

**PENGEMBANGAN INSTRUMEN ASESMEN KETERAMPILAN
MEMODELKAN REPRESENTASI PADA TOPIK
IKATAN KIMIA**

(Skripsi)

Oleh

**HASNA HAFIFA
NPM 2113023032**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

**PENGEMBANGAN INSTRUMEN ASESMEN KETERAMPILAN
MEMODELKAN REPRESENTASI PADA
TOPIK IKATAN KIMIA**

Oleh

HASNA HAFIFA

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
2025**

ABSTRAK

PENGEMBANGAN INSTRUMEN ASESMEN KETERAMPILAN MEMODELKAN REPRESENTASI PADA TOPIK IKATAN KIMIA

Oleh

HASNA HAFIFA

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan instrumen asesmen keterampilan memodelkan representasi pada topik ikatan kimia berbasis kerangka kerja 3D-LAP (*The Three-Dimensional Learning Assessment Protocol*). Instrumen yang dikembangkan dirancang untuk mengukur integrasi tiga dimensi pembelajaran, yaitu dimensi *scientific practices*, *crosscutting concepts*, dan *disciplinary core ideas*. Pengembangan instrumen dilakukan menggunakan model 4D (*Define, Design, Develop, dan Disseminate*) yang dibatasi sampai tahap *Develop*. Validasi ahli dilakukan oleh dosen pendidikan kimia dan guru kimia melalui *expert judgment*. Hasil validasi menunjukkan bahwa instrumen memiliki tingkat kesesuaian isi yang tinggi. Uji validitas empiris menunjukkan bahwa seluruh butir soal memenuhi kriteria valid ($r_{hitung} > r_{tabel}$), dan hasil uji reliabilitas menunjukkan bahwa instrumen memiliki konsistensi internal yang baik. Instrumen asesmen yang dikembangkan memiliki karakteristik soal yang mengintegrasikan representasi makroskopis, submikroskopis, dan simbolis dalam konteks ikatan kimia. Instrumen disusun dalam bentuk soal uraian terbuka yang menuntut kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik. Subjek uji coba terdiri dari 33 peserta didik kelas XI di salah satu SMA di Lampung. Hasil tanggapan guru menunjukkan bahwa instrumen mudah digunakan, relevan dengan tujuan pembelajaran, serta dapat digunakan untuk menilai keterampilan peserta didik secara komprehensif. Berdasarkan hasil tersebut, instrumen asesmen keterampilan memodelkan representasi berbasis 3D-LAP dinyatakan valid, reliabel, dan layak digunakan dalam pembelajaran kimia di tingkat SMA.

Kata kunci: instrumen asesmen, karakteristik instrumen asesmen, tanggapan guru, keterampilan memodelkan representasi, ikatan kimia.

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF SKILL ASSESSMENT INSTRUMENTS FOR MODELING REPRESENTATIONS ON CHEMICAL BONDING TOPIC

By

HASNA HAFIFA

This study aims to develop an assessment instrument for representation modeling skills on the topic of chemical bonds based on the 3D-LAP (The Three-Dimensional Learning Assessment Protocol) framework. The instrument developed is designed to measure the integration of three dimensions of learning, namely the dimensions of scientific tactics, crosscutting concepts, and disciplinary core ideas. The development of the instrument was carried out using the 4D model (Define, Design, Develop, and Disseminate) which is limited to the Develop stage. Expert validation was carried out by chemistry education lecturers and chemistry teachers through expert judgment. The validation results showed that the instrument had a high level of content suitability. The empirical validity test showed that all questions met the valid criteria ($r_{\text{count}} > r_{\text{table}}$), and the results of the reliability test showed that the instrument had good internal consistency. The assessment instrument developed has the characteristics of questions that integrate macroscopic, submicroscopic, and symbolic representations in the context of chemical bonds. The instrument is arranged in the form of open-ended descriptive questions that require students' high-level thinking skills. The trial subjects consisted of 33 grade XI students at a high school in Lampung. The results of teacher responses showed that the instrument was easy to use, relevant to learning objectives, and could be used to assess students' skills comprehensively. Based on these results, the 3D-LAP-based representation modeling skills assessment instrument was declared valid, reliable, and feasible to be used in chemistry learning at the high school level.

Keywords: assessment instruments, characteristics of assessment instruments, teacher responses, representation modeling skills, chemical bonds.

Judul Skripsi : **PENGEMBANGAN INSTRUMEN ASESMEN KETERAMPILAN MEMODELKAN REPRESENTASI PADA TOPIK IKATAN KIMIA**

Nama Mahasiswa : **Hasna Hafifa**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2113023032**

Program Studi : **Pendidikan Kimia**

Jurusan : **Pendidikan MIPA**

Fakultas : **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



1. **Komisi Pembimbing**

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

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

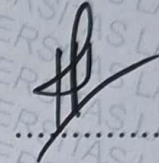
2. **Ketua Jurusan Pendidikan MIPA**

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

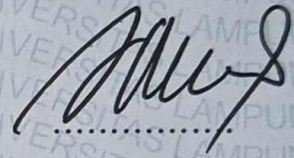
MENGESAHKAN

1. **Tim Penguji**

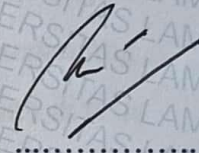
Ketua : Lisa Tania, S.Pd., M.Sc.



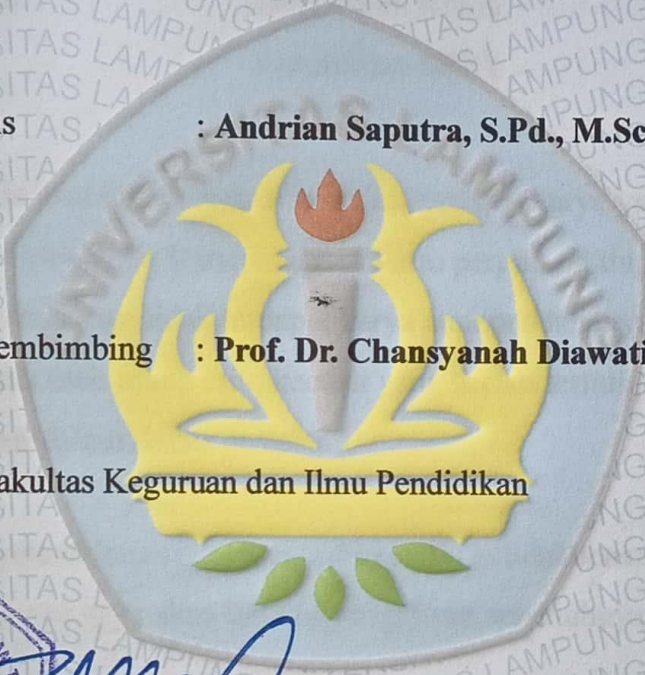
Sekretaris : Andrian Saputra, S.Pd., M.Sc.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Chansyanah Diawati, M.Si.**



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



Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd.
NIP. 19870504 201404 1 001



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 21 Juni 2025

PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hasna Hafifa
Nomor Pokok Mahasiswa : 2113023032
Program Studi : Pendidikan Kimia
Jurusan : Pendidikan MIPA

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

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

Bandar Lampung, 21 Juni 2025
Yang menyatakan,



Hasna Hafifa
NPM 2113023032

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Trimodadi, Lampung Utara, pada tanggal 04 September 2003 sebagai anak kedua dari dua bersaudara pasangan Bapak Yulianto dan Ibu Musinem. Pendidikan dasar ditempuh di SD Negeri 1 Trimodadi dan diselesaikan pada tahun 2015. Pendidikan menengah pertama dilanjutkan di SMP Negeri 2 Abung Selatan dan ditamatkan pada tahun 2018, kemudian pendidikan menengah atas ditempuh di MAN 1 Lampung Utara dan diselesaikan pada tahun 2021. Pada tahun yang sama, status sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia, Jurusan Pendidikan MIPA, FKIP Universitas Lampung diperoleh melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama masa perkuliahan, keterlibatan dalam kegiatan akademik ditunjukkan melalui penugasan sebagai asisten praktikum pada beberapa mata kuliah, yaitu Kimia Analisa Kualitatif dan Kuantitatif (tahun 2024), Kimia Pemisahan Analitik (tahun 2024), dan Pembelajaran Kimia Berbasis TIK (tahun 2025). Pada tahun 2023, amanah sebagai Kepala Bidang Pendidikan dijalankan dalam kepengurusan Forum Silaturahmi Mahasiswa Pendidikan Kimia (Fosmaki) kabinet Foscurium. Tahun 2024, kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) diikuti di Desa Budidaya, Kecamatan Sidomulyo, Kabupaten Lampung Selatan. Kegiatan tersebut diintegrasikan dengan program Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) yang dilaksanakan di SMK Negeri 1 Sidomulyo, Kecamatan Sidomulyo, Kabupaten Lampung Selatan.

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur “Alhamdulillah” atas kehadiran Allah SWT untuk segala rahmat dan karunia-Nya, skripsi ini akhirnya dapat kuselesaikan. Perjalanan ini bukan tentang menjadi yang tercepat, tetapi tentang bertahan meski sering diragukan, diremehkan, dan tak dianggap. Dalam diam, aku terus melangkah, belajar, dan membuktikan, bukan dengan kata-kata tetapi dengan hasil.

Skripsi ini kupersembahkan sepenuh hati dan syukur, kepada:

**Ayah dan Ibu tercinta,
(Yulianto dan Musinem)**

Terima kasih atas cinta, doa, dan keyakinan yang tak pernah padam. Setiap pencapaianku adalah bukti dari ketulusan cinta dan kekuatan doa kalian.

**Kakakku tersayang,
(Anik Maslihah)**

Terima kasih atas dukungan dan keyakinanmu dalam setiap langkahku.

Skripsi ini juga kupersembahkan kepada mereka yang pernah meragukanku dan lebih percaya pada keraguan daripada kemampuanku. Tidak apa-apa. Karena hari ini, tanpa harus banyak bicara, aku membiarkan pencapaianku menjelaskan segalanya, sebab kesungguhan tidak perlu selalu diumumkan, cukup ditunjukkan lewat hasil; dan aku percaya, kerja keras akan menemukan caranya untuk terlihat.

Para Dosen Pendidikan Kimia Universitas Lampung

Terima kasih atas ilmu, bimbingan, dan ketulusan yang telah diberikan.

Sahabat dan Almamater tercinta, Universitas Lampung

MOTTO

“Bercita-citalah setinggi langit. Bermimpilah setinggi langit. Jika engkau jatuh, engkau akan jatuh di antara bintang-bintang.”

(Ir. Soekarno)

“Ketika kamu merasa lelah karena belajar, ingatlah bahwa banyak orang lain lelah karena menyesal tidak belajar.”

(Imam Syafi'i)

SANCAWANA

Puji syukur kehadiran Allah SWT Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga dapat diselesaikan skripsi yang berjudul “Pengembangan Instrumen Asesmen Keterampilan Memodelkan Representasi Pada Topik Ikatan Kimia” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pendidikan.

Dukungan dari beberapa pihak sangat membantu dalam penyelesaian skripsi ini. Pada kesempatan ini disampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Albet Maydiantoro, M. Pd., Selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung;
2. Ibu Dr. Nurhanurawati, M. Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA;
3. Ibu Dr. M. Setyarini, M. Si., selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Kimia;
4. Ibu Lisa Tania, S.Pd., M.Sc., selaku Pembimbing I atas kesabaran dan kesediaannya untuk memberikan motivasi, bimbingan, kritik, dan sarannya dalam proses penyusunan skripsi;
5. Bapak Andrian Saputra, S.Pd., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Pembimbing II atas kesabaran dan kesediaannya untuk memberikan motivasi, bimbingan, kritik, dan sarannya dalam proses penyelesaian perkuliahan dan penyusunan skripsi;
6. Ibu Prof. Dr. Chansyanah Diawati, M.Si., selaku pembahas atas kesediannya untuk memberikan kritik, saran, dan masukan demi perbaikan skripsi sehingga menjadi karya yang lebih baik;
7. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Pendidikan Kimia dan segenap Civitas Akademik Jurusan Pendidikan MIPA;

8. Ibu Dr. Annisa Meristin, M.Pd., bapak Mohammad Ahdiat, S.Pd., M.Pkim., dan ibu Ni Putu Rahma Agustina, S.Si., M.Si.P., selaku validator atas penilaian dan saran yang telah diberikan;
9. Bapak Hendra Putra, S.Pd., M.Pd., selaku kepala sekolah SMA Negeri 14 Bandar Lampung, Ibu Ridasari, S.Pd., selaku guru mitra, dan peserta didik khususnya kelas XI-5 atas bantuan dan kesediannya selama melaksanakan penelitian;
10. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Akhirnya, penulis berharap semoga kedepannya skripsi yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Bandar Lampung, 21 Juni 2025

Penulis,

Hasna Hafifa

NPM 2113023032

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian.....	5
D. Manfaat Penelitian	5
E. Ruang Lingkup Penelitian.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Kompetensi Representasional (<i>Representational Competence</i>)	7
B. Keterampilan Memodelkan Representasi	8
C. Instrumen Asesmen Kompetensi Representasional	9
D. Penelitian Relevan.....	11
III. METODE PENELITIAN.....	13
A. Desain Penelitian.....	13
B. Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	13
C. Sumber Data.....	16
D. Alur Penelitian	17
E. Instrumen Penelitian.....	18
F. Teknik Analisis Data	20
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	24
A. Hasil Penelitian	24
V. KESIMPULAN DAN SARAN	51
A. Kesimpulan	51
B. Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA.....	53
LAMPIRAN.....	57
1. Rekapitulasi Hasil Angket Analisis Guru	58
2. Rekapitulasi Hasil Angket Kebutuhan Peserta Didik.....	60
3. Kisi-Kisi Instrumen Asesmen.....	63

4. Instrumen Asesmen Keterampilan Memodelkan Representasi	66
5. Rubrik Penilaian dan Pedoman Penskoran.....	73
6. Rekapitulasi Hasil Validasi Ahli Aspek Kesesuaian Isi dan Konstruksi	80
7. Rekapitulasi Hasil Tanggapan Guru Aspek Kesesuaian Isi, Konstruksi, dan Kepraktisan	88
8. Rekapitulasi Nilai Peserta Didik	98
9. Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas.....	99
10. Surat Keterangan Penelitian	101
11. Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian	102

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Penelitian yang relevan.	11
2. Skala Likert 5	20
3. Tafsiran persentase angket.	22
4. Tafsiran kriteria validasi ahli dan tanggapan guru	22
5. Kriteria derajat reliabilitas.....	23
6. Persentase hasil validasi ahli.....	36
7. Hasil uji validitas butir soal.....	43
8. Hasil uji respon kepada guru.....	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Langkah-langkah pengembangan menurut Thiagarajan.	13
2. Alur dalam pengembangan instrumen asesmen.....	17
3. Tanggapan guru mengenai instrumen asesmen yang selama ini digunakan untuk penilaian kepada peserta didik.	25
4. Tanggapan peserta didik mengenai instrumen asesmen yang digunakan guru saat ini.....	26
5. Tanggapan peserta didik mengenai kesesuaian soal dengan materi	30
6. Tanggapan guru mengenai instrumen asesmen yang digunakan saat ini.....	31
7. Hasil validasi kesesuaian isi dengan kurikulum	36
8. Hasil validasi kesesuaian isi dengan indikator keterampilan memodelkan representasi.	38
9. Hasil validasi kesesuaian isi dengan 3D-LAP.....	40
10. Hasil validasi konstruksi	41
11. Hasil tanggapan guru aspek kesesuaian isi dengan kurikulum.....	45
12. Hasil tanggapan guru aspek kesesuaian isi dengan indikator keterampilan memodelkan representasi	46
13. Hasil tanggapan guru aspek kesesuaian isi dengan 3D-LAP.....	47
14. Hasil tanggapan guru aspek konstruksi.....	48
15. Hasil tanggapan guru aspek kepraktisan.....	49

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pembelajaran kimia yang efektif mensyaratkan peserta didik mampu menguasai keterampilan representasional, khususnya keterampilan memodelkan representasi. Konsep dalam kimia memiliki karakteristik yang kompleks karena melibatkan pemahaman konsep-konsep abstrak seperti ikatan kimia, struktur molekul, dan perubahan energi pada tingkat partikel (Gabel, 1999; Johnstone, 2000). Untuk memahami konsep-konsep tersebut, peserta didik perlu mampu menghubungkan tiga level representasi kimia yaitu makroskopis, submikroskopis, dan simbolis (Taber, 2013). Agar peserta didik dapat menghubungkan dan menggunakan ketiga level ini secara efektif, dibutuhkan kemampuan untuk membangun representasi eksternal (seperti gambar, grafik, model visual) dan internal (pengetahuan konseptual) secara seimbang yang mencerminkan keberadaan dan fungsi *mental models* dalam memahami representasi (Rouse & Morris, 1986; Kozma & Russell, 2005).

Pada dasarnya, peserta didik harus memiliki *representational competence* (RC) yang baik yaitu kemampuan dalam menginterpretasi, mengaitkan, dan menghasilkan berbagai bentuk representasi dalam kimia yang digunakan untuk membangun pemahaman konsep secara mendalam (Kozma & Russell, 2005). RC dibagi menjadi dua level keterampilan utama yaitu *foundational RC skills* dan *meta-RC skills* (diSessa, 2004; Kozma & Russell, 2005). Di antara komponen *foundational RC*, keterampilan memodelkan representasi memiliki peran yang sangat krusial karena keterampilan ini merupakan keterampilan yang meminta peserta didik untuk dapat memvisualisasikan konsep abstrak, menghubungkan pemahaman antar level representasi, dan mengembangkan pemahaman konseptual yang mendalam tentang fenomena kimia.

Keterampilan memodelkan representasi ini termasuk dalam level *foundational* RC, namun dalam penerapannya seringkali memerlukan integrasi antara *foundational* RC dan *meta-RC skills* untuk mencapai pemahaman yang mendalam (Kozma & Russell, 2005; diSessa, 2004). Keterampilan ini melibatkan pengembangan model mental peserta didik tentang senyawa kimia dan kemampuan mereka guna merepresentasikan konsep kimia (Chittleborough & Treagust, 2007). Keterampilan peserta didik dalam memodelkan representasi juga menjadi dasar bagi mereka untuk memahami bagaimana atom-atom berinteraksi, membentuk ikatan, dan menghasilkan senyawa dengan sifat-sifat tertentu.

Kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa banyak peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami konsep ikatan kimia. Penelitian menunjukkan adanya berbagai miskonsepsi dalam topik ikatan kimia, seperti kesalahan pemahaman peserta didik mengenai pembentukan ikatan ion, ikatan kovalen, dan sifat-sifat senyawa yang dihasilkan (Taber, 2002; Othman dkk., 2008). Peserta didik sering mengalami kesulitan dalam memvisualisasikan proses pembentukan ikatan dan menghubungkan antara representasi simbolis dengan struktur molekular sebenarnya (Peterson dkk., 1989; Nicoll, 2001). Miskonsepsi ini memberikan bukti bahwa peserta didik belum mampu mengembangkan keterampilan memodelkan representasi yang baik untuk memahami konsep ikatan kimia secara mendalam.

Pembelajaran kimia saat ini telah menggunakan berbagai level representasi makroskopis, submikroskopis, dan simbolis untuk menjelaskan konsep-konsep kimia (Taber, 2013; Johnstone, 2000). Akan tetapi, asesmen yang digunakan masih bersifat konvensional dan hanya mengukur pemahaman konseptual peserta didik saja. Hasil studi pendahuluan di SMA Negeri 14 Bandar Lampung mengkonfirmasi bahwa asesmen masih terbatas pada ulangan harian dan LKPD konvensional.

Dalam pembelajaran, asesmen sering kali menjadi komponen yang terabaikan dan tidak terintegrasi dengan baik dalam proses pembelajaran. Penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar asesmen yang digunakan dalam pembelajaran kimia lebih fokus pada pengukuran pengetahuan konseptual dibandingkan keterampilan representasional (Kozma & Russell, 2005; diSessa, 2004; Gilbert, 2005). Soal-soal asesmen yang diberikan kepada peserta didik umumnya tidak dirancang oleh

guru untuk mengukur keterampilan memodelkan representasi. Jika soal tidak mengarah pada pengembangan keterampilan tersebut, maka pembelajaran pun tidak akan mengarah pada pengembangan keterampilan representasional peserta didik, terutama dalam keterampilan memodelkan representasi. Akibatnya, peserta didik tidak terlatih dalam memodelkan representasi dan kemampuan representasional mereka tidak berkembang optimal.

Untuk mengatasi kesenjangan antara kondisi ideal dan fakta lapangan tersebut, diperlukan pengembangan instrumen asesmen yang dapat mengukur keterampilan memodelkan representasi secara valid dan reliabel. *Three-Dimensional Learning Assessment Protocol (3D-LAP)* dapat dijadikan kerangka kerja dalam pengembangan instrumen ini karena mengintegrasikan tiga dimensi utama yaitu *scientific practices*, *crosscutting concepts*, dan *disciplinary core ideas* (Laverty dkk., 2016). Kerangka kerja 3D-LAP memungkinkan pengembangan instrumen asesmen yang tidak hanya mengukur pengetahuan konseptual, tetapi juga keterampilan ilmiah seperti memodelkan representasi.

Beberapa instrumen telah dikembangkan untuk mengukur beberapa keterampilan RC, seperti ORCA yang dikembangkan untuk menilai kompetensi representasional mahasiswa kimia organik dalam menggunakan enam jenis representasi molekul. Instrumen ini dikembangkan melalui wawancara, diuji pada lebih dari 3.000 mahasiswa dari berbagai institusi dan terbukti valid serta reliabel sebagai alat ukur konstruk representasional terpadu, serta efektif digunakan untuk menilai pembelajaran representasi secara menyeluruh (Ward dkk., 2025).

Instrumen lain yang telah dikembangkan adalah *Test of Representational Competence (TRC)* yang merupakan instrumen berupa pilihan ganda dan isian singkat yang dirancang untuk mengukur keterampilan representasional siswa SMA pada konsep dasar kimia. Instrumen ini menilai kemampuan siswa dalam memahami dan menghubungkan representasi simbolis, makroskopis, dan submikroskopis dengan hasil uji ANOVA menunjukkan perbedaan signifikan ($p < 0,001$) antar tingkat pemahaman siswa yang artinya pemahaman konsep berpengaruh nyata terhadap keterampilan representasional (Sim & Daniel, 2014).

Adapun instrumen yang telah dikembangkan lainnya yaitu *Visual Model Comprehension* (VMC) yang mampu untuk menilai kemampuan mahasiswa dalam memahami dan menggunakan visualisasi dalam pembelajaran kimia. Hasil uji ANOVA menunjukkan perbedaan signifikan antar kelompok dengan nilai $F = 15,24$ dan $p < 0,001$, mengindikasikan efektivitas instrumen dalam menilai pemahaman visual (Dickmann dkk., 2019). Ketiga instrumen tersebut telah memberikan kontribusi penting, namun belum ada instrumen asesmen yang secara spesifik mengukur keterampilan memodelkan representasi berbasis 3D-LAP pada topik ikatan kimia.

Berdasarkan hasil studi pendahuluan di SMA Negeri 14 Bandar Lampung, guru telah menggunakan berbagai level representasi (makroskopis, submikroskopis, dan simbolis) dalam pembelajaran ikatan kimia. Bersamaan dengan hal tersebut, guru menyatakan bahwa peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami representasi pembelajaran kimia. Data menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik mengaku bingung dalam membedakan mengenai simbol, gambar partikel, dan fenomena kimia. Penguasaan keterampilan memodelkan representasi peserta didik belum optimal, ditunjukkan oleh tingginya angka kesulitan yang terdapat dalam angket. Sementara itu, saat ini guru hanya menggunakan penilaian konvensional seperti ulangan harian dan LKPD, belum menerapkan asesmen berbasis 3D-LAP. Guru menyatakan bahwa instrumen asesmen yang ada saat ini belum mampu menggambarkan kemampuan representasional peserta didik secara menyeluruh, sehingga perlu pengembangan instrumen asesmen yang berfokus pada penilaian kompetensi representasional peserta didik berbasis 3D-LAP.

Pengembangan instrumen asesmen keterampilan memodelkan representasi pada topik ikatan kimia diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam mengatasi kesenjangan yang ada. Dengan adanya instrumen yang valid dan reliabel, guru dapat melakukan evaluasi yang lebih baik terhadap kemampuan peserta didik dalam memodelkan representasi, sehingga pembelajaran dapat diarahkan untuk mengembangkan keterampilan representasional peserta didik secara optimal.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan instrumen asesmen yang valid dan reliabel guna mengukur keterampilan memodelkan representasi dalam pembelajaran kimia. Dengan adanya instrumen yang

sesuai, diharapkan asesmen ini dapat menjadi alat evaluasi yang efektif. Oleh karena itu, dilakukan penelitian yang berjudul “Pengembangan Instrumen Asesmen Keterampilan Memodelkan Representasi Pada Topik Ikatan Kimia”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik instrumen asesmen keterampilan memodelkan representasi pada topik ikatan kimia yang telah dikembangkan?
2. Bagaimana tanggapan guru terhadap instrumen asesmen keterampilan memodelkan representasi pada topik ikatan kimia yang telah dikembangkan?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan instrumen asesmen keterampilan memodelkan representasi pada topik ikatan kimia.
2. Mendeskripsikan karakteristik instrumen asesmen keterampilan memodelkan representasi pada topik ikatan kimia.
3. Mendeskripsikan tanggapan guru terhadap instrumen asesmen keterampilan memodelkan representasi pada topik ikatan kimia.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini menghasilkan instrumen asesmen keterampilan memodelkan representasi pada topik ikatan kimia yang dapat bermanfaat bagi:

1. Peserta Didik
Adanya pengembangan instrumen asesmen diharapkan dapat meningkatkan keterampilan memodelkan representasi peserta didik pada topik ikatan kimia.
2. Guru
Tersedianya instrumen asesmen keterampilan memodelkan representasi pada topik ikatan kimia yang valid sehingga dapat digunakan untuk mengukur kemampuan memodelkan representasi peserta didik.
3. Sekolah
Meningkatkan kualitas pembelajaran kimia di sekolah dengan dilakukannya evaluasi menggunakan instrumen asesmen yang valid pada penelitian ini.

4. Peneliti Lain

Instrumen asesmen yang dikembangkan diharapkan dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

E. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. Penelitian pengembangan yang dilakukan mengikuti tahap-tahap pengembangan Thiagarajan Model 4D (*Define, Design, Develop* dan *Disseminate*), lalu tahap yang dilakukan hanya sampai pada tahap ketiga yaitu *Develop*.
2. Instrumen asesmen yang dikembangkan yaitu instrumen asesmen berbasis 3D-LAP yang menyediakan soal dengan tiga dimensi utama untuk menilai keterampilan memodelkan representasi pada peserta didik.
3. Tujuan pembelajaran dan indikator soal dalam penelitian ini mengacu pada Kurikulum Merdeka tahun 2022.
4. Indikator keterampilan memodelkan representasi pada penelitian ini mengacu pada kompetensi representasional menurut Kozma & Russel (2005), yaitu kemampuan untuk membuat representasi sesuai untuk tujuan tertentu dan menjelaskan representasi yang telah dibuat sesuai untuk tujuan tertentu.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kompetensi Representasional (*Representational Competence*)

Kompetensi representasional (*representational competence*) adalah serangkaian keterampilan dan praktik yang memungkinkan seseorang untuk berpikir, mengomunikasikan, dan bertindak berdasarkan fenomena kimia dan proses dasar menggunakan berbagai representasi atau visualisasi secara reflektif (Kozma & Russell, 2005). Struktur konseptual keterampilan kompetensi representasional diatur dalam pola karakteristik penggunaan representasi pada lima tahap, yaitu representasi sebagai penggambaran, keterampilan simbolis awal, penggunaan sintaksis representasi formal, penggunaan semantik representasi formal, dan penggunaan representasi yang reflektif dan retorik.

Gilbert (2008) mendefinisikan *representational competence* (RC) sebagai kemampuan yang berkembang melalui *scaffolding* sistematis dalam visualisasi pembelajaran. Sementara itu, Ainsworth (2006) menggambarkan RC sebagai kemampuan untuk menggunakan representasi dengan tiga fungsi utama yaitu komplementer, konstrain, dan konstruksi pemahaman.

Rau (2017) mengonseptualisasikan RC sebagai kemampuan yang berkembang secara bertahap dalam menginterpretasi representasi kimia kompleks, Stull, Gainer, & Hegarty (2018) menekankan RC sebagai kemampuan yang berkorelasi dengan kemampuan visualisasi spasial. Popova & Jones (2021) memaknai RC sebagai kompleksitas proses berpikir representasional yang memerlukan instrumen asesmen komprehensif. Selanjutnya, Cheng & Gilbert (2009) mengartikan RC sebagai kemampuan yang memfasilitasi pemahaman konseptual mendalam melalui visualisasi.

Keterampilan yang merupakan inti dari kompetensi representasional dalam kimia mencakup berbagai aspek yang berkaitan dengan penggunaan dan pemahaman representasi, yaitu sebagai berikut:

1. kemampuan untuk menggunakan representasi untuk menjelaskan fenomena kimia terkait proses molekuler,
2. kemampuan untuk membuat atau memilih representasi representasi yang sesuai untuk tujuan tertentu,
3. kemampuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis fitur representasi (misalnya, puncak pada grafik koordinat) dan pola representasi (misalnya, perilaku molekul dalam animasi),
4. kemampuan untuk menjelaskan bagaimana representasi yang berbeda mampu menyampaikan hal yang sama dengan cara yang berbeda dan menjelaskan bagaimana satu representasi mampu menyampaikan hal yang berbeda dengan representasi lain,
5. kemampuan untuk membuat hubungan antar representasi yang berbeda, lalu memetakan jenis representasi ke representasi lain dan menjelaskan hubungan antara keduanya,
6. kemampuan untuk mengambil posisi epistemologis yang sesuai dengan representasi tetapi berbeda dari fenomena yang diamati,
7. kemampuan untuk menggunakan representasi dan fiturnya sebagai bukti untuk mendukung klaim, menarik kesimpulan, dan membuat prediksi (Kozma & Russell, 2005).

B. Keterampilan Memodelkan Representasi

Pemodelan atau memodelkan adalah alat penjelasan bagi peserta didik yang bertujuan mengharuskan peserta didik untuk menghubungkan antara target dan analog. Ketika memodelkan representasi kimia, hubungan terbentuk antara analog dan target. Dimana analog ialah representasi simbolis yang terhubung dengan dua target, yaitu representasi submikroskopis dan representasi makroskopis. Jadi, dalam tiga level representasi, representasi simbolis adalah analog dari representasi makroskopis dan submikroskopis, yang merupakan target. Keterampilan memodelkan representasi merupakan praktik umum peserta didik untuk mengembangkan model mental mereka tentang senyawa kimia (Chittleborough & Treagust, 2007).

Ahli kimia memodelkan fenomena kimia yang diamati dan ide-ide yang digunakan untuk menjelaskan fenomena tersebut yaitu pada tingkat makroskopis dan submikroskopis menggunakan analogi dari apa yang telah diketahui (Cooper & Stowe, 2018). *Next Generation Science Standards* (NGSS) mengharapkan peserta didik menggunakan pengetahuan yang berlandaskan pada ide inti untuk memprediksi, menjelaskan, dan memodelkan fenomena (Stowe, Herrington, McKay, & Cooper, 2019). Memfokuskan instruksi pada pengembangan ide-ide inti yang terstruktur dapat membantu peserta didik dalam memproses, mengorganisasi, dan memanfaatkan pengetahuan di bidangnya untuk menjelaskan serta memodelkan berbagai fenomena (Stowe, Herrington, McKay, & Cooper, 2019).

Keterampilan seseorang dalam memodelkan representasi dapat diidentifikasi melalui pencapaian sejumlah indikator tertentu. Terdapat indikator yang menjadi rujukan dalam mengevaluasi keterampilan memodelkan representasi, salah satunya yaitu kemampuan untuk membuat atau memilih representasi dan menjelaskan representasi tersebut sesuai untuk tujuan tertentu (Kozma & Russell, 2005). Kemampuan ini mencakup pemahaman yang baik terhadap konsep, membuat bentuk representasi yang sesuai, serta menggabungkan berbagai jenis representasi seperti gambar atau simbol.

C. Instrumen Asesmen Kompetensi Representasional

Saat ini belum terdapat instrumen asesmen dalam bidang kimia yang dapat mengukur kemampuan kompetensi representasional (*RC*) peserta didik (Popova & Jones, 2021). Asesmen yang ada cenderung berfokus pada ingatan fakta, pengetahuan prosedural, dan pemecahan masalah algoritmik (Lavery dkk., 2016).

Penilaian yang telah ada belum mampu untuk memperoleh bukti bahwa peserta didik terlibat dalam *scientific practices*, *crosscutting concepts*, atau *disciplinary core ideas*. Instrumen asesmen perlu dikembangkan dan diterapkan untuk mengevaluasi keterampilan kompetensi representasional pada peserta didik (Kozma & Russell, 2005). Telah dikembangkan kerangka kerja untuk mengidentifikasi asesmen agar dapat memperoleh bukti pembelajaran tiga dimensi. Instrumen yang dikembangkan berdasarkan *Three-Dimensional Learning Assessment Protocol*

(3D-LAP), mengintegrasikan *Scientific Practices*, *Crosscutting Concepts*, dan *Disciplinary Core Ideas* (Lavery dkk., 2016).

Ketiga dimensi utama didalam asesmen pembelajaran *three dimensional* menggunakan protokol 3D-LAP dapat diuraikan sebagai berikut:

1. *Scientific Practices*

Scientific practices mengharuskan peserta didik untuk mampu melakukan mengenai apa yang seharusnya bisa dilakukan oleh peserta didik dengan menggunakan pengetahuan yang telah mereka kuasai. Kerangka kerja ini menjelaskan beberapa *scientific practices* yang mampu melibatkan peserta didik dalam proses sains dan teknik dengan menggunakan pengetahuan mereka. *Scientific practices* terbagi menjadi beberapa kategori yaitu mengajukan pertanyaan, mengembangkan dan menggunakan model, perencanaan investigasi, menganalisis dan menafsirkan data, menggunakan matematika dan pemikiran komputasional, membangun penjelasan dan terlibat dalam argumentasi dari bukti, dan mengevaluasi informasi.

2. *Crosscutting Concepts*

Crosscutting concepts merujuk pada gagasan-gagasan inti yang memiliki relevansi luas di berbagai disiplin ilmu. Kerangka kerja ini mengidentifikasi *crosscutting concepts* yang mencakup berbagai disiplin ilmu sebagai cara berpikir tentang fenomena yang membantu peserta didik menghubungkan berbagai *disciplinary core ideas*. *Crosscutting concepts* mencakup pola, sebab akibat: mekanisme dan penjelasan, skala, proporsi dan kuantitas, sistem dan model sistem, energi dan materi, struktur dan fungsi, stabilitas dan perubahan.

3. *Disciplinary Core Ideas*

Disciplinary core ideas merujuk pada konsep-konsep penting untuk mempelajari suatu *disciplinary core ideas*. Dimensi ketiga dalam kerangka kerja ini menekankan bahwa peserta didik perlu membangun pengetahuan mereka berdasarkan "*disciplinary core ideas*" daripada mencoba memahami ide-ide utama dari kumpulan fakta dan informasi yang beragam. Para ahli dalam suatu disiplin diketahui memiliki banyak pengetahuan, yang diorganisasikan dan dikaitkan dengan sejumlah konsep penting yang menjadi inti pemahaman mereka.

Kerangka kerja dapat digunakan sebagai panduan dalam mengembangkan instrumen asesmen untuk membuktikan apakah protokol dapat membedakan asesmen yang mendukung pembelajaran tiga dimensi atau tidak. Untuk mengkarakterisasi tugas penilaian, pengguna harus mengidentifikasi apakah tugas tersebut memenuhi kriteria untuk setiap *scientific practices*, *crosscutting concepts*, dan *disciplinary core ideas* (tugas tersebut harus memenuhi semua kriteria dalam *scientific practices*).

D. Penelitian Relevan

Penelitian yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan peneliti tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Penelitian yang relevan.

No	Penulis	Tahun	Judul	Hasil
1	Chandra-segaran, A. L., Treagust, D. F., & Mocerino, M.	2007	<i>The development of a two-tier multiple-choice diagnostic instrument for evaluating secondary school students' ability to describe and explain chemical reactions using multiple levels of representation</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Mengembangkan instrumen diagnostik dua tingkat (<i>two-tier multiple-choice diagnostic instrument</i>) yang dirancang untuk siswa sekolah menengah. b. Instrumen tersebut mengukur pemahaman konsep tentang reaksi kimia di berbagai level representasi c. Butir soal instrumen relevan dan sesuai dengan tujuan yang dinyatakan oleh validasi ahli. Selanjutnya instrumen tersebut reliabel dan konsisten untuk digunakan dengan uji <i>Cronbach's Alpha</i> bernilai > 0,70. Selain itu, dilakukan juga analisis respon siswa yang membuktikan instrumen efektif untuk mendeteksi miskonsepsi.
2	Wang, Z., Chi, S., Luo, M., Yang, Y., & Huang, M.	2017	<i>Development of an Instrument to Evaluate High School Students' Chemical Symbol Representation Abilities</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Mengembangkan instrumen CSRA (<i>chemical symbol representation abilities</i>) pada siswa kelas 10 dan 11. b. Instrumen ini mengukur kemampuan representasi simbol kimia siswa dalam empat tingkat: 1) menggunakan representasi fisik, 2) menggabungkan simbol dan fitur permukaan, 3) menjelaskan fenomena dan proses tak teramati, dan 4) menggunakan simbol formal untuk menjelaskan, memecahkan masalah, atau memprediksi fenomena. c. Analisis data dilakukan menggunakan model Rasch untuk menilai kualitas instrumen. Setelah dua tahap pengujian dengan total 220 siswa dari dua sekolah berbeda, hasil analisis menunjukkan bahwa instrumen memiliki reliabilitas dan validitas yang baik dalam mengukur CSRA siswa.

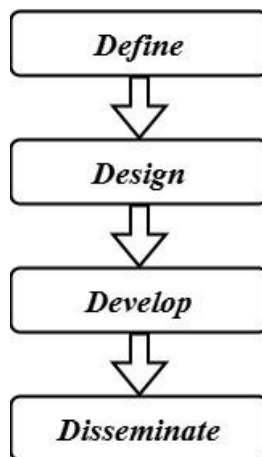
Tabel 1. (Lanjutan)

No	Penulis	Tahun	Judul	Hasil
3	Christian, B. N., & Yezi- erski, E. J.	2012	<i>Development and validation of an instrument to measure student knowledge gains for chemical and physical change for grades 6–8</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Mengembangkan instrumen <i>Chemical and Physical Change Assessment (CPCA)</i>. CPCA ditujukan untuk siswa kelas 6 hingga 8 b. CPCA mengukur pemahaman tentang perbedaan perubahan fisika dan kimia. c. Analisis data dilakukan menggunakan metode psikometrik, termasuk uji reliabilitas dan validitas item. Hasilnya menunjukkan bahwa CPCA memiliki data yang valid dan reliabel untuk mengukur peningkatan pengetahuan siswa. Reliabilitas instrumen diukur sepanjang proses revisi yang menghasilkan konsistensi internal akhir sebesar 0,612 seperti yang diukur oleh Alpha Cronbach.
4	Dorman, J. P., & Knightley, W. M.	2006	<i>Development and validation of an instrument to assess secondary school students' perceptions of assessment tasks</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Mengembangkan instrumen untuk menilai persepsi siswa sekolah menengah (<i>secondary school students</i>) terhadap tugas penilaian (<i>assessment tasks</i>). b. Instrumen ini ditujukan untuk berbagai mata pelajaran mencakup penilaian secara umum di sekolah menengah. c. Peneliti menggunakan analisis faktor konfirmatori (CFA) dan analisis reliabilitas (<i>Cronbach's alpha</i>) untuk menguji validitas dan konsistensi instrumen. Hasil CFA menunjukkan model yang sesuai dengan indeks CFI > 0.90 dan RMSEA < 0.06, yang menunjukkan struktur faktor yang stabil. Nilai <i>Cronbach's Alpha</i> berkisar antara 0.75 hingga 0.89, yang menunjukkan reliabilitas tinggi. Artinya, instrumen asesmen tersebut efektif.
5	Stowe, R. L., & Cooper, M. M.	2017	<i>Practicing What We Preach: Assessing "Critical Thinking" in Organic Chemistry</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Mengembangkan instrumen asesmen berpikir kritis untuk mahasiswa sarjana dalam mata kuliah Kimia Organik. b. Instrumen ini mengukur berpikir kritis kontekstual dalam kimia organik, mencakup: menginterpretasikan data, mengembangkan dan mengevaluasi argumen ilmiah, menjelaskan dan membenarkan mekanisme reaksi berdasarkan bukti, serta menggunakan representasi ilmiah secara logis dan tepat. c. Instrumen ini dilakukan analisis data dengan <i>Generalizability Theory</i> menunjukkan reliabilitas inter-rater tinggi ($G = 0,83$), sementara ANOVA yaitu variasi skor lebih dipengaruhi oleh kemampuan mahasiswa, bukan bias penilai atau soal, yang memperkuat validitas instrumen.

III. METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan dengan berdasarkan pada model 4D (*Four-D*). Model 4D dikembangkan oleh Thiagarajan (1974) terdiri atas empat tahap: *Define* (Pendefinisian), *Design* (Perancangan), *Develop* (Pengembangan), *Disseminate* (Penyebaran). Tahapan model 4D dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Langkah-langkah pengembangan menurut Thiagarajan (1974).

Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap dalam model 4D, yaitu (1) *define*, (2) *design*, dan (3) *develop*. Produk yang dihasilkan berupa instrumen asesmen keterampilan memodelkan representasi pada topik ikatan kimia.

B. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Adapun prosedur pelaksanaan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. *Define* (Pendefinisian)

Tahap *define* dilakukan dengan tujuan untuk mendefinisikan berbagai informasi yang berkaitan dengan produk yang akan dikembangkan. Tahap *define* mencakup beberapa langkah pokok sebagai berikut:

a. *Front-End Analysis* (Analisis Ujung Depan)

Analisis ujung depan pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana dibutuhkan instrumen asesmen dalam menilai keterampilan memodelkan representasi peserta didik pada topik ikatan kimia, sehingga pengembangan instrumen asesmen yang disusun sesuai dengan kondisi dan kebutuhan di lapangan. Tahap analisis ini dilakukan melalui studi pendahuluan yang melibatkan tiga guru kimia di SMA Negeri 14 Bandar Lampung untuk mengisi angket analisis kebutuhan.

Pada analisis ujung depan ini dilakukan identifikasi awal terhadap produk asesmen yang sudah ada yaitu dengan menganalisis produk asesmen yang ada di SMA Negeri 14 Bandar Lampung dan dilakukan analisis ketersediaan asesmen keterampilan memodelkan representasi pada topik ikatan kimia yang merujuk pada 3D-LAP melalui jurnal-jurnal internasional dan penelitian yang pernah dilakukan.

b. *Learner Analysis* (Analisis Peserta Didik)

Analisis peserta didik pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keterampilan-keterampilan individu peserta didik yang sudah mereka miliki dan dapat dikembangkan untuk mencapai tujuan pembelajaran yang ditetapkan, kebutuhan peserta didik terkait kepentingan pengembangan instrumen asesmen yang mampu mengukur keterampilan peserta didik dalam memodelkan representasi pada topik ikatan kimia. Analisis peserta didik dilakukan melalui studi pendahuluan dengan melibatkan 33 peserta didik kelas XI SMA Negeri 14 Bandar Lampung untuk mengisi angket analisis kebutuhan.

c. *Task Analysis* (Analisis Tugas)

Analisis tugas bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis tugas yang sebelumnya pernah dikerjakan oleh peserta didik. Dalam tahap ini, dilakukan identifikasi apakah terdapat tugas yang berkaitan dengan asesmen yang akan dikembangkan. Hasil dari analisis ini memberikan gambaran mengenai pengalaman peserta didik dalam mengerjakan tugas.

d. *Specifying Instructional Objective* (Perumusan Tujuan Pembelajaran)

Dalam pengembangan ini, penentuan tujuan pembelajaran dilakukan melalui analisis tugas untuk mengidentifikasi kompetensi yang harus dikuasai oleh peserta

didik. Hasil dari analisis ini kemudian dirumuskan menjadi tujuan pembelajaran yang bersifat spesifik dan operasional. Tujuan pembelajaran tersebut juga disusun dengan menyesuaikan pada capaian pembelajaran (CP) yang tercantum dalam Kurikulum Merdeka tahun 2022 yang merujuk pada Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi (Permendikbudristek) Nomor 56 tahun 2022 yang diterapkan di SMA Negeri 14 Bandar Lampung.

2. *Design* (Perancangan)

Tahap *design* dilakukan perancangan awal produk yang sesuai dengan kebutuhan nyata di lapangan. Berikut beberapa langkah yang dilakukan pada tahap *design*.

a. *Constructing Criterion-Referenced Test* (Penyusunan Tes Acuan Patokan)

Tes acuan patokan disusun berdasarkan tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan berdasar pada hasil analisis kebutuhan peserta didik. Langkah ini dilakukan dengan menyusun kisi-kisi instrumen asesmen yang mencakup indikator keterampilan memodelkan representasi dan indikator soal, menyusun rubrik penilaian, serta pedoman penskoran. Penyusunan ketiga komponen tersebut menyesuaikan juga pada Kurikulum Merdeka tahun 2022, kerangka kompetensi representasional yang dikembangkan oleh Kozma & Russell (2005), dan kriteria asesmen berbasis *The Three-Dimensional Learning Assessment Protocol* (3D-LAP).

b. *Initial Design* (Rancangan Awal)

Pada tahap rancangan awal dalam penelitian ini, disusun rancangan instrumen asesmen yang bertujuan untuk mengukur keterampilan memodelkan representasi pada topik ikatan kimia. Perancangan dilakukan dengan memperhatikan tiga aspek utama yang menjadi acuan mutu instrumen, yaitu validitas, reliabilitas, dan kepraktisan.

Komponen rancangan produk meliputi petunjuk penggunaan instrumen, rancangan kisi-kisi soal, rancangan butir-butir asesmen dalam bentuk uraian, rancangan rubrik penilaian, serta rancangan pedoman penskoran. Selain itu, dirancang bentuk angket validasi ahli yang aspek mencakup aspek kesesuaian isi dan konstruksi. Selanjutnya dirancang pula angket tanggapan guru yang mencakup aspek kesesuaian isi, aspek konstruksi, dan aspek kepraktisan.

3. *Develop* (Pengembangan)

Tahap pengembangan dilakukan dengan membuat instrumen asesmen keterampilan memodelkan representasi pada topik ikatan kimia berdasarkan masukan dari para ahli dan data hasil uji coba lapangan. Berikut tahap *develop* yang dilakukan.

a. *Expert Appraisal* (Validasi Ahli)

Setelah dilakukan pengembangan awal produk, langkah selanjutnya adalah validasi ahli agar mendapatkan penilaian dan masukan terhadap produk yang dikembangkan. Validasi instrumen asesmen yang telah dikembangkan melibatkan tiga dosen Pendidikan Kimia Universitas Lampung. Validasi dilakukan dengan memberikan produk pengembangan pertama beserta instrumen penilaian dalam aspek kesesuaian isi dan konstruksi. Selanjutnya dilakukan pengolahan data hasil validasi ahli serta merangkum masukan dari ketiga validator. Hasil dari validasi ahli beserta rangkuman masukan kemudian dikonsultasikan kembali dengan dosen pembimbing untuk mempertimbangkan saran-saran yang telah diberikan. Selanjutnya, produk pengembangan pertama direvisi berdasarkan masukan dari validator, sehingga menghasilkan produk pengembangan kedua. Produk yang telah direvisi tersebut kemudian dilakukan uji coba.

b. *Developmental Testing* (Uji Coba Pengembangan)

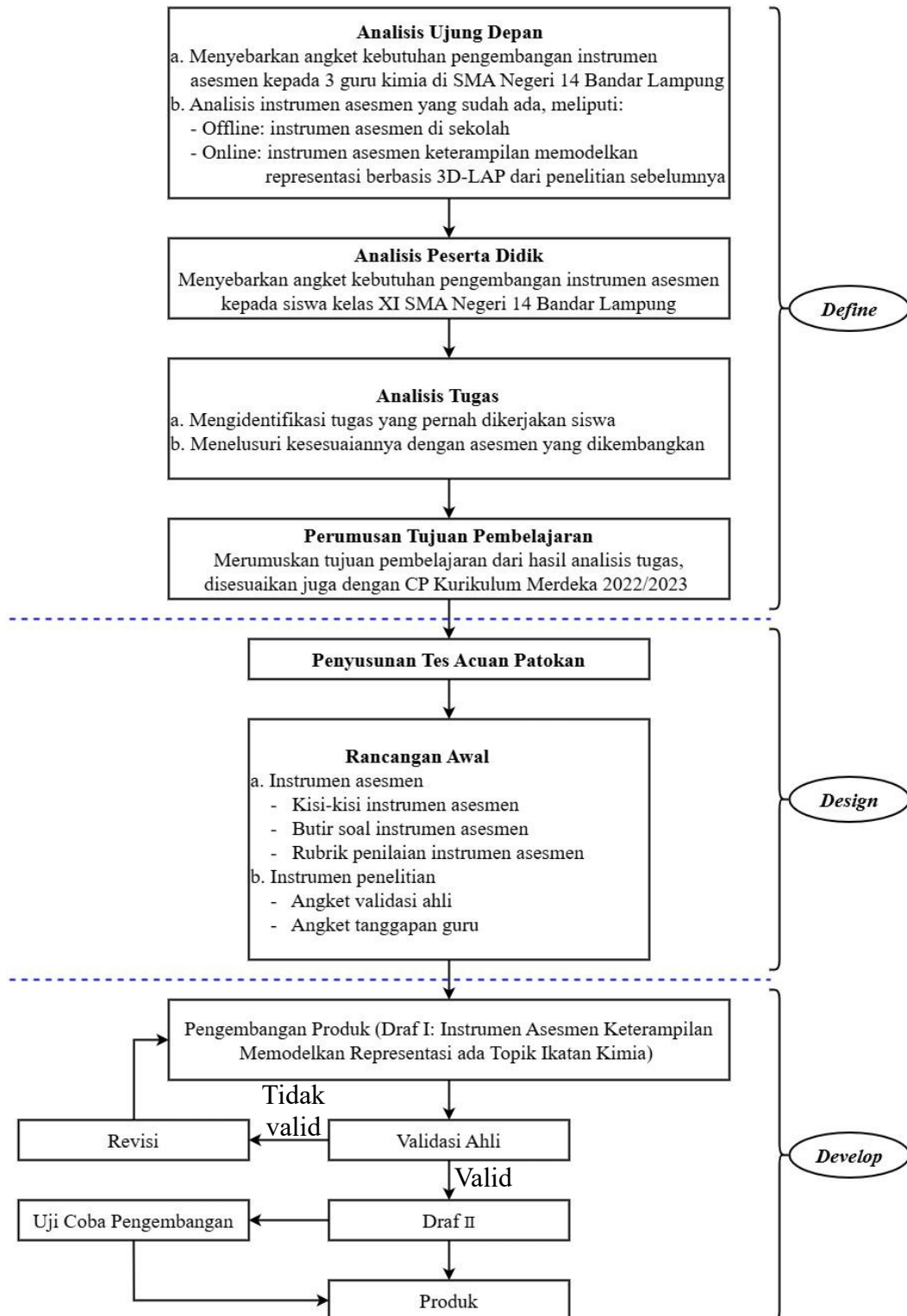
Uji coba ini dilakukan untuk mengumpulkan data dengan memberikan instrumen asesmen yang telah divalidasi oleh ahli kepada peserta didik untuk dikerjakan. Kemudian meminta tanggapan guru terhadap aspek kesesuaian isi, aspek konstruksi, dan aspek kepraktisan pada instrumen asesmen yang telah dikembangkan.

C. Sumber Data

Data dalam penelitian ini diperoleh dari tahap pendefinisian (*define*) dan tahap pengembangan (*develop*). Pada tahap pendefinisian (*define*), data diperoleh dari 3 guru kimia dan 33 peserta didik kelas XI SMA Negeri 14 Bandar Lampung. Pada tahap pengembangan (*develop*), data diperoleh dari 3 dosen Pendidikan Kimia FKIP Universitas Lampung sebagai validator, 3 guru kimia, dan 33 peserta didik kelas XI SMA Negeri 14 Bandar Lampung.

D. Alur Penelitian

Berikut alur penelitian dalam pengembangan instrumen asesmen keterampilan memodelkan representasi pada topik ikatan kimia pada penelitian ini.



Gambar 2. Alur dalam pengembangan instrumen asesmen

E. Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu instrumen pada tahap *define* (pendefinisian) dan instrumen pada tahap *develop* (pengembangan). Berikut penjelasan instrumen-instrumen tersebut.

1. Instrumen pada tahap *define* (Pendefinisian)

Instrumen pada tahap pendefinisian adalah sebagai berikut:

a. Angket analisis kebutuhan pengembangan asesmen dari respon guru

Angket ini berisi tentang 11 item pertanyaan untuk menganalisis terkait instrumen asesmen yang saat ini digunakan oleh guru dan mengetahui apakah instrumen asesmen tersebut mampu menilai keterampilan memodelkan representasi peserta didik khususnya pada topik ikatan kimia. Guru diminta mengisi angket dengan memilih jawaban pada tabel yang telah disediakan, yang mencakup enam jenis bentuk respons, yaitu: (1) sangat sering; cukup sering; jarang; tidak pernah, (2) ya, sangat perlu; cukup perlu; tidak perlu, (3) ya, sangat kesulitan; cukup kesulitan; tidak kesulitan, (4) penilaian harian; LKPD; PTS; tidak ada, (5) ada; tidak ada, (6) penting; tidak penting. Bentuk respons pada angket tidak sepenuhnya seragam antar item, namun data yang diperoleh tetap digunakan untuk memberikan gambaran kebutuhan dalam pengembangan instrumen asesmen yang sesuai dengan kondisi nyata di lapangan.

b. Angket analisis kebutuhan pengembangan asesmen respon peserta didik

Angket ini berisi tentang 12 item pertanyaan untuk menganalisis terkait instrumen asesmen yang saat ini digunakan menurut respon peserta didik. Peserta didik diminta mengisi angket dengan memilih jawaban pada tabel yang telah disediakan, yang mencakup empat jenis bentuk respons, yaitu: (1) pilihan jamak; *essay*; isian singkat; lainnya, (2) ya, sesuai dan mudah dipahami; ya, namun soal dikembangkan dari materi yang dipelajari; tidak, soal cenderung menyajikan hal baru; tidak, soal sangat tidak sesuai, (3) ya; tidak, (4) bersifat obyektif; terkait dengan kehidupan sehari-hari; dapat menilai proses bukan hanya hasil akhir; dapat membuka wawasan peserta didik. Bentuk respons pada angket tidak sepenuhnya seragam

antar item, namun data yang diperoleh tetap digunakan untuk memberikan gambaran kebutuhan dalam pengembangan instrumen asesmen yang sesuai dengan kondisi nyata di lapangan.

2. Instrumen pada tahap *develop* (Pengembangan)

Instrumen pada tahap pengembangan adalah sebagai berikut:

a. Angket validasi kesesuaian isi

Angket ini berisi validasi produk instrumen asesmen berdasarkan tiga aspek utama, yaitu: (1) kesesuaian instrumen asesmen dengan kurikulum, (2) kesesuaian instrumen asesmen dengan *representational competence* (RC), dan (3) kesesuaian instrumen asesmen dengan kerangka *The Three-Dimensional Learning Assessment Protocol* (3D-LAP). Angket validasi disusun dalam bentuk pernyataan tertutup dengan jumlah item yang berbeda pada setiap aspek, yakni 4 item untuk aspek pertama, 6 item untuk aspek kedua, dan 4 item untuk aspek ketiga. Responden memberikan penilaian terhadap setiap pernyataan dengan memilih salah satu dari lima kategori pada skala *Likert-5*, seperti yang disajikan dalam Tabel 2.

b. Angket validasi konstruksi

Angket ini berisi validasi produk instrumen asesmen berdasarkan aspek yang dinilai meliputi kesesuaian indikator dengan soal yang dibuat, rubrik penilaian, dan pedoman penskoran. Angket ini terdiri atas 6 item pernyataan. Responden memberikan penilaian terhadap setiap pernyataan dengan memilih salah satu dari lima kategori pada skala *Likert-5*, seperti yang disajikan dalam Tabel 2.

c. Angket tanggapan guru

Angket tanggapan guru merupakan instrumen uji kelayakan yang diisi oleh guru sebagai penilai. Angket ini terdiri atas tiga aspek penilaian, yaitu aspek kesesuaian isi, aspek konstruksi, dan aspek kepraktisan dari instrumen asesmen yang dikembangkan. Aspek kesesuaian isi dan aspek konstruksi memuat pernyataan yang serupa dengan angket validasi ahli, yakni menilai keterkaitan instrumen dengan kurikulum, *representational competence* (RC), 3D-LAP, serta kesesuaian indikator dengan soal, rubrik penilaian, dan pedoman penskoran. Sementara itu,

aspek kepraktisan berisi pernyataan yang bertujuan untuk menilai kemudahan dan efisiensi yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik. Terdapat 9 item pernyataan pada aspek kepraktisan. Responden memberikan penilaian terhadap setiap pernyataan dengan memilih salah satu dari lima kategori pada skala *Likert-5*, seperti yang disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Skala Likert 5 (Sugiyono, 2010).

No	Pilihan Jawaban	Skor
1	Sangat Setuju (SS)	5
2	Setuju (S)	4
3	Kurang Setuju (KS)	3
4	Tidak Setuju (TS)	2
5	Sangat Tidak Setuju (STS)	1

F. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dibagi menjadi tiga bagian yaitu analisis data pada tahap *define* (analisis kebutuhan), analisis data pada tahap *develop* (validasi ahli dan tanggapan guru), dan analisis data pada butir soal (validitas dan reliabilitas). Berikut teknik analisis data yang dilakukan pada penelitian ini.

1. Teknik analisis data pada tahap *define* (Pendefinisian)

Adapun tahapan pada teknik ini adalah sebagai berikut:

- Mengelompokkan jawaban berdasarkan pertanyaan angket.
- Menghitung persentase jawaban angket. Rumus untuk menghitung persentase jawaban responden setiap item adalah sebagai berikut:

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

Keterangan: $%J_{in}$ = persentase pilihan jawaban-i

$\sum Ji$ = jumlah responden yang menjawab jawaban-i

N = jumlah seluruh responden (Sudjana, 2005).

- Menjelaskan hasil penafsiran persentase jawaban responden dalam bentuk deskriptif naratif.

2. Teknik analisis data pada tahap *develop* (Pengembangan)

Teknik analisis data hasil validasi ahli dan tanggapan guru dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Mengelompokkan jawaban berdasarkan item pernyataan angket.
- b. Menghitung frekuensi jawaban berdasarkan item pernyataan angket.
- c. Memberi skor jawaban responden. Penskoran jawaban responden dalam angket dilakukan berdasarkan skala *Likert-5* pada Tabel 2.
- d. Mengolah jumlah skor jawaban responden.

Berikut pengolahan jumlah skor ($\sum S$) jawaban angket:

- 1) Skor untuk pernyataan Sangat Setuju (SS)

Skor = 5 x jumlah responden yang menjawab SS

- 2) Skor untuk pernyataan Setuju (ST)

Skor = 4 x jumlah responden yang menjawab ST

- 3) Skor untuk pernyataan Kurang Setuju (KS)

Skor = 3 x jumlah responden yang menjawab KS

- 4) Skor untuk pernyataan Tidak Setuju (TS)

Skor = 2 x jumlah responden yang menjawab TS

- 5) Skor untuk pernyataan Sangat Tidak Setuju (STS)

Skor = 1 x jumlah responden yang menjawab STS

- e. Menghitung jumlah skor jawaban angket dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\sum S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5$$

Keterangan: $\sum S$ = Jumlah skor jawaban

$S_{1\ 2\ 3\ 4\ 5}$ = jumlah skor untuk jawaban-i

- f. Menghitung persentase jawaban angket pada setiap pernyataan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\%X_{in} = \frac{\sum S}{S_{maks}} \times 100\%$$

Keterangan: $\%X_{in}$ = persentase jawaban pernyataan ke-i pada angket

$\sum S$ = jumlah skor jawaban total responden

S_{maks} = skor maksimum yang diharapkan (Sudjana, 2005).

- g. Menghitung rata-rata persentase jawaban setiap angket untuk mengetahui tingkat kesesuaian isi dan konstruksi dari pengembangan instrumen asesmen keterampilan memodelkan representasi dengan rumus sebagai berikut:

$$\%X_i = \frac{\sum \%X_{in}}{n}$$

Keterangan: $\%X_i$ = rata-rata persentase jawaban dari pertanyaan angket

$\sum \%X_{in}$ = jumlah persentase jawaban dari semua pernyataan angket

n = jumlah pernyataan pada angket (Sudjana, 2005)

- h. Menafsirkan persentase angket dengan menggunakan tafsiran Arikunto (2008) berdasarkan Tabel 3.

Tabel 3. Tafsiran persentase angket (Arikunto, 2008).

Persentase (%)	Kriteria
80,1 – 100	Sangat tinggi
60,1 – 80	Tinggi
40,1 – 60	Sedang
20,1 – 40	Rendah
0,0 – 20	Sangat rendah

- i. Menafsirkan kriteria validasi analisis persentase produk hasil validasi ahli dan tanggapan guru dengan menggunakan tafsiran Arikunto.

Tabel 4. Tafsiran kriteria validasi ahli dan tanggapan guru (Arikunto, 2008).

Persentase (%)	Tingkat Kevalidan	Keterangan
76 – 100	Valid	Layak (tidak perlu revisi)
51 – 75	Vukup valid	Cukup layak (revisi sebagian)
26 – 50	Kurang valid	Kurang layak (revisi sebagian)
< 26	Tidak valid	Tidak layak (revisi total)

3. Teknik Analisis Butir Soal

Berikut langkah teknik analisis butir soal.

- a. Menilai hasil jawaban soal tertulis dalam bentuk uraian yang diujikan berdasarkan skor yang ditetapkan.

b. Menganalisis pokok uji meliputi analisis validitas butir soal dan reabilitas.

1) Uji Validitas

Validitas instrumen penelitian diperoleh dengan menguji instrumen asesmen yang telah dikembangkan kepada peserta didik yang telah mempelajari materi ikatan kimia, yaitu kelas XI. Lalu, berdasarkan hasil skor yang diperoleh diuji validitasnya menggunakan bantuan SPSS. Instrumen asesmen dianggap valid jika nilai $r_{hitung} > r_{tabel}$ dengan taraf signifikan yang digunakan sebesar 5%.

2) Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas yang digunakan adalah dengan mengolah skor uji coba instrumen menggunakan bantuan SPSS dengan rumus *Cronbach's Alpha*. Nilai *Cronbach's Alpha* (α) yang didapat kemudian diinterpretasikan dengan kriteria derajat reliabilitas yang ditampilkan tabel 5 berikut.

Tabel 5. Kriteria derajat reliabilitas (Taber, 2018).

Derajat Reliabilitas	Kriteria
$\alpha \geq 0,70$	Reliabel
$\alpha \leq 0,70$	Tidak Reliabel

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Karakteristik instrumen asesmen keterampilan memodelkan representasi pada topik ikatan kimia adalah instrumen asesmen keterampilan memodelkan representasi pada topik ikatan kimia yang dikembangkan telah memenuhi kriteria validitas dan reliabilitas yang baik, yaitu nilai validitas diperoleh nilai $r_{hitung} > r_{tabel}$ dan reliabilitas diperoleh nilai 0.886 yang artinya termasuk dalam kategori reliabel. Validitas instrumen terbukti melalui penilaian ahli yang menunjukkan kesesuaian antara indikator dengan konstruk yang diukur, serta ketepatan materi dengan kurikulum yang berlaku. Sementara itu, reliabilitas instrumen menunjukkan konsistensi hasil pengukuran yang dapat diandalkan untuk mengukur keterampilan memodelkan representasi peserta didik.
2. Tanggapan guru terhadap instrumen asesmen yang dikembangkan menunjukkan respon yang positif dan mendukung. Guru-guru menilai bahwa instrumen ini praktis untuk digunakan, sesuai dengan kebutuhan pembelajaran, dan dapat membantu dalam mengukur kemampuan peserta didik dalam membuat model representasi ikatan kimia. Guru juga memberikan masukan konstruktif untuk penyempurnaan instrumen.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat dijadikan sebagai masukan untuk penelitian yang selanjutnya, yaitu:

1. Mengembangkan instrumen asesmen yang mampu menilai keterampilan memodelkan representasi peserta didik untuk topik kimia lainnya seperti struktur atom, termokimia, atau kesetimbangan kimia.
2. Melakukan penelitian implementasi instrumen pada skala yang lebih luas dengan sampel yang lebih banyak

DAFTAR PUSTAKA

- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction*, 16(3), 183–198.
- Arikunto, S. (2008). *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Chandrasegaran, A. L., Treagust, D. F., & Mocerino, M. (2007). The development of a two-tier multiple-choice diagnostic instrument for evaluating secondary school students' ability to describe and explain chemical reactions using multiple levels of representation. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(3), 293-307.
- Cheng, M. M. W., & Gilbert, J. K. (2009). Towards a Better Utilization of Diagrams in Research into the Use of Representative Levels in Chemical Education. *International Journal of Science Education*, 31(3), 357–377.
- Chittleborough, G., & Treagust, D. F. (2007). The modelling ability of non-major chemistry students and their understanding of the sub-microscopic level. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(3), 274-292.
- Christian, B. N., & Yeziarski, E. J. (2012). Development and validation of an instrument to measure student knowledge gains for chemical and physical change for grades 6–8. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(4), 384-393.
- Cooper, M. M., & Stowe, R. L. (2018). Chemistry Education Research From Personal Empiricism to Evidence, Theory, and Informed Practice. *Chemical Reviews*, 118(12), 6053-6087.
- Dickmann, T., Opfermann, M., Dammann, E., Lang, M., & Rumann, S. (2019). What you see is what you learn? The role of visual model comprehension for academic success in chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(4), 804-820.
- diSessa, A. A. (2004). Metarepresentation: Native Competence and Targets for Instruction. *Cognition and Instruction*, 22(3), 293-331.
- Dorman, J. P., & Knightley, W. M. (2006). Development and validation of an instrument to assess secondary school students' perceptions of assessment tasks. *Educational Studies*, 32(1), 47-58.

- Gabel, D. (1999). Improving Teaching and Learning through Chemistry Education Research: A Look to the Future. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 548-554.
- Gilbert, J. K. (2005). *Visualization in science education*. Netherlands: Springer.
- Gilbert, J. K. (2008). Visualization: An emergent field of practice and enquiry in science education. Dalam J. K. Gilbert, M. Reiner, & M. Nakhleh, *Visualization: Theory and practice in science education*. Springer.
- Johnstone, A. H. (2000). Teaching Of Chemistry - Logical Or Psychological. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1(1), 9-15.
- Kurniawan, E., & Suhandi, A. (2018). Pengembangan tes diagnostik three-tier untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa pada materi ikatan kimia. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 14(1), 12–19.
- Kozma, R. B., & Russell, J. (2005). *Students Becoming Chemists: Developing Representational Competence. Visualization in Science Education*. Belanda: Springer.
- Laverty, J. T., Underwood, S. M., Matz, R. L., Posey, L. A., Carmel, J. H., Caballero, M. D., . . . Cooper, M. M. (2016). Characterizing College Science Assessments: The Three-Dimensional Learning Assessment Protocol. *Plos One*, 11(9), 1-66.
- Nicoll, G. (2001). A report of undergraduates' bonding misconceptions. *International Journal of Science Education*, 23(7), 707–730.
- Othman, J., Treagust, D. F., & Chandrasegaran, A. L. (2008). An investigation into the relationship between students' conceptions of the particulate nature of matter and their understanding of chemical bonding. *International Journal of Science Education*, 30(11), 1531–1550.
- Peterson, R. F., Treagust, D. F., & Garnett, P. J. (1989). Development and application of a diagnostic instrument to evaluate grade-11 and -12 students' concepts of covalent bonding and structure following a course of instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(4), 301–314.
- Peterson, R. F., Treagust, D. F., & Garnett, P. J. (2009). Students' understanding of chemical bonding and the development of diagnostic instruments. Dalam J. K. Gilbert & D. F. Treagust (Eds.), *Multiple Representations in Chemical Education*. Netherlands: Springer.
- Popham, W. J. (2017). *Classroom assessment: What teachers need to know* (8th ed.). Boston: Pearson Education.
- Popova, M., & Jones, T. (2021). Chemistry instructors' intentions toward developing, teaching, and assessing student representational competence skills. *Chemistry Education Research and Practice*, 22(3), 733-748.

- Rau, M. A. (2017). Conditions for the effectiveness of multiple visual representations in enhancing STEM learning. *Educational Psychology Review*, 29(4), 717–761.
- Rouse, W. B., & Morris, N. M. (1986). On Looking Into the Black Box: Prospects and Limits in the Search for Mental Models. *Psychological Bulletin*, 100(3), 349-363.
- Sari, I., Pratiwi, H. Y., & Ardiansyah, T. (2022). Pengembangan alat diagnostik miskonsepsi ikatan kimia berbasis konteks lahan basah. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 10(1), 24–33.
- Sim, J. H., & Daniel, E. G. (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.
- Stowe, R. L., & Cooper, M. M. (2017). Practicing What We Preach: Assessing “Critical Thinking” in Organic Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 94(12), 1852-1859.
- Stowe, R. L., Herrington, D. G., McKay, R. L., & Cooper, M. M. (2019). The Impact of Core-Idea Centered Instruction on High School Students’ Understanding of Structure–Property Relationships. *Journal of Chemical Education*, 96(7), 1327-1340.
- Stull, A. T., Gainer, M., & Hegarty, M. (2018). Learning chemistry with dynamic molecular visualizations. *Journal of Chemical Education*, 95(4), 600–606.
- Sudjana. (2005). *Metode Statistika*. Bandung: Tarsito.
- Sugiyono. (2010). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Taber, K. S. (2002). *Chemical misconceptions: Prevention, diagnosis and cure. Volume 1: Theoretical background*. Cambridge: Royal Society of Chemistry.
- Taber, K. S. (2013). Revisiting the chemistry triplet: Drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(2), 156-168.
- Taber, K. S. (2018). The Use of Cronbach’s Alpha When Developing and Reporting Research Instruments in Science Education. *Research in Science Education*, 48(6), 1273–1296.
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). *Instructional development for training teachers of exceptional children: A sourcebook*. Bloomington: Indiana University.

- Wang, Z., Chi, S., Luo, M., Yang, Y., & Huang, M. (2017). Development of an Instrument to Evaluate High School Students' Chemical Symbol Representation Abilities. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(4), 875-892.
- Ward, L., Rotich, F., Raker, J. R., Komperda, R., Nedungadi, S., & Popova, M. (2025). Design, development, and evaluation of the organic chemistry representational competence assessment (ORCA). *Chemistry Education Research and Practice*, 26(1), 244-258.