliability and validity of ratings. *Educational and psychological measurement*, 45(1), 131-142.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- Eveline, E., Jumadi, Wilujeng, I., & Kuswanto, H. (2019). The Effect of Scaffolding Approach Assisted by PhET Simulation on Students' Conceptual Understanding and Students' Learning Independence in Physics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1233(1).
- Gabel, D. (1999). Improving Teaching and Learning through Chemistry Education Research: A Look to the Future\*. In *Research: Science and Education 548 Journal of Chemical Education* • (Vol. 76, Issue 4).
- Gkitzia, V., Salta, K., & Tzougraki, C. (2020). Students' competence in translating between different types of chemical representations. *Chemistry Education Research and Practice*, 21(1).
- 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.
- Herunata, H., Rosyida, I., Sulistina, O., & Wijaya, H. W. (2021, March). Correlational analysis of conceptual understanding, chemical representation, and representational competence on chemistry equilibrium. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2330, No. 1). AIP Publishing.
- Höffler, T. N., & Leutner, D. (2007). Instructional animation versus static pictures: A meta-analysis. *Learning and Instruction*, 17(6), 722–738.

- Jana, P., & Fahmawati, A. A. N. (2020). Model Discovery Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 9(1), 213.
- Jansoon, N., Coll, R. K., & Somsook, E. (2009). *Understanding Mental Models of Dilution International Journal of Environmental & Science Education Understanding Mental Models of Dilution in Thai Students*.
- Johnstone, A. H. (1993). *Symposium on fievolution and Evolution in Chemical Education The Development of Chemistry Teaching A Changing Response to Changing Demand*.
- Kelly, R. M., Akaygun, S., Hansen, S. J., & Villalta-Cerdas, A. (2017). *The effect that comparing molecular animations of varying accuracy has on students' submicroscopic explanations. Chemistry Education Research and Practice*, 18(4), 582-600.
- Khaerunnisak, K. (2018). Peningkatan pemahaman konsep dan motivasi belajar siswa melalui simulasi physic education technology (PhET). *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 4(2).
- Koomson, C. K., Safo-Adu, G., & Antwi, S. (2020). Utilising computer simulation and computerised molecular modeling software to enhance the teaching and learning of hybridisation in senior high schools. *International Journal of Chemistry Education*, 4(1), 044-055.
- Kozma, R. B., & Russell, J. (1997). Multimedia and Understanding: Expert and Novice Responses to Different Representations of Chemical Phenomena. In *Journal Of Research In Science Teaching* (Vol. 34, Issue 9).
- Kozma, R. B., & Russell, J.. (2005). *Visualization in science education*. Springer
- Kumar, H., Lansac, Y., Glaser, M. A., & Maiti, P. K. (2011). Biopolymers in nanopores: Challenges and opportunities. In *Soft Matter* (Vol. 7, Issue 13, pp. 5898–5907).
- Levy, S. T., Novak, M., & Wilensky, U. (2006). Students' foraging through the complexities of the particulate world in the Connected Chemistry (MAC) curriculum. In *Annual meeting of the American educational research association, San Francisco*.
- 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.
- Liu, X., & Lesniak, K. M. (2005). Students' progression of understanding the matter concept from elementary to high school. In *Science Education* (Vol. 89, Issue 3, pp. 433–450).
- Mešić, V., Dervić, D., Gazibegović-Busuladžić, A., Salibašić, D., & Erceg, N. (2015). Comparing the impact of dynamic and static media on students' learning of one-

- dimensional kinematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(5), 1119–1140.
- 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.
- Moore, E. B., Herzog, T. A., & Perkins, K. K. (2013). Interactive simulations as implicit support for guided-inquiry. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(3), 257–268.
- Murni, H. P., Azhar, M., & Ulianas, A. (2019). Mental Models and Understanding Student of Grade XI High School in the Reaction Rate Material. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*, 13(2), 238-244.
- Pedrosa, M. A., & Dias, M. H. (2000). Chemistry Textbook Approaches To Chemical Equilibrium And Student Alternative Conceptions. In *Chemistry Education: Research And Practice In Europe* (Vol. 1, Issue 2).
- Perkins, K., Adams, W., Dubson, M., Finkelstein, N., Reid, S., Wieman, C., & LeMaster, R. (2006). PhET: Interactive Simulations for Teaching and Learning Physics. *The Physics Teacher*, 44(1), 18–23.
- Pratiwi, F., Tiur, H., Silitonga, M., & Karolina, V. (n.d.). Pengaruh Media Pembelajaran Phet Simulation Terhadap Hasil Belajar Kelas X Pada Materi Geometri Molekul. *Journal on Education*, 06(01), 9593–9602.
- Rizkiana, F., & Apriani, H. (2020). Simulasi PhET: pengaruhnya terhadap pemahaman konsep bentuk dan kepolaran molekul. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 11(1), 1-7.
- Rosalina, V., Efkar, T., & Tania, L. (2018). Pengembangan animasi berbasis simulasi molekul pada metode kromatografi. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia*, 7(2).
- Salame, I. I., & Makki, J. (2021). Examining the Use of PhET Simulations on Students' Attitudes and Learning in General Chemistry II. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 17(4), e2247.
- Setambah, M. A. B., Tajudin, N. M., & Adnan, M. (2018). Basics Statistics Critical Thinking Test : Reliability and Validity Issues. *Jurnal Didaktik Matematika*, 5(1), 1–15.
- Setiadi, E. (2018). Pengaruh Model Discovery Learning Dengan Strategi Belajar Cra (Concrete Representational Abstract) Terhadap Kemampuan Representasi Siswa Pada Pembelajaran Matematika: Penelitian Kuasi Eksperimen Terhadap Siswa Kelas III Sekolah Dasar (Doctoral dissertation, Universitas Pendidikan Indonesia).

- 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).
- Starkey, R., Xie, Q., & Tinker, R. (2006). Molecular Modeling Exercises and Experiments Molecular Dynamics Simulations of Chemical Reactions for Use in Education. In *In the Classroom* [www.JCE.DivCHED.org](http://www.JCE.DivCHED.org) • (Vol. 83, Issue 1).
- Stieff, M. (2011). Improving representational competence using molecular simulations embedded in inquiry activities. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(10), 1137–1158.
- Stieff, M., & DeSutter, D. (2021). Sketching, not representational competence, predicts improved science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 58(1), 128–156.
- Sunyono. 2012. Kajian Teoritik Model Pembelajaran Kimia Berbasis Multipel Representasi (SiMaYang) Dalam Membangun Model Mental Pebelajar. Prosiding Seminar Nasional Sains, Universitas Negeri Surabaya, Halaman 486-495.
- Susanto, H., Rinaldi, A., & Novalia. (2015). Analisis Validitas Reliabilitas Tingkat Kesukaran dan Daya Beda pada Butir Soal Ujian Akhir Semester Ganjil Mata Pelajaran Matematika. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(2), 203–217.
- Taber, K. S. (2013). Revisiting the chemistry triplet: Drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. In *Chemistry Education Research and Practice* (Vol. 14, Issue 2, pp. 156–168).
- Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry “triplet.” *International Journal of Science Education*, 33(2), 179–195.
- 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.
- Utari, D., Fadiawati, N., & Tania, L. (2017). Kemampuan Representasi Siswa pada Materi Kesetimbangan Kimia Menggunakan Animasi Berbasis Representasi Kimia. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia*, 6(3), 414-426.
- Wieman, C. E., Adams, W. K., Loeblein, P., & Perkins, K. K. (2010). Teaching Physics Using PhET Simulations. *The Physics Teacher*, 48(4), 225–227.
- Wieman, C. E., Adams, W. K., & Perkins, K. K. (2008). Physics. PhET: Simulations that enhance learning. In *Science* (Vol. 322, Issue 5902, pp. 682–683).
- Wilensky, U. (2001). *Modeling Nature's Emergent Patterns with Multi-agent Languages I*.

- Wu, H. K., Lin, Y. F., & Hsu, Y. S. (2013). Effects of representation sequences and spatial ability on students' scientific understandings about the mechanism of breathing. *Instructional Science*, *41*(3), 555–573.
- Wu, H. K., & Shah, P. (2004). Exploring visuospatial thinking in chemistry learning. In *Science Education* (Vol. 88, Issue 3, pp. 465–492).
- Wuryaningsih, R., & Suharno, S. (2014). Magister Pendidikan Fisika, Program Pascasarjana, Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta. Magister Pendidikan Fisika, Program Pascasarjana. *Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta. Jl. Pramuka*, *42*(0274), 55161.