

**PENGEMBANGAN INSTRUMEN ASESMEN
MULTI LEVEL REPRESENTASI UNTUK
MENGIDENTIFIKASI MODEL MENTAL SISWA
MATERI HIDROKARBON**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan
dalam Ilmu Pendidikan Kimia



Oleh: **SILVIA AFRIYANTI**
NIM : 2008076011

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2025**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Silvia Afriyanti

NIM : 2008076011

Jurusan : Pendidikan Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

PENGEMBANGAN INSTRUMEN ASESMEN MULTI LEVEL REPRESENTASI UNTUK MENGIDENTIFIKASI MODEL MENTAL SISWA MATERI HIDROKARBON

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri,
kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 23 Juni 2025

Pembuat Pernyataan,



Silvia Afriyanti

NIM: 2008076011



PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Pengembangan Instrumen Asesmen Multi Level
Representasi Untuk Mengidentifikasi Model Mental
Siswa Materi Hidrokarbon

Penulis : **Silvia Afriyanti**

NIM : 2008076011

Jurusan : Pendidikan Kimia

Telah diujikan dalam sidang tugas akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Pendidikan Kimia

Semarang, 10 Juli 2025

DEWAN PENGUJI

Penguji I/Ketua Sidang,

Dr. Suwahono, M.Pd.

NIP. 197205201999031004

Penguji II/Sekretaris Sidang,

Wiwik Kartika Sari, M.Pd

NIP. 199302132019032020

Penguji III,

Resi Pratiwi, M.Pd.

NIP. 198703142019032013

Penguji IV,

Apriliana Drastisianti, M.Pd.

NIP. 198504292019032013

Pembimbing I,

Dr. Suwahono, M.Pd.

NIP. 197205201999031004

Pembimbing II,

Wiwik Kartika Sari, M.Pd

NIP. 199302132019032020



NOTA DINAS

Semarang, 20 Juni 2025

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum. wr. wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **Pengembangan Instrumen Asesmen Multi Level Representasi untuk Mengidentifikasi Model Mental Siswa Materi Hidrokarbon**

Nama : Silvia Afriyanti

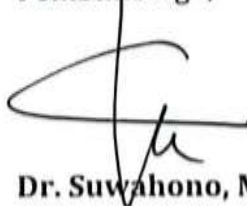
NIM : 2008076011

Jurusan : Pendidikan Kimia

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diujikan dalam Sidang Munaqosah.

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Pembimbing I,



Dr. Suwahono, M.Pd

NIP. 197205201999031004

NOTA DINAS

Semarang, 20 Juni 2025

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum. wr. wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **Pengembangan Instrumen Asesmen Multi Level Representasi untuk Mengidentifikasi Model Mental Siswa Materi Hidrokarbon**

Nama : Silvia Afriyanti

NIM : 2008076011

Jurusan : Pendidikan Kimia

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diujikan dalam Sidang Munaqosah.

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Pembimbing II,



Wiwik Kartika Sari, M.Pd
NIP. 199302132019032020

ABSTRAK

Siswa mengalami kesulitan dalam menghubungkan ketiga level representasi, yaitu makroskopik, submikroskopik, dan simbolik, sehingga diperlukan instrumen asesmen yang mampu mengidentifikasi model mental siswa secara menyeluruh. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan instrumen asesmen berbasis multi level representasi guna mengidentifikasi model mental siswa pada materi hidrokarbon. Penelitian ini merupakan jenis penelitian R&D (*Research and Development*) dengan menggunakan model pengembangan ADDIE. Subjek penelitian adalah siswa kelas XI yang dipilih melalui teknik *purposive sampling*. Data dianalisis menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan bantuan *software Ministep* dalam kerangka Model Rasch. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata *outfit* MNSQ dan *outfit* ZSTD masing-masing sebesar 1,01 dan 0,0, yang berada dalam rentang yang dapat diterima secara statistik. Hal ini menunjukkan bahwa instrumen dinyatakan valid berdasarkan Model Rasch. Nilai *item reliability* 0,95, nilai *person reliability* sebesar 0,85, instrumen dinyatakan reliabel dan berkualitas baik untuk mengukur model mental siswa. Hasil uji coba menunjukkan dominasi kategori *Initial* dan *Synthetic*, dengan capaian *Scientific Understanding* masih terbatas pada beberapa soal. Instrumen ini efektif dalam mengidentifikasi kecenderungan model mental siswa per soal, namun belum menggambarkan model mental secara individu sehingga diperlukan penyempurnaan instrumen atau rubrik untuk analisis lebih mendalam. Instrumen ini dapat menjadi alat diagnostik alternatif dalam pembelajaran kimia dan memberikan kontribusi dalam perancangan strategi pembelajaran yang lebih tepat sasaran.

Kata kunci: model mental, multi level representasi, instrumen asesmen, hidrokarbon, pengembangan instrumen

ABSTRACT

Students experience difficulty connecting the three levels of representation—macroscopic, submicroscopic, and symbolic—requiring an assessment instrument capable of comprehensively identifying students' mental models. This study aims to develop a multi-level representation-based assessment instrument to identify students' mental models on hydrocarbons. This research is a Research and Development (R&D) study using the ADDIE development model. The subjects were eleventh-grade students selected through purposive sampling. Data were analyzed using a descriptive quantitative approach with the assistance of Ministep software within the Rasch Model framework. The results showed that the average scores for the MNSQ outfit and ZSTD outfit were 1.01 and 0.0, respectively, within the statistically acceptable range. This indicates that the instrument is valid based on the Rasch Model. The item reliability value was 0.95, the person reliability value was 0.85, indicating that the instrument is reliable and of good quality for measuring students' mental models. The trial results showed a dominance of the Initial and Synthetic categories, with Scientific Understanding achievement still limited to a few questions. This instrument was effective in identifying tendencies in students' mental models per question, but it did not yet describe individual mental models, requiring refinement of the instrument or rubric for more in-depth analysis. This instrument can serve as an alternative diagnostic tool in chemistry learning and contribute to the design of more targeted learning strategies.

Keywords: *mental models, multi-level representation, assessment instrument, hydrocarbons, instrument development*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Pengembangan Instrumen Asesmen Multi Level Representasi untuk Mengidentifikasi Model Mental Siswa pada Materi Hidrokarbon", sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Kimia. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, sebagai suri teladan dalam menuntut ilmu dan memperjuangkan kebenaran.

Penyusunan skripsi ini merupakan proses panjang yang penuh dengan tantangan. Keberhasilan penyelesaian ini tidak lepas dari dukungan, doa, dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada:

1. Prof. Dr. Nizar M.Ag. selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Prof. Dr. H. Musahadi M.Ag. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
3. Wirda Udaibah, M.Si. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Kimia UIN Walisongo Semarang.
4. Dr. Suwahono, M.Pd. dan Wiwik Kartika Sari, M.Pd. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga,

dan pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi dalam penyusunan skripsi ini hingga terselesaikan dengan baik.

5. Lenni Khotimah Harahap, M.Pd selaku Dosen Wali yang telah melimpahkan kasih sayang, arahan, bimbingan, dan semangat selama proses perkuliahan di UIN Walisongo Semarang.
6. Segenap Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang telah memberikan bekal pengetahuan selama proses perkuliahan.
7. H. Ahmad Harisul Haq, Lc. Selaku kepala sekolah MA Matholi'ul Huda Troso yang telah memberikan izin dan dukungan dalam pelaksanaan penelitian.
8. Kedua orangtua bapak Suparmin (alm) dan Ibu Sri Hidayati, yang telah senantiasa memberikan cinta, kasih sayang, semangat, dukungan, pengorbanan, waktu, serta doa tulus yang tiada henti dan tak tak ternilai sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
9. Kakak Nur Wakhidah, Kakak Muhammad Ziyadun Ni'am, adik Lailal Fitriyah dan Lailil Fitriyah yang senantiasa memberikan doa, semangat, kasih sayang, dukungan, dan motivasi serta kebaikan lainnya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi.

10. Ainun Nadhifah, S.Pd. Si selaku guru kimia MA Matholi'ul Huda Troso yang telah membantu penulis dalam melaksanakan penelitian ini.
11. Mahmud Fadzakir, S. Mat. yang senantiasa memberikan dukungan, motivasi, doa, dan semangat yang tiada henti, tempat berbagi suka dan duka serta telah menjadi *partner* yang baik bagi penulis.
12. Aidatul Fitriyah, S. Pd., Putri Farhah Kamilah, S. Pd., dan Nurul Latifah Dewi, S. Sos. selaku sahabat dekat penulis yang telah membersamai, memberikan dukungan, semangat dan motivasi kepada penulis.
13. Teman-teman kos (KUL *seventeen*) yang menjadi tempat pulang penuh kehangatan di tanah rantau.
14. Teman-teman Pendidikan Kimia angkatan 2020 yang telah memberikan dukungan dan motivasi serta kenangan terindah kepada penulis.
15. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan do'a, semangat, dan bantuan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi penyempurnaan di masa mendatang. Semoga skripsi ini bermanfaat dan memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang pendidikan kimia.

Akhir kata, semoga segala kebaikan yang telah diberikan kepada penulis dibalas oleh Allah SWT dengan keberkahan yang berlipat ganda. *Aamiin Ya Rabbal 'Alamin*.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Semarang, 20 Juni 2025

Penulis,

Silvia Afriyanti

NIM. 2008076011

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA DINAS.....	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah	9
C. Pembatasan Penelitian.....	10
D. Rumusan Masalah	10
E. Tujuan Penelitian	11
F. Manfaat Penelitian.....	11
G. Asumsi Pengembangan.....	12
H. Spesifikasi Produk Yang Dikembangkan	12
BAB II LANDASAN PUSTAKA.....	14
A. Kajian Pustaka.....	14
B. Kajian Penelitian Relevan	47
C. Kerangka Berpikir.....	51
BAB III METODE PENELITIAN	55
A. Model Pengembangan	55
B. Prosedur Pengembangan.....	56

C. Desain Uji Coba Produk	61
BAB IV PEMBAHASAN	74
A. Hasil Pengembangan Produk Awal.....	74
B. Hasil Uji Coba Produk.....	100
C. Revisi Produk.....	105
D. Keterbatasan Penelitian	108
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	110
A. Simpulan tentang Produk	110
B. Saran Pemanfaatan Produk.....	111
C. Diseminasi dan Pengembangan Produk Lanjut.....	113
DAFTAR PUSTAKA.....	114
LAMPIRAN	122
RIWAYAT HIDUP	203

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 2. 1	Rumus Molekul dan Nama Alkana	38
Tabel 3. 1.	Kriteria Validitas Instrumen	68
Tabel 3. 2.	Uji Validitas Model Rasch	69
Tabel 3. 3.	Kriteria Nilai Person Reliability dan Item Reliability	71
Tabel 3. 4.	Kriteria Tingkat Kesukaran Soal Dengan Model Rasch	72
Tabel 3. 5.	Rubrik Penilaian Jawaban Siswa	72
Tabel 3. 6.	Rubrik Penentuan Model Mental Siswa	73
Tabel 4. 1	Permasalahan yang Memperkuat Kebutuhan Pengembangan Instrumen Asesmen Multi Level Representasi untuk Model Mental Siswa	75
Tabel 4. 2.	Rancangan Kisi-Kisi Instrumen Asesmen Model Mental yang Dikembangkan	80
Tabel 4. 3.	Kunci Jawaban dan Pedoman Penskoran Instrumen Model Mental	82
Tabel 4. 4.	Hasil Evaluasi Desain Instrumen	85
Tabel 4. 5.	Hasil Uji Validitas Ahli Instrumen	88
Tabel 4. 6.	Rekapitulasi Revisi Instrumen Asesmen Berdasarkan Masukan Ahli	90
Tabel 4. 7	Rekapitulasi Revisi Kunci Jawaban dan Pedoman Penskoran Instrumen Asesmen Model Mental berdasarkan masukan Ahli	92
Tabel 4. 8	Hasil uji Item Fit	96
Tabel 4. 9.	Rekapitulasi Hasil Perbaikan Soal	106

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2. 1.	Hubungan Multi Level Representasi dengan Model Mental (Chittleborough, 2004)	33
Gambar 2. 2	Elektron valensi atom karbon	35
Gambar 2. 3	Kemampuan Atom Karbon Dalam Membentuk Rantai Karbon	36
Gambar 2. 4	Isomer Butana	41
Gambar 2. 5	Isomer Rantai	41
Gambar 2. 6	Isomer Geometri Atau Cis-Trans Butena	42
Gambar 2. 7	Isomer rantai Heksuna	42
Gambar 2. 8	Isomer Posisi Butuna	42
Gambar 2. 9	Reaksi Substitusi Alkana	43
Gambar 2. 10	Reaksi Pembakaran Alkana	44
Gambar 2. 11	Reaksi Adisi dengan Gas Hidrogen	45
Gambar 2. 12	Reaksi Adisi dengan Halogen	45
Gambar 2. 13	Reaksi Adisi dengan Asam Halida	46
Gambar 2. 14	Reaksi Pembakaran Alkena	46
Gambar 2. 15	Reaksi Polimerisasi	46
Gambar 2. 16	Bagan Kerangka Berpikir	54
Gambar 3. 1.	Konsep model pengembangan ADDIE (Branch, 2009)	57
Gambar 3. 2	Alur Model Pengembangan ADDIE (Branch, 2009)	62
Gambar 4. 1	Hasil Uji Validitas	95
Gambar 4. 2	Hasil Uji Person Reliability	98
Gambar 4. 3	Hasil Uji Item Reliability	98
Gambar 4. 4	Hasil Uji Kesulitan Butir Soal	99
Gambar 4. 5	Hasil analisis distribusi model mental tiap soal	102

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Penunjukan Pembimbing	122
Lampiran 2. Surat Izin Riset	123
Lampiran 3. Surat Jawaban Riset	124
Lampiran 4. Hasil Wawancara Guru	125
Lampiran 5. Hasil Wawancara Siswa	128
Lampiran 6. Kisi-Kisi Instrumen Asesmen Multi Level Representasi	130
Lampiran 7. Pedoman Penskoran Dan Kunci Jawaban Instrumen Asesmen Model Mental	140
Lampiran 8. Instrumen Asesmen Multi Level Representasi untuk Mengidentifikasi Model Mental Siswa	160
Lampiran 9. Lembar Validasi Ahli	164
Lampiran 10. Hasil Validasi Validator 1	168
Lampiran 11. Hasil Validasi Validator 2	171
Lampiran 12. Hasil Validasi Validator 3	174
Lampiran 13. Hasil Validasi Validator 4	177
Lampiran 14. Sampel Jawaban Responden	180
Lampiran 15. Hasil analisis validitas ahli	183
Lampiran 16. Matriks Hasil Uji Coba Produk	192
Lampiran 18. Rekapitulasi Revisi Kisi-Kisi Instrumen Asesmen Multi Level Representasi untuk Mengidentifikasi Model Mental Siswa	196
Lampiran 19. Hasil Rekapitulasi Perbaikan Pedoman Penskoran Dan Kunci Jawaban Instrumen Asesmen Multi Level Representasi	200
Lampiran 20. Dokumentasi Penelitian	202

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kimia merupakan salah satu ilmu sains yang membahas tentang sifat-sifat materi dan perubahannya (Halizah & Azra, 2023). Ilmu kimia memiliki konsep yang bersifat abstrak dan kompleks (Suparwati, 2022). Konsep abstrak sulit dipahami dalam mata pelajaran kimia karena dibutuhkan daya kognisi yang baik guna mampu berpikir tinggi (Rakhmalinda, 2017). Siswa belum mampu menghubungkan antara konsep kimia dengan kejadian nyata. Siswa kurang mampu mengkaitkan tiga level representasi dalam fenomena kimia sehingga siswa mengalami kesulitan dalam mempelajari ilmu kimia (Johnstone, 1991; Chittleborough & Treagust, 2008).

Siswa mengalami kesulitan dalam memahami ilmu kimia dipengaruhi oleh karakteristik ilmu kimia yang berbeda dengan ilmu sains lainnya. Konsep-konsep dalam ilmu kimia terbagi menjadi tiga aspek meliputi aspek makroskopik, submikroskopik dan simbolik (Alfitrah, Hartatiana, & Pratiwi, 2021). Kesulitan siswa dalam mempelajari kimia dikarenakan untuk memecahkan masalah yang tidak dapat diamati secara langsung dibutuhkan daya nalar yang kuat (Genes, Lukum & Laliyo, 2021).

Kimia sering dipersepsikan sebagai mata pelajaran yang menantang dan kurang menarik bagi sebagian besar siswa. Pemahaman siswa terhadap materi kimia kerap mengalami hambatan karena karakteristik konsep-konsep yang rumit dan menuntut pemahaman mendalam untuk dapat dipelajari secara optimal (Sariati, Suardana & Wiratini, 2020). Siswa dituntut harus memahami banyak konsep kimia dengan rentang waktu yang relatif terbatas sehingga siswa kesulitan dalam memahami kimia (Marfu'a dan Astuti, 2022).

Berdasarkan hasil studi pendahuluan di MA Matholi'ul Huda Troso, guru kimia menjelaskan bahwa sebagian besar siswa mengalami permasalahan dalam pembelajaran kimia. Siswa kurang memahami dan menguasai konsep dasar kimia yang ditunjukkan dari hasil belajar yang rendah. Rendahnya capaian hasil belajar kimia menunjukkan bahwa siswa masih menghadapi kesulitan dalam memahami materi kimia. Kemampuan siswa dalam mengintegrasikan konsep-konsep kimia untuk memecahkan masalah masih tergolong rendah.

Kemampuan siswa dalam memahami konsep kimia untuk memecahkan masalah yang abstrak dipengaruhi oleh model mental siswa. Kesulitan siswa dapat diselesaikan dengan model mental siswa yang baik. Model mental yaitu suatu bentuk representasi yang mencerminkan pemahaman serta kemampuan siswa dalam berpikir serta menangani suatu

permasalahan. Model mental mencerminkan pemahaman serta menggambarkan kesulitan yang dialami oleh siswa pada suatu konsep (Rakhmalinda, 2017).

Model mental merupakan representasi ide-ide pikiran dalam menjelaskan suatu fenomena (Suparwati, Suja & Tika, 2023). Model mental memiliki peran penting untuk memprediksi serta menyelesaikan masalah dalam bidang kimia. Model mental yang dimiliki siswa dapat mempengaruhi fungsi kognitif serta dapat memberikan informasi bagi para peneliti pendidikan sains mengenai konsep-konsep yang dipahami siswa (Atikah et., al., 2023).

Kurnaz dan Eksi (2015) menyebutkan bahwa model mental siswa dapat diketahui dari ekspresi dan tindakan yang mencerminkan pemahamannya terhadap konsep tertentu. Model mental yang dimiliki oleh siswa sangat penting diidentifikasi untuk merancang desain pembelajaran yang tepat. Desain pembelajaran yang dirancang dapat dimanfaatkan siswa untuk mengatasi miskonsepsi terhadap materi kimia (Pikoli, Sukertini & Isa, 2022).

Hasil penelitian terdahulu menunjukkan model mental siswa masih tergolong kurang baik. Berdasarkan penelitian Dewi, Suja & Sastrawidana (2018) menyatakan bahwa model mental siswa kelas XI tentang termokimia sebanyak 98,05% siswa memiliki model mental alternatif dan 1,94% siswa

memiliki model mental ilmiah yang artinya model mental siswa masih sangat kurang atau rendah. Sodanango, Munzil, & Sumari (2021) menyatakan bahwa model mental siswa didominasi oleh model mental alternatif artinya pemahaman siswa terhadap suatu konsep masih rendah. Hasil penelitian Pikoli, Sukertini, & Isa (2022) menunjukkan bahwa model mental siswa pada materi laju reaksi masih sangat kurang.

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru kimia di MA Matholi'ul Huda Troso, diperoleh informasi bahwa guru belum pernah menggunakan instrumen asesmen untuk mengidentifikasi model mental siswa. Instrumen asesmen yang digunakan hanya berfokus pada pengukuran hasil belajar siswa. Guru belum pernah merangsang siswa dengan menguji model mental yang dimiliki siswa. Asesmen yang digunakan oleh guru masih menggunakan instrumen yang berupa pertanyaan rumus matematis saja yang menyebabkan cara berpikir siswa menganggap bahwa kimia adalah ilmu yang sulit dimengerti (Intisavira, 2022).

Hidrokarbon salah satu materi kimia yang dianggap sulit serta siswa banyak mengalami miskonsepsi. Miskonsepsi yang dialami siswa ditunjukkan dengan banyaknya siswa yang belum mencapai nilai KKM yang ditentukan oleh sekolah (Rico dan Fitriza, 2021). Rendahnya hasil belajar siswa disebabkan oleh cakupan materi hidrokarbon yang cukup kompleks, serta

tingginya tingkat kesulitan yang dialami siswa dalam memahami materi hidrokarbon. Beberapa kesalahan konsep saat siswa mempelajari materi hidrokarbon diantaranya pada konsep kekhasan atom karbon, ikatan antar atom dalam rantai karbon, hidrokarbon rantai tertutup, dan hidrokarbon tak jenuh (Qodriyah, et. al, 2020).

Materi hidrokarbon tergolong sulit dipahami oleh siswa karena beberapa alasan, di antaranya: (1) banyaknya istilah dalam topik hidrokarbon yang beragam dan membingungkan, sehingga menyulitkan siswa dalam memahami makna setiap konsep; (2) sebagian istilah dalam topik hidrokarbon kurang familiar karena tidak banyak ditemui dalam kehidupan sehari-hari; dan (3) ruang lingkup materi yang luas meliputi keunikan atom karbon, struktur senyawa, tatanama, sifat-sifat, isomer, hingga reaksi hidrokarbon, yang memerlukan pembelajaran yang lebih lama untuk disampaikan secara optimal di kelas.

Materi hidrokarbon membutuhkan kemampuan merepresentasikan dalam tiga level representasi yang meliputi level makroskopik, submikroskopik, dan simbolik. Hasil wawancara menunjukkan siswa bingung dalam mengaitkan struktur molekul dengan sifat dan reaktivitas. Siswa mengalami kesulitan dalam memahami hubungan antar representasi. Sebagian besar siswa menyatakan lebih mudah memahami materi melalui contoh kehidupan sehari-hari

(makroskopik), tetapi mengalami kebingungan saat diminta menjelaskan jenis ikatan, atau menghubungkan rumus kimia dengan sifat senyawa. Soal-soal yang diberikan kepada siswa cenderung hanya menguji hafalan, bukan proses berpikir.

Kemampuan berpikir abstrak dan lintas representasi diperlukan dalam memahami ikatan dan reaksi hidrokarbon. Representasi makroskopik adalah level representasi yang bisa diamati secara langsung melalui percobaan atau pada kehidupan sehari-hari. Representasi submikroskopik berada pada tingkat abstraksi tinggi yang berfungsi untuk menjelaskan fenomena yang tampak pada level makroskopik (Guci, Zainul, & Azhar, 2018). Representasi submikroskopik berkaitan dengan entitas yang tidak dapat diamati secara langsung, atom, molekul dan partikel sub atom. Representasi submikroskopik menjadi pendukung untuk menjelaskan berbagai fenomena kimia yang teramati secara makroskopik (Irwansyah, Ramdani, & Farida, 2017).

Representasi simbolik merupakan level representasi yang digunakan untuk menjelaskan konsep pada level makroskopik dan submikroskopik melalui penggunaan notasi kimia, persamaan matematika, grafik, mekanisme reaksi, serta berbagai bentuk analogi. Level simbolik dapat diterapkan dengan menuliskan persamaan reaksi kimia pada reaksi senyawa hidrokarbon. Ketiga level representasi makroskopik,

submikroskopik dan simbolik memiliki hubungan timbal balik yang saling berikatan dan saling melengkapi sehingga penjelasan konsep kimia menjadi lebih lengkap dan mudah dipahami oleh siswa.

Representasi multi level dalam pembelajaran kimia berkontribusi terhadap pengembangan model mental siswa (Rakhmalinda, 2017). Model mental yang dimiliki siswa dapat digunakan untuk mengidentifikasi pemahaman terhadap konsep-konsep yang bersifat abstrak. Model mental menggambarkan pemahaman siswa dalam merepresentasikan suatu konsep dan menjadi indikator penting dalam mengevaluasi pemahaman siswa terhadap suatu materi. Model mental dapat diukur menggunakan beberapa metode dan instrumen.

Penelitian yang dilakukan oleh Nurhayana, Lukum, dan Rumape (2017) menggunakan tes pilihan ganda dua tingkat dan wawancara untuk mengidentifikasi model mental siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tes pilihan ganda dua tingkat dapat digunakan untuk memberikan gambaran awal mengenai pemahaman konseptual, namun memiliki keterbatasan. Salah satu keterbatasan tes pilihan ganda dua tingkat adalah kemungkinan siswa memberikan jawaban benar melalui tebakan, tanpa memahami konsep yang ditanyakan secara mendalam. Hal tersebut berpotensi

menghasilkan data yang tidak merepresentasikan pemahaman konseptual yang sebenarnya. Struktur pilihan yang tertutup membatasi eksplorasi terhadap proses berpikir siswa secara menyeluruh.

Metode wawancara memberikan ruang bagi siswa untuk mengungkapkan penalaran dan struktur kognitif secara lebih terbuka. Namun, wawancara memiliki kelemahan dari sisi konsistensi dan objektivitas, serta dipengaruhi oleh faktor interpersonal dan kondisi situasional saat pengambilan data. Wawancara lebih tepat digunakan sebagai data pelengkap yang mendukung hasil dari instrumen kuantitatif, bukan sebagai alat utama dalam mengukur model mental.

Keterbatasan pada instrumen yang telah digunakan pada penelitian sebelumnya menunjukkan adanya kebutuhan untuk mengembangkan bentuk asesmen yang mampu merepresentasikan struktur pemahaman siswa secara komprehensif. Penggunaan pendekatan multi level representasi berpotensi untuk menjawab tantangan tersebut, karena mampu menjangkau berbagai aspek konseptual yang terlibat dalam pembentukan model mental. Representasi makroskopik, mikroskopik, dan simbolik masing-masing memiliki peran strategis dalam menjembatani pemahaman abstrak dan konkret dalam konteks pembelajaran kimia.

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan, peneliti melaksanakan penelitian yang berjudul **“Pengembangan Instrumen Asesmen Multi Level Representasi Untuk Mengidentifikasi Model Mental Siswa Materi Hidrokarbon”**.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Kimia dianggap materi yang sulit dipahami siswa karena bersifat abstrak dan kompleks.
2. Siswa kurang memahami dan menguasai konsep dasar kimia
3. Materi hidrokarbon dianggap sulit bagi siswa karena memuat konsep abstrak dan konsep materi yang luas.
4. Siswa mengalami kebingungan dalam mengaitkan struktur molekul dengan sifat dan reaktivitas senyawa, khususnya dalam memahami konsep-konsep seperti ikatan, dan reaksi pada materi hidrokarbon
5. Model mental siswa dalam memahami konsep kimia belum pernah secara sistematis diidentifikasi atau diukur oleh guru dalam proses pembelajaran
6. Asesmen yang digunakan oleh guru masih menggunakan instrumen yang berupa pertanyaan rumus matematis saja

sehingga siswa berpikir bahwa kimia merupakan ilmu yang sulit dipahami.

7. Terdapat kekurangan pada instrumen yang digunakan untuk mengidentifikasi model mental siswa dalam penelitian sebelumnya.

C. Pembatasan Penelitian

Berdasarkan uraian dari identifikasi masalah, diperlukan pembatasan ruang lingkup penelitian agar penelitian tetap fokus dan tidak menyimpang dari tujuan utama. Batasan dalam penelitian ini adalah :

1. Materi pada penelitian ini adalah materi hidrokarbon.
2. Asesmen yang dikembangkan adalah asesmen multi level representasi untuk mengidentifikasi model mental siswa.
3. Penelitian ini dilakukan di MA Matholi'ul Huda Troso.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kelayakan instrumen asesmen multi level representasi untuk mengidentifikasi model mental siswa pada materi hidrokarbon?
2. Bagaimana model mental siswa yang diukur menggunakan instrumen asesmen yang dikembangkan?

E. Tujuan Penelitian

Mengacu pada rumusan masalah yang telah dipaparkan, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk menganalisis kelayakan instrumen asesmen multi level representasi untuk mengidentifikasi model mental siswa pada materi hidrokarbon.
2. Untuk menganalisis model mental siswa yang diukur menggunakan instrumen asesmen yang dikembangkan.

F. Manfaat Penelitian

1. Secara teoritis instrumen asesmen yang dikembangkan dapat dijadikan sebagai sumber informasi guna menambah wawasan terhadap kemajuan penelitian di bidang instrumen.
2. Secara praktik
 - a. Bagi sekolah

Menjadi sumber alternatif untuk meningkatkan sistem pembelajaran di sekolah.
 - b. Bagi guru
 - 1) Tersedianya instrumen asesmen Multi level Representasi yang valid dan *reliable* untuk mengidentifikasi model mental siswa pada materi hidrokarbon.
 - 2) Sebagai acuan untuk mengidentifikasi model mental siswa dalam merancang pembelajaran yang selaras

dengan karakteristik model mental yang dimiliki oleh siswa.

c. Bagi peneliti selanjutnya

Penelitian ini diharapkan menjadi referensi bagi studi lanjutan, khususnya dalam memperkaya kajian terkait pengembangan model mental siswa dalam memahami konsep-konsep abstrak dalam pembelajaran kimia.

G. Asumsi Pengembangan

Penelitian ini memiliki asumsi pengembangan sebagai berikut :

1. Instrumen asesmen dikembangkan melalui proses validasi oleh para ahli yang berkompeten dalam bidang kimia dan evaluasi pembelajaran.
2. Instrumen asesmen yang dikembangkan dapat digunakan untuk mengidentifikasi model mental siswa pada materi hidrokarbon dengan dengan instrumen yang sudah teruji validitas dan reliabilitasnya.

H. Spesifikasi Produk Yang Dikembangkan

Peneliti mengembangkan spesifikasi produk sebagai berikut:

1. Produk berupa instrumen asesmen berbasis multi level representasi yang dirancang untuk mengungkap model mental siswa dalam memahami materi hidrokarbon, disajikan dalam bentuk media cetak.

2. Instrumen yang dikembangkan berbentuk tes tertulis yang disusun berdasarkan indikator model mental serta disesuaikan dengan capaian pembelajaran (CP) yang tercantum dalam kurikulum merdeka.

BAB II

LANDASAN PUSTAKA

A. Kajian Pustaka

1. Pengembangan

a. Pengertian pengembangan

Pengembangan dapat dipahami sebagai proses sistematis yang menggunakan pengetahuan ilmiah dalam rangka menciptakan atau menyempurnakan produk, sistem, maupun metode, termasuk dalam hal merancang prototipe (Irfandi, 2015). Berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), pengembangan memiliki arti sebagai proses, tindakan, atau cara memperluas dan meningkatkan sesuatu untuk memenuhi kebutuhan tertentu. Adapun menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2002, pengembangan merupakan pelaksanaan program di bidang IPTEK yang bertujuan untuk menerapkan teori dan prinsip ilmiah yang telah terbukti, guna memperkuat fungsi, memperluas manfaat, serta menciptakan aplikasi baru dari IPTEK yang telah ada, atau bahkan menghasilkan inovasi teknologi terbaru.

Pengembangan merupakan tahapan untuk merancang dan melakukan validasi suatu produk pendidikan. Pengembangan merupakan sistem pembelajaran yang disusun guna membantu dan memperkuat proses belajar siswa yang

berasal dari dalam diri, agar tujuan pembelajaran dapat tercapai. Tujuan dari pengembangan ialah guna menciptakan produk berdasarkan temuan empiris selama uji lapangan (Prasetyo, 2014).

Berdasarkan pandangan para ahli yang telah dikemukakan, dapat disimpulkan bahwa pengembangan merupakan suatu upaya mengembangkan dan menvalidasi produk pendidikan yang dilakukan untuk mendukung serta meningkatkan sistem pembelajaran dan meningkatkan mutu pendidikan yang lebih baik.

b. Metode Pengembangan

Penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) merupakan pendekatan metodologis yang digunakan untuk merancang serta menguji keefektifan suatu produk dalam konteks pendidikan dan pembelajaran (Sugiyono, 2015). Melalui metode ini, peneliti dapat menghasilkan produk inovatif, yang selanjutnya diuji untuk mengetahui efektivitas dan manfaatnya dalam proses belajar mengajar. Ghufroon (2007) menjelaskan bahwa R&D merupakan upaya sistematis dalam menciptakan perangkat pembelajaran yang efektif, seperti bahan ajar, media, strategi, maupun instrumen pendidikan lainnya yang relevan untuk digunakan di lingkungan sekolah.

Berdasarkan pendapat dari sejumlah ahli, dapat disimpulkan bahwa R&D merupakan metode penelitian yang

bertujuan untuk mengembangkan sekaligus menguji validitas dan efektivitas produk pendidikan tertentu. Dalam konteks penelitian ini, produk yang dikembangkan berupa instrumen asesmen multi level representasi yang bertujuan untuk mengidentifikasi model mental siswa dalam memahami materi hidrokarbon.

Salah satu pendekatan yang umum digunakan dalam pengembangan instrumen adalah model ADDIE, yang terdiri atas lima tahapan: *Analyze*, *Design*, *Develop*, *Implement*, dan *Evaluate*. Model ini dikembangkan lebih lanjut oleh Lee & Owens, di mana tahap *Analysis* dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan dan konteks pengembangan; tahap *Design* digunakan untuk merancang butir-butir instrumen; tahap *Development* fokus pada pembuatan dan penyempurnaan soal; *Implementation* dilakukan dengan mengujicobakan instrumen untuk memperoleh data empirik; dan tahap *Evaluation* dilakukan secara berkelanjutan sejak tahap awal hingga akhir untuk memastikan validitas dan reliabilitas produk yang dihasilkan.

Selain model ADDIE, terdapat pula model 4D yang dikembangkan oleh Thiagarajan (1974), yang mencakup empat tahap, yaitu *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate*. Sementara itu, Sugiyono (2015) mengemukakan bahwa pengembangan produk dapat dilakukan melalui sepuluh tahapan, mulai dari identifikasi potensi dan masalah,

pengumpulan data, perancangan desain, validasi desain, hingga tahap revisi dan produksi massal.

2. Asesmen

a. Pengertian asesmen

Berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), asesmen didefinisikan sebagai suatu proses pengumpulan, analisis, serta interpretasi data atau informasi mengenai siswa dan lingkungannya, dengan tujuan untuk memahami karakteristik individu secara menyeluruh guna mendukung pelayanan yang sesuai dengan kebutuhannya. Sementara itu, Khadijah dan Amelia (2020) menjelaskan bahwa asesmen adalah suatu rangkaian aktivitas yang mencakup perencanaan, pengumpulan, serta penyediaan data yang dibutuhkan dalam rangka pengambilan keputusan secara tepat. Asesmen memiliki tujuan utama untuk mengevaluasi suatu objek berdasarkan kriteria tertentu, guna dijadikan dasar dalam pengambilan keputusan yang berkaitan dengan kebijakan, kualitas program pendidikan, efektivitas kurikulum, serta tingkat pemahaman siswa dalam proses pembelajaran (Sudjana, 2014).

Asesmen merupakan bentuk evaluasi dalam proses pembelajaran yang dilakukan melalui pengumpulan informasi, yang selanjutnya digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan untuk meningkatkan kualitas sistem pembelajaran (Kurniawan, 2020). Asesmen adalah suatu

komponen pokok dalam proses pembelajaran yang bertujuan guna mengetahui tingkat tercapainya tujuan pembelajaran dan mengetahui keefektifan kegiatan belajar mengajar (Wijayanti, 2014).

Berdasarkan berbagai pandangan para ahli yang telah dijelaskan, dapat diambil kesimpulan bahwa asesmen merupakan suatu proses sistematis dalam mengumpulkan informasi mengenai siswa, yang digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dan untuk mengevaluasi pencapaian tujuan pembelajaran. Asesmen memiliki peran penting dalam mendukung peningkatan hasil belajar siswa. Oleh karena itu, instrumen asesmen yang disusun perlu dirancang secara cermat dan mengacu pada prinsip serta standar asesmen yang berlaku. Kementerian Pendidikan Nasional menyatakan bahwa terdapat dua prinsip utama dalam asesmen, yaitu: (1) asesmen harus mampu mendorong peningkatan hasil belajar siswa, dan (2) asesmen berfungsi sebagai alat penting dalam pengambilan keputusan pembelajaran. Jenis-jenis instrumen asesmen dapat berupa observasi, tes, angket, wawancara, dan bentuk lainnya.observasi, tes, kuesioner, wawancara dan lain-lain.

b. Jenis asesmen

Menurut Sudjana (2016) asesmen dalam pembelajaran dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa jenis, yaitu asesmen formatif, sumatif, diagnostik, selektif, dan penempatan.

1) Asesmen Formatif

Asesmen formatif ialah penilaian terhadap hasil belajar yang bertujuan untuk mengawasi perkembangan kemampuan siswa dalam mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditentukan, biasanya dilakukan di tengah atau setelah penyampaian submateri tertentu selama proses pembelajaran.

2) Asesmen Sumatif

Asesmen sumatif merupakan sebuah proses evaluasi yang dilaksanakan pada akhir periode pembelajaran yang mencakup beberapa pokok bahasan, untuk menilai kemampuan siswa dalam memahami materi secara keseluruhan setelah pembelajaran selesai.

3) Asesmen Diagnostik

Asesmen yang digunakan untuk mengidentifikasi kesulitan belajar yang dialami siswa. Hasilnya dimanfaatkan dalam pemberian layanan remedial atau pendampingan belajar secara lebih tepat.

4) Asesmen Selektif

Asesmen selektif bertujuan untuk keperluan seleksi, seperti dalam proses penerimaan siswa baru di suatu lembaga pendidikan.

5) Asesmen Penempatan

Asesmen penempatan adalah penilaian yang berfungsi untuk mengetahui kesiapan dan keterampilan awal siswa

sebelum mengikuti suatu program pembelajaran tertentu, serta untuk menyesuaikan antara program yang akan diberikan dengan kemampuan siswa.

Jenis instrumen yang dikembangkan dalam penelitian ini dikategorikan sebagai asesmen diagnostik, karena bertujuan untuk mengidentifikasi model mental siswa terhadap materi hidrokarbon secara mendalam sebelum atau pada tahap awal pembelajaran berlangsung.

c. Tujuan asesmen

Secara umum asesmen memiliki tujuan agar tujuan pembelajaran dapat tercapai dan untuk memperbaiki program serta kegiatan pembelajaran. Menurut Hermawan (2018) asesmen memiliki tujuan sebagai berikut :

- 1) Memberikan gambaran mengenai pencapaian hasil belajar siswa secara individu yang berkaitan pada tujuan pembelajaran yang telah ditentukan.
- 2) Menjadi dasar dalam merancang tindak lanjut pembelajaran untuk meningkatkan kualitas proses belajar siswa.
- 3) Memberikan informasi bagi guru dan siswa terkait tingkat kesulitan serta kemampuan yang dimiliki, sehingga dapat digunakan dalam pelaksanaan program remedial, penguatan materi, maupun pengayaan.
- 4) Mendorong siswa untuk melakukan refleksi dan termotivasi dalam memperbaiki hasil belajar.

- 5) Menjadi acuan dalam memberikan arahan yang tepat bagi siswa dalam memilih jenjang pendidikan selanjutnya selaras dengan potensi, minat, dan kemampuan yang dimiliki.

d. Fungsi asesmen

Menurut Poerwanti (2015) asesmen berfungsi sebagai berikut :

- 1) Mengetahui kemajuan dan perkembangan siswa dalam kegiatan belajar mengajar. Hasil asesmen digunakan dalam peningkatan kualitas proses belajar siswa, menjadi dasar pengisian laporan hasil belajar (rapor), serta sebagai pertimbangan dalam pengambilan keputusan terkait kenaikan kelas maupun kelulusan siswa.
- 2) Mengevaluasi efektivitas pelaksanaan kurikulum oleh guru, termasuk ketercapaian tujuan pembelajaran, kecocokan materi ajar, metode pengajaran, dan kesesuaian strategi asesmen.
- 3) Menyediakan informasi penting bagi layanan bimbingan dan konseling dalam memahami kondisi dan kebutuhan siswa secara lebih mendalam
- 4) Membantu mengidentifikasi area yang perlu dikembangkan dalam pelaksanaan program sekolah guna meningkatkan mutu pendidikan secara menyeluruh.

e. Prinsip asesmen

Menurut Nasution (2022) menyatakan bahwa asesmen dalam pembelajaran harus didasarkan pada beberapa prinsip penting, antara lain:

- 1) Asesmen merupakan satu kesatuan pada proses pembelajaran, sebagai fasilitas penyedia informasi menyeluruh untuk siswa dan guru dalam merancang strategi pembelajaran yang lebih optimal.
- 2) Pelaksanaan asesmen disesuaikan dengan tujuan dan fungsi evaluasi, dengan memberi fleksibilitas kepada guru dalam memilih teknik serta waktu pelaksanaan yang dianggap paling efektif.
- 3) Asesmen dirancang secara adil, valid, dan reliabel sebagai sarana untuk mendukung perkembangan belajar siswa.
- 4) Pelaporan hasil belajar siswa disusun secara ringkas namun informatif.
- 5) Hasil asesmen dijadikan refleksi oleh guru, siswa dan orang tua guna perbaikan pembelajaran di masa mendatang.

Adapun menurut Siswandani (2015) prinsip asesmen yang dapat dijadikan acuan oleh guru dalam proses penilaian mencakup:

- 1) Objektivitas, yakni penilaian dilakukan secara netral dan tidak dipengaruhi oleh kepentingan pribadi.
- 2) Keterpaduan, yaitu asesmen dirancang secara terencana dan terintegrasi dalam proses pembelajaran.

- 3) Efisiensi, yang menekankan pada pelaksanaan asesmen secara efektif dan hemat sumber daya.
- 4) Transparansi, dengan membuka akses informasi mengenai prosedur, kriteria, dan dasar penilaian kepada semua pihak terkait.
- 5) Akuntabilitas, artinya hasil asesmen dapat dipertanggungjawabkan secara teknis maupun administratif.
- 6) Pendidikan, di mana proses asesmen bersifat mendidik dan memberikan dorongan bagi guru maupun siswa untuk terus berkembang.

f. Bentuk asesmen

1) Tes

Tes merupakan metode sistematis yang digunakan untuk memperoleh, menilai, dan mengevaluasi sampel perilaku individu melalui prosedur yang telah distandarkan. Menurut Hermawan (2018), tes adalah suatu alat atau prosedur yang dirancang secara sistematis untuk mengamati serta mengukur satu atau lebih karakteristik siswa, baik dalam bentuk skala angka maupun klasifikasi tertentu. Tes disusun dalam bentuk serangkaian soal yang memiliki kunci jawaban benar-salah, atau terdiri atas pilihan dengan tingkat kebenaran sebagian maupun keseluruhan.

Berdasarkan definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa tes merupakan suatu prosedur yang berperan dalam proses

pengukuran dan evaluasi guna memperoleh skor yang merepresentasikan perilaku atau kemampuan individu. Di lingkungan satuan pendidikan, bentuk tes umumnya diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu tes objektif dan tes non-objektif. Tes objektif mencakup bentuk soal seperti pilihan ganda, benar-salah, menjodohkan, serta uraian dengan kriteria penilaian yang jelas. Tes non-objektif biasanya berupa soal esai atau uraian bebas yang menuntut kemampuan siswa dalam mengemukakan gagasan secara lebih terbuka dan mendalam.

2) Non Tes

Non tes merupakan bentuk evaluasi yang digunakan untuk mengukur kemampuan siswa secara langsung melalui aktivitas nyata atau kontekstual (Magdalena, 2023). Tujuan dari asesmen non tes adalah untuk memperoleh gambaran mengenai sikap, karakter, dan kepribadian siswa yang berkaitan dengan proses pembelajaran. Menurut Sudjana (1986) menyatakan bahwa keunggulan asesmen non tes dari dibandingkan dengan tes terletak pada cakupan penilaiannya yang lebih menyeluruh. Asesmen ini tidak terbatas pada aspek kognitif saja, tetapi juga mencakup aspek afektif dan psikomotorik yang relevan selama proses pembelajaran berlangsung.

Instrumen asesmen yang dikembangkan dalam penelitian ini berbentuk tes non objektif, yaitu tes esai.

Instrumen tes yang baik harus memenuhi kriteria validitas dan reliabilitas. Validitas merujuk pada tingkat ketepatan suatu instrumen dalam mengukur konstruk atau aspek yang memang menjadi tujuan pengukuran. Validitas dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu validitas logis, yang dinilai berdasarkan kesesuaian materi, konstruksi, dan bahasa; serta validitas empiris, yang ditentukan berdasarkan analisis statistik terhadap kriteria internal maupun eksternal. Reliabilitas instrumen menunjukkan tingkat konsistensi hasil pengukuran apabila digunakan pada subjek yang berbeda atau dalam waktu yang berbeda (Novika, 2020).

3. Multi Level Representasi

Strategi pembelajaran kimia yang mengintegrasikan representasi makro, simbolik, dan submikro terbukti efektif dalam membantu siswa membangun pemahaman konseptual yang lebih mendalam (Gilbert & Treagust, 2009; Chittleborough & Treagust, 2008). Pemahaman dan penyampaian materi kimia dapat dilakukan melalui tiga level representasi yang saling melengkapi, yaitu makroskopik, submikroskopik, dan simbolik. Ketiga level ini telah menjadi salah satu pendekatan paling signifikan dan produktif dalam pelajaran kimia (Talanquer, 2011).

Multi level representasi merujuk pada integrasi berbagai bentuk representasi seperti teks, gambar nyata, atau

grafik dalam menjelaskan suatu konsep. Dalam konteks pembelajaran kimia, representasi makroskopik, submikroskopik, dan simbolik merupakan tiga level representasi yang saling melengkapi dalam menginterpretasikan fenomena kimia (Dabutar, 2007). Pendekatan MLR juga dikenal dengan istilah '*Chemistry Triplet*', yang terdiri atas tiga dimensi representasi tersebut (Talanquer, 2011). Untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif dalam kimia, siswa dituntut untuk mampu menguasai dan mengaitkan ketiga level representasi tersebut secara simultan (Johnstone, 2006).

Representasi merupakan suatu bentuk visualisasi, simbol, atau penggambaran yang digunakan untuk merepresentasikan suatu objek atau proses (Fatmaryanti & Sarwanto, 2015). Multi level representasi mengacu pada penyajian ulang konsep yang sama dalam berbagai bentuk representasi, seperti verbal, visual, grafik, dan matematis (Muzdalifah & Fakhruddin, 2015). Pendekatan MLR berfungsi sebagai alat (*tools*) yang efektif dalam membantu siswa membangun dan mengembangkan pengetahuan ilmiahnya. Penggunaan berbagai jenis representasi serta strategi pembelajaran yang bervariasi dapat membuat pemahaman konsep menjadi lebih mudah, menarik, dan bermakna bagi siswa, karena setiap bentuk representasi membawa nuansa komunikasi yang berbeda (Astuti & Mulyatun, 2019). Dalam

praktiknya, fenomena pada level makroskopik dijelaskan menggunakan representasi simbolik yang mencakup visualisasi seperti gambar, notasi aljabar, peragaan fisik, hingga bentuk komputasional seperti persamaan kimia, grafik, mekanisme reaksi, analogi, dan model kit (Gilbert & Treagust, 2009). Adapun uraian lengkap mengenai level-level representasi dalam kimia disajikan sebagai berikut:

a. Representasi Makroskopik

Representasi makroskopik merujuk pada bentuk representasi konkret yang menggambarkan hasil pengamatan langsung terhadap fenomena kimia yang dapat dilihat dalam kehidupan sehari-hari, seperti perubahan pH, terbentuknya gas, perubahan pH, atau endapan dalam suatu reaksi (Langitasari, 2016). Representasi makroskopik mencerminkan persepsi inderawi terhadap gejala kimia yang kasat mata dan dapat diamati secara nyata, baik secara langsung melalui eksperimen maupun tidak langsung melalui simulasi atau studi lapangan. Menurut Gilbert dan Treagust (2009), representasi makroskopik didapatkan melalui pengamatan nyata (*tangible*) yang dirasakan dengan pancaindra, baik dari pengalaman empiris sehari-hari maupun kegiatan laboratorium.

b. Representasi Submikroskopik

Representasi Submikroskopik ialah bentuk representasi

abstrak yang menjelaskan proses kimia pada tingkat partikel, seperti interaksi antar atom, molekul, dan ion yang mendasari fenomena yang teramati secara makroskopik (Langitasari, 2016). Pemahaman pada level ini menuntut kemampuan untuk membayangkan dan memvisualisasikan struktur serta dinamika partikel yang tidak tampak secara langsung. Menurut Gilbert dan Treagust (2009), representasi submikroskopik dapat disajikan melalui berbagai cara, mulai dari deskripsi verbal, ilustrasi atau diagram, hingga model dua dimensi dan tiga dimensi, baik dalam bentuk statis maupun animasi berbasis teknologi komputer.

c. Representasi simbolik

Representasi simbolik ialah bentuk penyajian konsep kimia baik secara kuantitatif maupun kualitatif melalui simbol-simbol seperti rumus kimia, persamaan reaksi, diagram, ilustrasi, dan perhitungan stoikiometri. Representasi simbolik berfungsi sebagai “bahasa kimia” (*language of chemical equation*) yang memiliki aturan sintaksis tertentu yang harus diikuti agar makna yang disampaikan dapat dipahami secara ilmiah. Menurut Gilbert dan Treagust (2009), level simbolik mencakup seluruh bentuk abstraksi yang digunakan untuk merepresentasikan fenomena submikroskopik dalam bentuk yang dapat ditafsirkan secara sistematis.

Ketiga level representasi dalam kimia yaitu makroskopik, submikroskopik dan simbolik, memiliki peran saling melengkapi dalam menjelaskan suatu fenomena kimia. Pemahaman yang utuh terhadap konsep kimia tidak dapat dicapai apabila hanya mengandalkan satu atau dua level representasi saja (Langitasari, 2016). Pendekatan Multi Level Representasi (MLR) beberapa fungsi utama, yaitu:

- a) Menyajikan informasi tambahan yang mendukung proses kognitif siswa
- b) Mengurangi potensi kesalahan dalam menafsirkan suatu representasi dengan menyediakan alternatif visualisasi yang lebih tepat.
- c) Mendorong siswa untuk membangun pemahaman konseptual yang lebih mendalam terhadap suatu fenomena.

(Sunnyono, 2015).

4. Model Mental

a. Pengertian Model Mental

Model mental diartikan sebagai bentuk representasi kognitif internal dalam menerjemahkan suatu realita dari dunia nyata menjadi representasi internal dalam penyelesaian masalah (Madroup, 2023). Secara umum, model mental menggambarkan ide atau objek yang tersimpan dalam pikiran dan digunakan dalam proses kognitif untuk menjelaskan, merepresentasikan, atau memprediksi suatu fenomena tertentu (Siregar, 2020). Proses pembentukan model mental

sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pengalaman belajar sebelumnya, pengetahuan awal, sikap, keyakinan, serta tantangan atau permasalahan yang dihadapi dalam proses pembelajaran (Yoni, Suja, & Karyasa, 2018). Dalam konteks pembelajaran kimia, model mental berkembang melalui kegiatan pengamatan, penafsiran konsep, penyusunan penjelasan, imajinasi, serta pemahaman terhadap wacana ilmiah.

Model mental merupakan gagasan atau konstruksi kognitif yang dimiliki siswa untuk merepresentasikan, menafsirkan, dan memprediksi suatu fenomena. Keberadaan model mental sangat penting dalam proses pembelajaran karena mencerminkan bagaimana seseorang membangun struktur pengetahuannya melalui integrasi antara pengetahuan sebelumnya dan informasi baru yang diperoleh (Hamid, 2016). Selama proses belajar, siswa mengembangkan model mental berdasarkan persepsi awal, imajinasi, serta pemahaman terhadap materi yang dipelajari. Jika terdapat kesalahan dalam pemahaman konsep atau struktur pengetahuan pada tahap sebelumnya, hal tersebut dapat berdampak negatif terhadap kemampuan siswa dalam memahami materi pembelajaran berikutnya (Khodriah, 2016).

Model mental memiliki peran penting terhadap kimia karena bisa membantu menerangkan pemahaman terkait

level makroskopik yang terjadi (Handayanti, 2015). Model mental dipandang sebagai struktur kognitif yang menghubungkan pengetahuan prosedural dan deklaratif (Jansoon, Cooll & Somsook, 2009). Model mental didefinisikan sebagai representasi pengetahuan seseorang berupa struktur pengetahuan yang terdiri dari unsur-unsur yang koheren untuk menjelaskan fenomena (Korhasan & Wang, 2016).

Pendapat beberapa ahli yang telah dijelaskan, disimpulkan bahwa model mental merupakan representasi kognitif internal yang mencerminkan pengetahuan seseorang dan digunakan untuk menggambarkan, menjelaskan, serta memprediksi suatu fenomena yang terjadi. Model mental dapat digunakan untuk memahami miskonsepsi dan pola penalaran yang dimiliki oleh siswa.

b. Klasifikasi Model Mental

Adbo dan Taber (2009) model mental dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori, yaitu:

- 1) Model mental konseptual adalah representasi mental yang selaras dengan konsep ilmiah dan mencerminkan pemahaman siswa yang utuh dan sesuai secara keilmuan.
- 2) Model mental alternatif adalah bentuk representasi yang menyimpang dari konsep ilmiah atau hanya mencakup sebagian dari konsep yang benar. Keberadaan model mental alternatif ini menunjukkan bahwa pemahaman siswa terhadap suatu konsep masih belum menyeluruh.

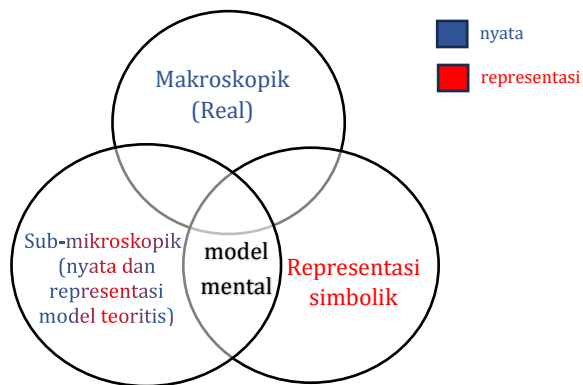
Kurnaz dan Eksi (2015) menyatakan model mental di bagi menjadi tiga yaitu :

- 1) Model inisial yaitu Siswa hanya mampu mengenali fenomena tanpa pemahaman konseptual yang memadai atau bahkan keliru.
- 2) Model sintetik yaitu siswa sudah memiliki pemahaman konsep namun belum sepenuhnya mampu mengintegrasikan konsep tersebut dengan fenomena yang disajikan. Model ini berada pada jenjang lebih tinggi dibanding model inisial.
- 3) Model ilmiah yaitu siswa mampu mengidentifikasi fenomena kimia, memahami konsep secara menyeluruh, dan mengaitkannya secara ilmiah sesuai dengan pengetahuan yang benar.

Menurut Coll & Treagust (2003) mengklasifikasikan model mental ke dalam tiga kategori utama: model mental ilmiah, model mental konseptual, dan model mental alternatif. Model mental konseptual merujuk pada pemahaman yang utuh dan sesuai secara keilmuan. Sebaliknya, model mental alternatif mengindikasikan bahwa pemahaman siswa masih belum lengkap karena hanya mencakup sebagian dari konsep yang benar. Kondisi ini menunjukkan adanya ketidaksesuaian pemahaman terhadap konsep ilmiah.

Siswa dapat membentuk model mental yang menyeluruh ketika siswa mampu mengaitkan pengetahuan

yang diperoleh selama pembelajaran dengan tiga level representasi dalam kimia (simbolik, makroskopik dan mikroskopik) yang saling berhubungan dan mempunyai peran penting dalam membangun pemahaman konseptual secara komprehensif. Hubungan ketiga level kimia dapat dilihat pada **Gambar 2.1.**



Gambar 2. 1. Hubungan Multi Level Representasi dengan Model Mental (Chittleborough, 2004)

Menurut Sendur, Toprak, & Pekmez (2010) model mental dapat diklasifikasikan beberapa jenis, yaitu:

- 1) Ilmiah (*Scientifically Correct*), yaitu ketika jawaban beserta penjelasannya lengkap dan sesuai dengan konsep ilmiah yang benar.
- 2) Sebagian benar (*Partially Correct*), yakni jawaban yang secara umum benar, namun penjelasan ilmiahnya tidak tepat. Jenis ini disebut juga model mental alternatif.

- 3) Miskonsepsi, yaitu ketika baik jawaban maupun penjelasannya tidak sesuai atau bertentangan dengan prinsip ilmiah.
 - 4) Tidak ada jawaban (*No Response*), artinya siswa memberikan jawaban atau penjelasan sama sekali.
5. Hidrokarbon

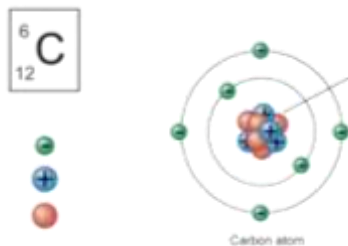
Hidrokarbon merupakan senyawa yang tersusun atas unsur karbon dan hidrogen. Karbon memiliki sifat khas, salah satunya adalah kemampuannya membentuk rantai atom yang panjang, sehingga menghasilkan beragam jenis senyawa hidrokarbon. Senyawa-senyawa hidrokarbon dapat mengalami modifikasi menjadi turunan atau derivat berdasarkan struktur rantai dan gugus fungsional yang terbentuk. Penamaan senyawa hidrokarbon dapat dilakukan melalui dua sistem, yaitu sistem IUPAC dan sistem trivial. Sistem IUPAC digunakan dalam konteks ilmiah, sementara sistem trivial lebih umum dipakai untuk tujuan komersial. Hidrokarbon sendiri dikelompokkan menjadi tiga golongan utama, yaitu alkana, alkena, dan alkuna.

a. Keunikan Atom Karbon

Atom karbon mempunyai nomor atom 6, sehingga dalam sistem periodik terletak pada golongan IV A dan periode 2. Letak ini menjadikan karbon memiliki sejumlah sifat khas, di antaranya:

- 1) Kemampuan membentuk empat ikatan kovalen.

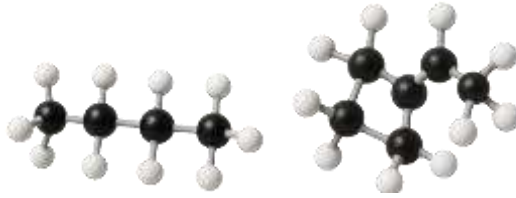
Karbon memiliki empat elektron valensi, yang memungkinkan membentuk empat ikatan kovalen guna mencapai kestabilan. Karbon dapat berikatan kovalen dengan berbagai unsur nonlogam seperti hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), unsur halogen (F, Cl, Br, I), serta dengan logam seperti magnesium (Mg).



Gambar 2. 2 Elektron valensi atom karbon

2) Kemampuan membentuk rantai karbon

Atom karbon berada pada periode kedua dalam susunan tabel periodik sehingga memiliki dua kulit elektron yang menyebabkan jari-jarinya kecil. Ukuran ini memungkinkan terbentuknya ikatan kovalen yang kuat, termasuk ikatan rangkap dua dan rangkap tiga antar atom karbon. Atom karbon dapat membentuk rantai karbon (ikatan antar sesama atom karbon) yang terdiri dari ikatan tunggal, ganda, atau tripel, baik dalam bentuk rantai lurus maupun bercabang.



Gambar 2. 3 Kemampuan Atom Karbon Dalam Membentuk Rantai Karbon

3) Berdasarkan letaknya, ikatan atom karbon dapat diklasifikasikan menjadi 4 jenis, yakni atom c primer, sekunder, tersier, dan kuartener. Atom karbon primer, merupakan atom karbon yang berikatan dengan satu atom karbon yang lain. Atom karbon sekunder, merupakan atom karbon yang berikatan dengan pada dua atom karbon yang lain. Karbon tersier, merupakan atom karbon yang berikatan dengan pada tiga atom karbon yang lain. Atom karbon kuarternier, merupakan atom karbon yang berikatan dengan pada empat atom karbon yang lain.

b. Penggolongan Senyawa Hidrokarbon

- 1) Hidrokarbon alifatik jenuh merupakan senyawa hidrokarbon dengan rantai terbuka. Seluruh atom karbon saling terhubung melalui ikatan tunggal.
- 2) Hidrokarbon alifatik tak jenuh adalah hidrokarbon rantai terbuka yang mempunyai ikatan karbon-karbon tunggal serta ikatan rangkap dua atau tiga.

- 3) Hidrokarbon siklik jenuh mengacu pada senyawa hidrokarbon yang memiliki struktur cincin (tertutup) dengan ikatan tunggal antar atom karbon.
- 4) Hidrokarbon siklik tidak jenuh adalah hidrokarbon berbentuk cincin yang memiliki ikatan tunggal, ikatan rangkap dua, dan rangkap tiga.
- 5) Hidrokarbon aromatik merupakan senyawa hidrokarbon dengan struktur tertutup (siklik) yang mempunyai ikatan tunggal serta rangkap dua secara bergantian, membentuk sistem konjugasi yang khas.

c. Tata nama Alkana, Alkena, dan Alkuna

a) Tata Nama Alkana

Nama-nama sepuluh senyawa alkana yang memiliki jumlah atom karbon dari satu hingga sepuluh terdapat pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2. 1 Rumus Molekul dan Nama Alkana

Rumus molekul	Nama
CH_4	Metana
C_2H_6	Etana
C_3H_8	Propana
C_4H_{10}	Butana
C_5H_{12}	Pentana
C_6H_{14}	Heksana
C_7H_{16}	Heptana
C_8H_{18}	Oktana
C_9H_{20}	Nonana
$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	Dekana

Penamaan senyawa alkana mengacu pada aturan tata nama senyawa organik, dan dapat dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

1) Alkana rantai lurus

Nama alkana rantai lurus sesuai dengan nama-nama alkana sesuai pada **Tabel 2.1** tergantung jumlah atom karbon dalam rantainya.

2) Alkana rantai bercabang

Penentuan nama senyawa alkana yang memiliki cabang dilakukan dengan tahapan berikut:

- a. Mengidentifikasi rantai induk, yang memiliki arti sebagai rantai karbon terpanjang yang mempunyai cabang terbanyak.
- b. Memberi nomor pada atom karbon dalam rantai induk diawali dari ujung yang paling dekat dengan cabang, agar posisi cabang mendapatkan nomor terkecil.
- c. Menyusun nama senyawa dengan diawali oleh nama cabang, disusun secara alfabetis, diikuti dengan nama rantai induk. Posisi cabang ditunjukkan dengan angka. Penulisan antar angka dipisahkan dengan tanda koma (,), dan antara angka dengan huruf dipisahkan dengan tanda hubung (-).

b) Tata Nama Alkena

1) Alkena rantai lurus

Penamaan alkena berantai lurus mengikuti nama senyawa alkana sesuai jumlah atom karbonnya, tetapi mengganti akhiran -ana menjadi -ena.

2) Alkena rantai bercabang

Langkah-langkah penamaannya sebagai berikut:

- i. Menentukan rantai utama, yaitu rantai karbon terpanjang yang mengandung ikatan rangkap dua.

- ii. Memberi penomoran pada rantai utama. Atom karbon yang paling dekat dengan ikatan rangkap, diberi nomor terkecil.
- iii. Penamaan rantai sesuai urutan nomor atom C yang mengikat cabang, nama cabang, nomor atom C ikatan rangkap kemudian nama rantai utama (alkena)

c) Tata Nama Alkuna

- 1. Senyawa alkuna rantai lurus diberi nama serupa dengan alkana, dengan mengganti akhiran -ana menjadi -una
- 2. Alkuna rantai bercabang

Langkah-langkah penamaannya sebagai berikut:

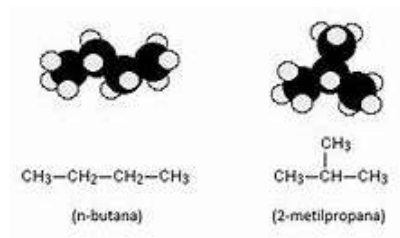
- i. Menentukan rantai utama, yakni rantai karbon terpanjang yang mengandung ikatan rangkap tiga.
- ii. Memberi penomoran pada rantai utama. Atom karbon yang paling dekat dengan ikatan rangkap, diberi nomor terkecil.
- iii. Penamaan rantai sesuai urutan yaitu nomor C yang mengikat cabang, nama cabang, nomor C yang berikatan rangkap tiga dan nama rantai utama (alkuna).

d. Isomer

Isomer merupakan senyawa yang mempunyai rumus molekul sama, tetapi rumus strukturnya berbeda.

1) Isomer alkana

Contoh : isomer pada C_4H_{10}



Gambar 2. 4 Isomer Butana

2) Isomer alkena

- a. Isomer posisi yaitu isomer berdasarkan letak ikatan rangkapnya.

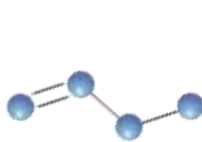
Contoh :

$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$: 1-butena

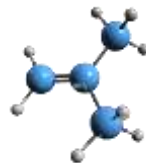
$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$: 2-butena

- b. Isomer rantai yaitu isomer berdasarkan letak cabang pada rantai utama.

Contoh :



1-Butena

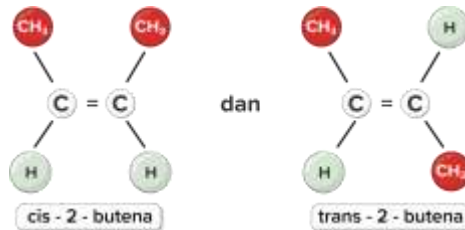


2-Metil propena

Gambar 2. 5 Isomer Rantai

- c. Isomer geometri atau Cis-Trans yaitu isomer berdasarkan perbedaan kedudukan gugus-gugus sejenis yang diikat C=C.

Contoh:

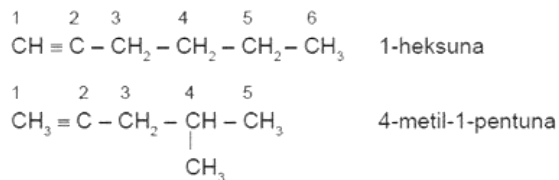


Gambar 2. 6 Isomer Geometri Atau Cis-Trans Butena

3) Isomer alkuna

a) Isomer rantai

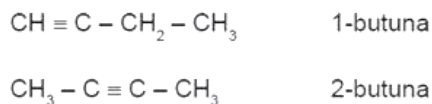
Contoh : isomer pada heksuna (C_6H_{10})



Gambar 2. 7 Isomer rantai Heksuna

b) Isomer posisi

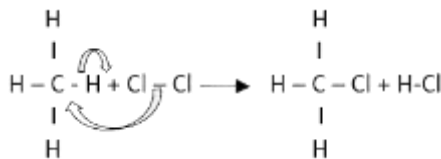
Contoh : isomer pada butuna (C_4H_6)



Gambar 2. 8 Isomer Posisi Butuna

e. Sifat dan Reaksi Alkana

- 1) Semakin banyak jumlah atom C, maka titik didih alkana akan meningkat. Untuk senyawa alkana yang memiliki jumlah atom karbon sama (isomer), titik didih akan lebih tinggi jika strukturnya berbentuk rantai lurus atau hanya sedikit bercabang).
- 2) Dalam kondisi suhu dan tekanan normal, empat alkana pertama (metana hingga butana) berwujud gas. Senyawa dari pentana (C_5H_{12}) hingga heptadekana ($C_{17}H_{36}$) berwujud cair, sedangkan alkana yang memiliki 18 atom karbon atau lebih (seperti oktadekana dan seterusnya) berada dalam bentuk padat.
- 3) Alkana dapat bereaksi dengan unsur halogen seperti fluor (F_2), klorin (Cl_2), bromin (Br_2), dan iodin (I_2). Dalam reaksi ini, atom hidrogen dalam molekul alkana mudah digantikan (disubstitusi) oleh atom halogen .Contoh :

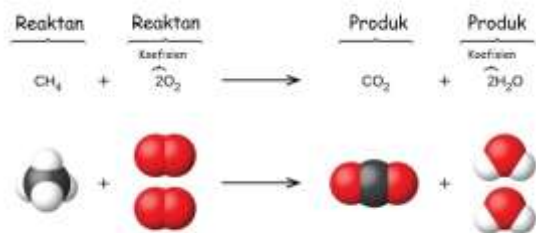


Gambar 2. 9 Reaksi Substitusi Alkana

Alkana dapat mengalami reaksi oksidasi dengan oksigen yang menghasilkan energi dalam bentuk panas. Proses ini dikenal sebagai reaksi pembakaran. Pada pembakaran

yang berlangsung sempurna, akan dihasilkan gas karbon dioksida (CO₂), sedangkan pada pembakaran yang tidak sempurna, produk utamanya adalah gas karbon monoksida (CO).

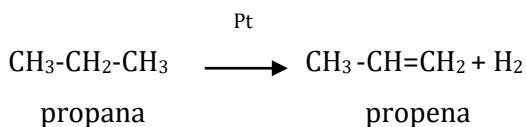
Contoh :



Gambar 2. 10 Reaksi Pembakaran Alkana

- 4) Alkana dapat mengalami reaksi eliminasi, yaitu reaksi yang melibatkan penghilangan beberapa atom dari molekul untuk membentuk senyawa baru. Jika alkana dipanaskan dalam keberadaan katalis logam seperti platina (Pt) atau nikel (Ni), maka senyawa tersebut dapat mengalami eliminasi dan berubah menjadi alkena, yaitu senyawa dengan ikatan rangkap dua.

Contoh :



f. Sifat-sifat dan Reaksi Alkena

- 1) Memiliki titik leleh dan titik didih yang hampir sama dengan alkana. Pada suhu kamar, suhu-suhu rendah berwujud gas, suhu-suhu sedang berwujud cair, dan suhu-suhu tinggi berwujud padat.

2) Reaksi-Reaksi Alkena

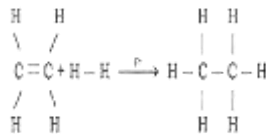
Alkena memiliki ikatan rangkap sehingga lebih reaktif daripada alkana. Reaksi alkena terjadi pada atom karbon yang berikatan rangkap.

Reaksi-reaksi alkena sebagai berikut:

a) Reaksi Adisi (penambahan atau penjumlahan)

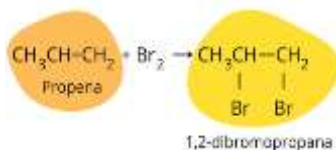
Reaksi adisi, yaitu memecah ikatan rangkap menjadi ikatan tunggal dengan cara mengikat atom lain. Zat-zat yang dapat mengadisi alkena adalah:

- ### 1. Gas hidrogen (H_2)



Gambar 2. 11 Reaksi Adisi dengan Gas Hidrogen

- ## 2. Halogen (F_2 , Cl_2 , Br_2 , dan I_2)



Gambar 2. 12 Reaksi Adisi dengan Halogen

3. Asam halida (HCl, HBr, HF, dan HI).

g. Sifat-sifat dan Reaksi Alkuna

- Sifat fisik alkuna secara umum menyerupai sifat fisik yang dimiliki oleh alkana dan alkena.
- Sifat kimia atau reaktivitas alkuna mirip dengan alkena, terutama dalam jenis reaksinya. Perbedaannya terletak pada jumlah pereaksi yang dibutuhkan; alkuna memerlukan pereaksi dalam jumlah dua kali lebih banyak dibandingkan alkena untuk reaksi yang melibatkan jumlah ikatan rangkap yang sama.

B. Kajian Penelitian Relevan

Penelitian tentang pengembangan instrumen asesmen multi level representasi untuk mengidentifikasi model mental siswa pada materi Hidrokarbon merupakan pengembangan dari beberapa penelitian yang telah dilakukan oleh para peneliti sebelumnya. penelitian ini dikembangkan oleh peneliti dengan referensi berbagai penelitian terdahulu, yaitu:

Suparwati (2022) melakukan penelitian tinjauan literatur secara sistematis menganalisis reduksi miskonsepsi kimia dengan pendekatan multi level representasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan model mental sangat diperlukan agar tercapainya penggambaran ketiga level representasi secara baik. Representasi multi level menitikberatkan pada pemahaman terhadap multi level representasi. Pengembangan model mental yang terstruktur dengan baik dapat memfasilitasi siswa dalam mengaitkan

konsep-konsep ilmiah ke dalam pola pikir siswa agar mampu mengurangi terjadinya miskonsepsi dalam proses pembelajaran, sehingga diperlukan adanya pengembangan instrumen asesmen untuk mengidentifikasi model mental siswa.

Pikoli, Sukertini dan Isa (2022) melakukan penelitian dengan judul Analisis Model Mental Siswa dalam Mentransformasikan Konsep Laju Reaksi Melalui *Multiple Representasi*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase siswa yang memiliki model mental inisial sebesar 36,2%, model mental sintetik sebesar 29,4% dan model mental saintifik sebesar 34,4%. Dalam memahami konsep laju reaksi, *multiple representasi* siswa masih sangat rendah pada level submikroskopik. Berdasarkan hasil penelitian masih terdapat banyak siswa yang memiliki model mental dengan pemahaman konsep rendah. Penelitian sebelumnya dengan penelitian ini terdapat perbedaan pada instrumen yang dikembangkan serta pada materi yang akan diteliti. Penelitian ini, peneliti memberikan inovasi instrumen model mental siswa yang berupa instrumen multi level representasi dalam bentuk *essay* pada materi hidrokarbon sedangkan pada penelitian sebelumnya menggunakan instrumen tes *diagnostic model mental (Two Tier)* dalam bentuk pilihan ganda pada topik laju reaksi.

Atikah et al., (2023) melakukan penelitian studi literatur

tentang model mental pada konsep-konsep kimia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model mental siswa menjadi peran penting dalam menunjang efektivitas pembelajaran kimia. Oleh karena itu, perlu dilaksanakan perbaikan dalam beberapa aspek yang berkontribusi terhadap pengembangan model mental agar hasil belajar dapat lebih optimal. Dengan demikian diperlukan adanya inovasi instrumen yang valid untuk mengidentifikasi model mental siswa. Berdasarkan studi literatur terdapat sejumlah perbedaan pada penelitian-penelitian terdahulu dengan penelitian ini, khususnya pada aspek instrumen yang digunakan dan pendekatan penelitian. Penelitian sebelumnya menggunakan instrumen berupa wawancara, kuesioner, serta instrumen diagnostik seperti deskriptif, *two-tier*, dan *three-tier*, dengan pendekatan yang dominan bersifat deskriptif kualitatif. Sedangkan pada penelitian ini menggunakan instrumen multi level representasi yang diuji menggunakan metode analisis rasch.

Katmiati dan Rahmi (2021) mengembangkan instrumen tes diagnostik berbasis Prediksi-Observasi-Eksplanasi (POE) untuk mengungkap model mental siswa dalam memahami reaksi kimia. Instrumen tersebut ditetapkan valid secara isi dan pedagogis oleh enam dosen pakar. Berdasarkan hasil uji coba, tes diagnostik POE menjelaskan tingkat keterbacaan yang baik dan mampu mengeksplorasi sepuluh tipe model mental siswa yang mencakup representasi makroskopik,

submikroskopik, dan simbolik.

Adapun perbedaan utama antara penelitian ini dengan studi Katmiati dan Rahmi terletak pada jenis instrumen dan ruang lingkup materi. Penelitian ini menghadirkan inovasi berupa pengembangan instrumen model mental berbasis MLR yang difokuskan pada topik hidrokarbon, sedangkan penelitian sebelumnya menggunakan instrumen POE pada konteks reaksi kimia. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memperluas cakupan kajian model mental melalui pendekatan yang berbeda dan lebih kontekstual.

Soraya (2020) melakukan penelitian dengan judul *Profil Model Mental Siswa pada Konsep Pengaruh Konsentrasi terhadap Laju Reaksi dengan Menggunakan Tes Diagnostik Model Mental Interview About Event (IAE)*. Penelitian yang dilakukan menunjukkan hasil bahwa model mental siswa dalam memahami konsep salah satu faktor yang mempengaruhi laju reaksi yaitu pada pengaruh konsentrasi terbagi ke dalam beberapa kategori, yaitu tipe model mental SU, beberapa siswa memiliki tipe PU dan Sebagian besar siswa memiliki tipe PU/SM. Jenis instrumen dan materi yang dikaji menjadi perbedaan antara penelitian soraya dengan penelitian ini. Penelitian Soraya menggunakan metode wawancara berbasis IAE pada topik laju reaksi, sementara penelitian ini mengembangkan instrumen asesmen berbasis multi level representasi yang difokuskan pada materi

hidrokarbon. Inovasi instrumen yang digunakan dalam penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran yang lebih komprehensif terhadap model mental siswa melalui pendekatan representasi makroskopik, submikroskopik, dan simbolik.

C. Kerangka Berpikir

Kimia adalah ilmu sains yang membahas tentang sifat materi serta perubahannya. Konsep dalam ilmu kimia bersifat abstrak dan konseptual sehingga siswa mengalami kesulitan dalam mempelajari dan memahami kimia. Siswa mengalami kesulitan dalam memahami ilmu kimia dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu karakteristik ilmu kimia yang berbeda dengan ilmu sains lainnya. Konsep-konsep dalam ilmu kimia terbagi menjadi tiga aspek meliputi aspek makroskopik, submikroskopik dan simbolik. Salah satu materi kimia yang sulit dipahami oleh siswa adalah hidrokarbon.

Hidrokarbon merupakan salah satu materi kimia yang tergolong sulit dipahami oleh siswa dikarenakan pada materi hidrokarbon memuat konsep-konsep yang bersifat abstrak dan memuat konsep materi yang luas. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa pemahaman konsep pada materi hidrokarbon masih rendah. Pemahaman konsep pada materi hidrokarbon membutuhkan kemampuan merepresentasikan dalam tiga level representasi yaitu representasi makroskopik, submikroskopik, dan simbolik. Hasil wawancara

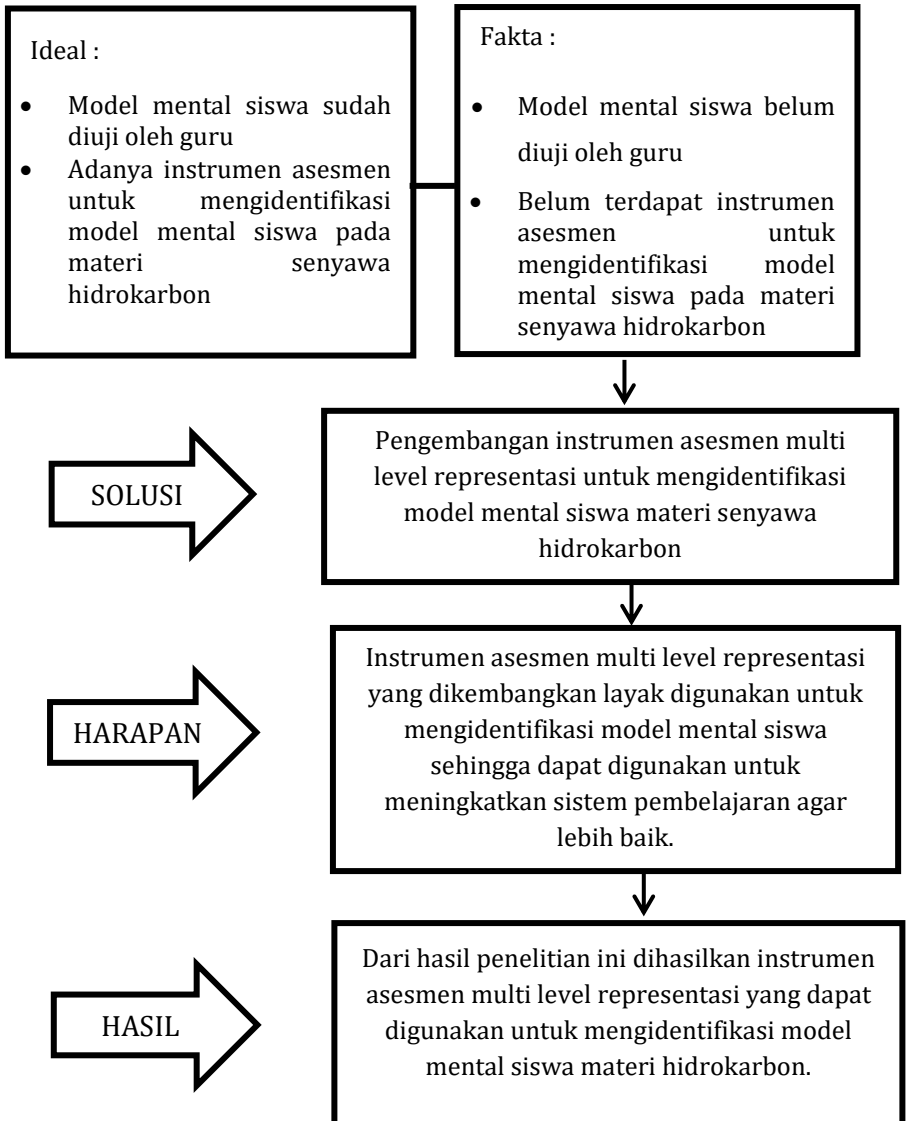
menunjukkan siswa bingung dalam mengaitkan struktur molekul dengan sifat dan reaktivitas. Kemampuan berpikir abstrak dan lintas representasi diperlukan dalam memahami ikatan dan reaksi hidrokarbon. Ketiga level representasi makroskopik, submikroskopik dan simbolik memiliki hubungan timbal balik yang saling berikatan dan saling melengkapi sehingga penjelasan konsep kimia menjadi lebih lengkap dan mudah dipahami oleh siswa.

Multi level representasi kimia berkontribusi pada pengembangan model mental siswa (Chittleborough, 2004). Tingkat pemahaman siswa terhadap suatu konsep yang bersifat abstrak dapat dilihat dari model mental siswa. Model mental sebagai pusat segitiga yang menghubungkan ketiga representasi kimia. Konstruksi model mental siswa merupakan representasi dari pemahaman serta kemampuan siswa dalam melakukan proses berpikir saintifik dan memiliki peran penting dalam pembelajaran kimia.

Berdasarkan hasil wawancara terhadap guru kimia di MA Matholi'ul Huda Troso, diperoleh penjelasan bahwa di sekolah belum pernah menggunakan instrumen asesmen untuk mengidentifikasi model mental siswa. Instrumen asesmen yang digunakan cenderung hanya mengukur hasil belajar siswa. Guru belum pernah merangsang siswa dengan menguji model mental yang dimiliki siswa.

Model mental dapat mempengaruhi fungsi kognitif serta

dapat memberikan informasi bagi para peneliti pendidikan sains tentang konsep-konsep yang dimiliki siswa, sehingga model mental sangat penting untuk diketahui dan diteliti. Untuk mengetahui model mental siswa dalam pembelajaran kimia diperlukan adanya asesmen multi level representasi untuk mengidentifikasi model mental siswa pada materi hidrokarbon. Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan, disajikan kerangka berpikir pada **Gambar 2.4**.



Gambar 2. 16 Bagan Kerangka Berpikir

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan

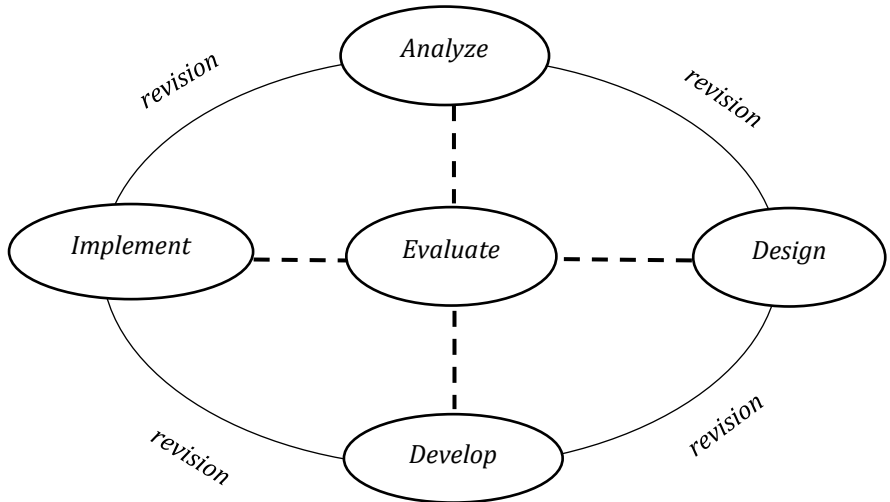
Metode penelitian merupakan pendekatan ilmiah yang digunakan untuk memperoleh data sesuai dengan tujuan tertentu (Sugiyono, 2016). Penelitian ini merupakan jenis penelitian pengembangan atau disebut *Research and Development* (R&D), yaitu metode penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan suatu produk sekaligus menguji tingkat efektivitas produk tersebut (Sugiyono, 2015). Produk akhir dari penelitian *Research and Development* (R&D) dapat berupa *software* atau *hardware* seperti buku, modul, instrumen pembelajaran atau perangkat pembelajaran lainnya. Pada penelitian ini peneliti mengembangkan instrumen asesmen multi level representasi untuk mengidentifikasi model mental siswa pada materi hidrokarbon.

Pengembangan instrumen asesmen dalam penelitian ini menggunakan model ADDIE. Model ini dikembangkan oleh Dick dan Carey (1996) sebagai kerangka kerja untuk merancang perangkat pembelajaran secara lebih efektif guna meningkatkan kualitas proses belajar. ADDIE merupakan akronim dari lima tahap pengembangan, yaitu *Analyze* (Analisis), *Design* (Desain), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Penerapan), dan *Evaluate* (Evaluasi). Sebagai

model pengembangan produk, ADDIE dinilai lebih logis dan komprehensif dibandingkan dengan model 4D karena memiliki tahapan kerja yang sistematis dan terstruktur. Setiap tahapan dalam model ini disertai dengan proses revisi dan evaluasi, sehingga dapat menghasilkan produk yang valid dan efektif, baik untuk instrumen asesmen maupun perangkat pembelajaran lainnya.

B. Prosedur Pengembangan

Tahapan pengembangan dalam penelitian ini menggambarkan langkah-langkah yang ditempuh oleh peneliti dalam merancang dan menyusun instrumen asesmen berdasarkan model pengembangan yang digunakan. Penelitian ini mengadopsi model pengembangan ADDIE yang terdiri atas lima tahap utama, yaitu *Analyze, Design, Development, Implementation dan Evaluation* (Kurnia, 2019). Model ADDIE dipilih karena memiliki tahapan yang logis, sistematis, dan mudah dipahami secara menyeluruh. Setiap tahap dalam model ADDIE saling terkait dan berkesinambungan; pelaksanaan pada setiap tahap mempertimbangkan hasil revisi dari tahap sebelumnya untuk menghasilkan produk akhir yang lebih optimal. Konsep pengembangan model ADDIE, digambarkan pada **Gambar 3.1**.



Gambar 3. 1. Konsep model pengembangan ADDIE
(Branch, 2009)

Adapun langkah-langkah penelitian ini sebagai berikut :

1. *Analyze* (Analisis)

Tahap analisis merupakan langkah awal dalam model pengembangan ADDIE. Pada tahap ini, peneliti melakukan identifikasi terhadap potensi permasalahan serta menganalisis kebutuhan yang relevan dengan kondisi nyata di lapangan. Penelitian pengembangan ini didasarkan pada studi pendahuluan yang dilakukan melalui wawancara dengan guru kimia di MA Matholi'ul Huda Troso. Hasil observasi menunjukkan bahwa salah satu materi kimia yang sering menimbulkan miskonsepsi di kalangan siswa adalah hidrokarbon. Oleh karena itu, materi hidrokarbon dipilih

sebagai fokus dalam pengembangan instrumen asesmen yang bertujuan untuk mengidentifikasi model mental siswa secara lebih mendalam.

Berdasarkan wawancara dengan guru kimia MA Matholi'ul Huda Troso, belum terdapat instrumen asesmen yang digunakan untuk mengidentifikasi model mental siswa. Instrumen asesmen yang digunakan cenderung hanya mengukur hasil belajar siswa. Pengembangan instrumen ini berperan penting sebagai alat evaluasi bagi guru dalam mengidentifikasi model mental yang dimiliki siswa. Berdasarkan hasil analisis potensi masalah di sekolah, peneliti mengembangkan instrumen asesmen multi level representasi yang efektif untuk mengidentifikasi model mental siswa.

2. *Design* (Desain)

Tahap desain pada penelitian ini berfokus pada penentuan solusi yang tepat, yaitu berupa rancangan instrumen asesmen berbasis multi level representasi, yang disusun sebagai dasar dalam proses pengembangan instrumen. Rancangan ini didasarkan pada hasil analisis permasalahan yang ditemukan dalam studi pendahuluan. Pengembangan instrumen dilakukan melalui beberapa tahapan yang terstruktur. Peneliti menyusun perangkat instrumen yang terdiri atas kisi-kisi soal, naskah soal, kunci jawaban, dan pedoman penskoran, yang keseluruhannya saling berkaitan untuk menjamin kesesuaian dengan tujuan

asesmen dan karakteristik model mental siswa yang ingin diungkap.

3. *Development* (Pengembangan)

Tahap pengembangan dalam penelitian ini dilakukan dengan menyusun instrumen asesmen multi level representasi untuk mengidentifikasi model mental siswa, berdasarkan rancangan yang telah ditetapkan pada tahap desain. Instrumen ini terdiri atas kisi-kisi soal, naskah soal, kunci jawaban, serta pedoman penskoran. Selanjutnya, instrumen divalidasi oleh empat orang ahli (validator) yang berkompeten di bidang pengembangan instrumen, guna memperoleh masukan dan kritik konstruktif sebagai dasar perbaikan sebelum diterapkan dalam uji coba kepada siswa.

Proses validasi mencakup analisis secara kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif difokuskan pada aspek materi, termasuk kesesuaian topik dengan tujuan instrumen, ketepatan konstruksi soal, dan kejelasan bahasa. Sementara itu, analisis kuantitatif dilakukan dengan cara memberikan penilaian terhadap tingkat validitas instrumen menggunakan kategori: tidak valid, kurang valid, valid, dan sangat valid.

4. *Implementation* (Implementasi)

Tahap implementasi merupakan proses penerapan nyata dari sistem atau perangkat pembelajaran yang telah dirancang. Pada tahap ini, instrumen asesmen model mental siswa yang sebelumnya telah dinyatakan valid dan layak

digunakan oleh validator, kemudian diuji coba secara langsung kepada siswa sebagai subjek penelitian. Uji coba ini bertujuan untuk mengetahui keterpakaian dan efektivitas instrumen dalam mengungkap model mental siswa sesuai dengan tujuan pengembangan.

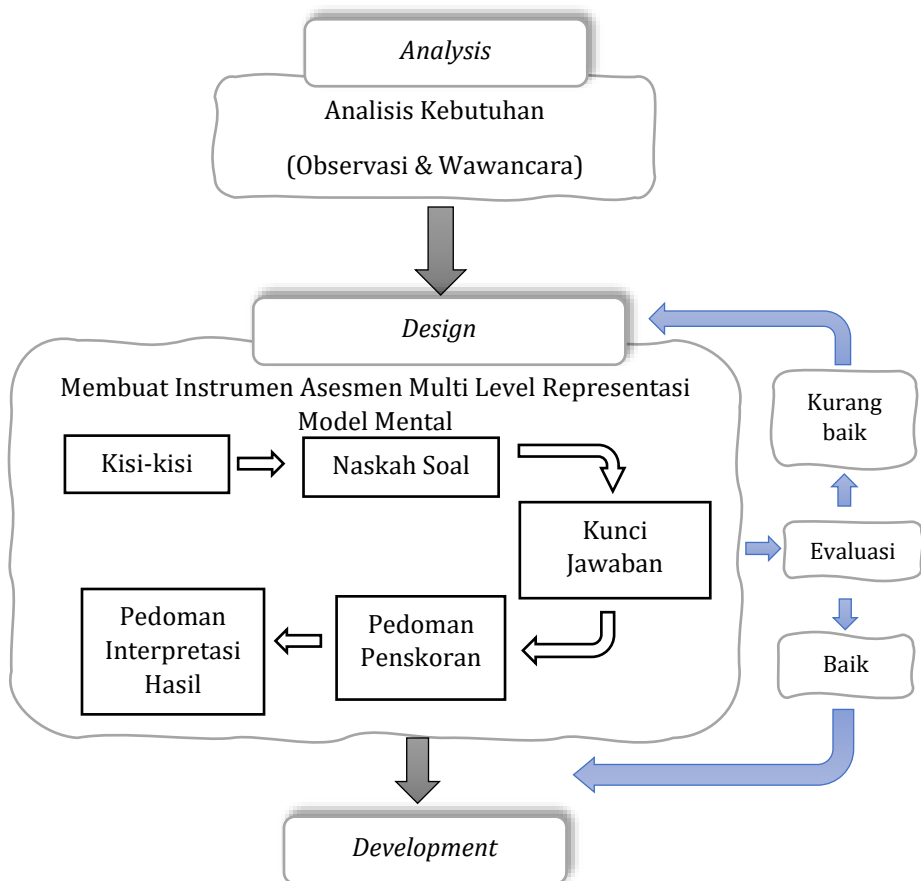
5. *Evaluate* (Evaluasi)

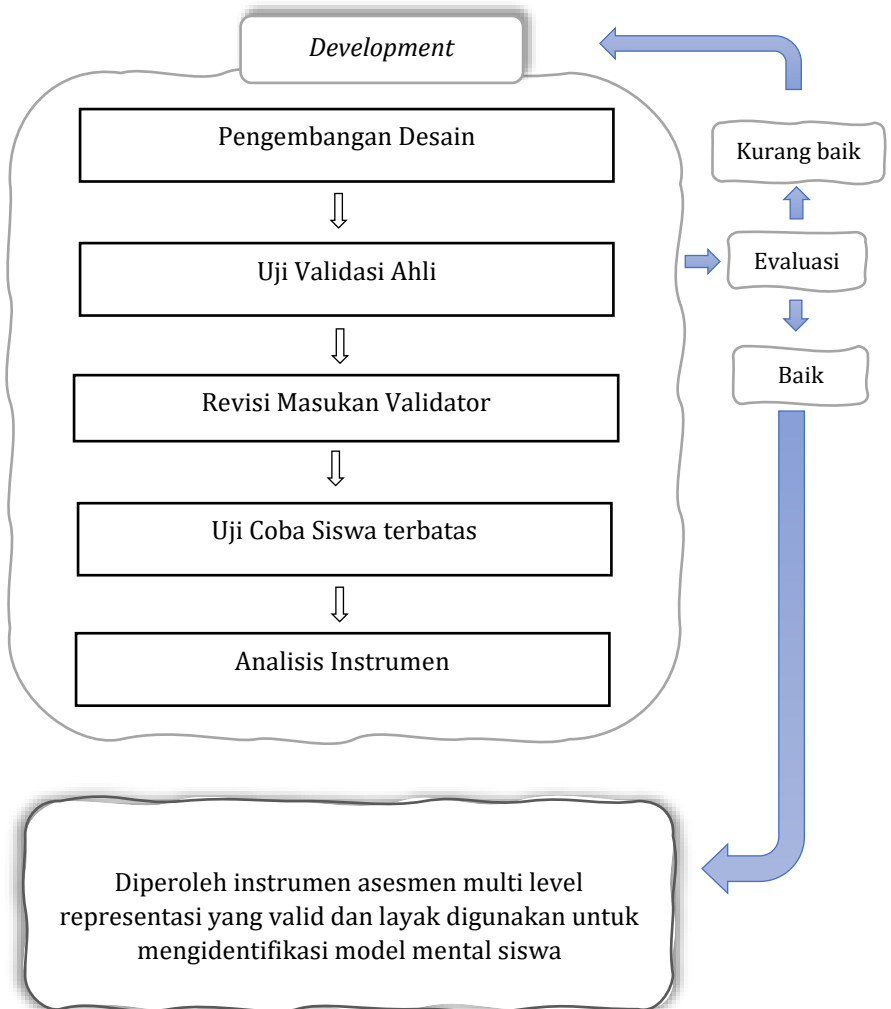
Tahap evaluasi merupakan tahap akhir dalam proses pengembangan yang bertujuan untuk menilai sejauh mana produk yang dikembangkan telah memenuhi tujuan yang ditetapkan. Dalam penelitian ini, evaluasi yang dilakukan bersifat formatif karena penelitian difokuskan pada pengembangan dan uji coba awal instrumen untuk mengidentifikasi model mental siswa. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan instrumen asesmen berbasis multi level representasi pada materi hidrokarbon. Data yang diperoleh dari hasil jawaban siswa kemudian dianalisis dengan pendekatan kualitatif, yaitu melalui pengkodean berdasarkan rubrik model mental pada tiap level representasi (makroskopik, submikroskopik, dan simbolik). Selain itu, analisis kuantitatif dilakukan untuk menilai validitas dan reliabilitas instrumen menggunakan pendekatan Rasch model. Hasil dari tahap ini memberikan informasi mendalam mengenai profil model mental siswa serta kualitas instrumen yang dikembangkan.

C. Desain Uji Coba Produk

1. Desain Uji Coba

Alur pengembangan instrumen asesmen multi level representasi untuk mengidentifikasi model mental siswa pada penelitian *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE dapat dilihat pada **Gambar 3.2**.





**Gambar 3. 2 Alur Model Pengembangan ADDIE
(Branch, 2009)**

2. Subjek Uji Coba

Subjek penelitian didefinisikan sebagai suatu aspek utama dalam penelitian. Subjek dalam penelitian ini adalah siswa kelas XI F2 di MA Matholi'ul Huda Troso. Uji coba ini dilakukan pada 27 siswa. Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah *purposive sampling*, yaitu teknik penentuan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu. Pemilihan kelas XI F2 dilakukan karena kelas tersebut telah mempelajari materi hidrokarbon sesuai dengan kurikulum merdeka, sehingga dianggap relevan dan representatif untuk menguji instrumen asesmen yang dikembangkan.

3. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

1. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan beberapa teknik, diantaranya yakni:

a) Wawancara semi terstruktur

Penelitian ini menggunakan teknik wawancara semi terstruktur, yaitu interaksi langsung antara peneliti dan guru kimia MA Matholi'ul Huda Troso sebagai narasumber. Peneliti menyusun daftar pertanyaan pokok namun tetap memberikan keleluasaan kepada responden untuk menjelaskan jawabannya secara lebih luas. Pendekatan ini dipilih agar informasi yang diperoleh bersifat mendalam namun tetap relevan dengan fokus penelitian. Tujuan wawancara adalah

untuk menggali informasi terkait proses pembelajaran di sekolah, mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi, serta memahami pengalaman mengajar guru.

b) Tes

Teknik tes merupakan himpunan pertanyaan yang harus dijawab atau ditanggapi oleh siswa sebagai bentuk pengukuran terhadap penguasaan konsep yang dimiliki. Tes digunakan untuk mengetahui sejauh mana pemahaman siswa terhadap materi yang telah dipelajari. Menurut Ratnawulan dan Rusdiana (2017), tes adalah suatu alat atau prosedur yang sistematis dan objektif untuk memperoleh data atau keterangan yang diinginkan secara tepat dan cepat. Dalam penelitian ini, teknik tes digunakan untuk mengumpulkan data terkait kemampuan siswa dalam menghubungkan representasi makroskopik, submikroskopik, dan simbolik pada materi hidrokarbon. Data dari hasil tes digunakan untuk mengidentifikasi model mental siswa berdasarkan jawaban mereka terhadap soal asesmen multi level representasi yang telah dikembangkan.

c) Non Tes

Teknik non tes dalam penelitian ini digunakan untuk mengumpulkan data melalui angket validasi instrumen oleh ahli. Angket ini berfungsi untuk memperoleh penilaian terhadap aspek isi, konstruksi, dan bahasa instrumen yang dikembangkan. Teknik non tes mencakup penggunaan angket

sebagai alat bantu untuk menilai kualitas instrumen sebelum digunakan dalam uji coba lebih lanjut (Arikunto, 2013; Widoyoko, 2012). Angket ini berfungsi untuk memperoleh penilaian dan masukan dari validator terhadap kualitas butir-butir instrumen yang dikembangkan, baik pada instrumen tes (soal asesmen multi level representasi) maupun non tes (angket model mental siswa).

d) Dokumentasi

Menurut Sugiyono (2017), dokumentasi merupakan metode pengumpulan data melalui berbagai bentuk informasi tertulis, gambar, angka, arsip, dokumen, maupun laporan yang relevan untuk mendukung pelaksanaan penelitian. Dalam penelitian ini, dokumentasi digunakan untuk mengumpulkan data seperti nilai hasil tes, identitas siswa, serta foto-foto kegiatan selama proses penelitian berlangsung

2. Instrumen pengumpulan data

Instrumen penelitian berperan sebagai sarana untuk menghimpun data, informasi, serta masukan yang diperlukan dalam suatu penelitian. Instrumen yang dirancang secara tepat dan akurat dapat menghasilkan temuan penelitian yang sesuai dengan tujuan yang diharapkan (Sanjaya, 2013). Instrumen penelitian pengembangan yang digunakan untuk mengumpulkan data dalam mengembangkan instrumen asesmen multi level representasi untuk mengidentifikasi model mental siswa sebagai berikut:

a) Pedoman wawancara

Pedoman wawancara merupakan perangkat yang memuat daftar pertanyaan atau pokok-pokok pembicaraan yang digunakan oleh pewawancara dalam proses pengumpulan data. Tujuan dari penggunaan pedoman wawancara adalah untuk memastikan proses wawancara berjalan secara sistematis, terarah, dan tetap fokus pada tujuan penelitian (Widyamoko, 2013). Dalam penelitian ini, pedoman wawancara disusun secara semi terstruktur dan hanya memuat garis besar pertanyaan, sehingga memungkinkan fleksibilitas dalam penggalan informasi. Wawancara dilakukan kepada guru mata pelajaran kimia di MA Matholi'ul Huda Troso dengan tujuan untuk memperoleh informasi awal terkait kondisi pembelajaran kimia di sekolah. Topik yang ditanyakan meliputi jumlah kelas di setiap tingkatan, asesmen yang digunakan oleh guru, respon siswa selama proses pembelajaran, sejauh mana penerapan representasi makro, submikro, dan simbolik (multi level representasi) dalam pembelajaran kimia, serta informasi mengenai mata pelajaran kimia yang menunjukkan hasil ulangan siswa di bawah KKM. Data ini digunakan sebagai dasar dalam tahap analisis kebutuhan untuk pengembangan instrumen asesmen.

b) Instrumen Tes

Instrumen asesmen multi level representasi digunakan sebagai instrumen tes untuk mengidentifikasi model mental

siswa. Uji coba diikuti oleh siswa kelas XI F2 untuk menilai validitas, reliabilitas, dan tingkat kesukaran. Soal yang dinyatakan valid berdasarkan hasil uji coba akan digunakan untuk mengidentifikasi profil model mental siswa.

c) Angket

Penyebaran angket dilakukan pada tahap awal validasi instrumen sebagai bagian dari proses pengembangan soal. Tujuan dari penyebaran angket ini adalah untuk memperoleh masukan, kritik, dan saran guna memperbaiki instrumen yang telah disusun. Angket yang diberikan kepada validator berisi indikator penilaian, skor penilaian, serta kolom khusus untuk memberikan saran dan komentar perbaikan, sebagaimana ditampilkan dalam **Lampiran 8**.

4. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data merupakan langkah penting yang digunakan untuk menilai kualitas dan kelayakan instrumen asesmen yang telah dikembangkan. Salah satu aspek utama dalam analisis ini adalah validitas, yang merujuk pada proses penilaian berkelanjutan untuk memastikan bahwa interpretasi terhadap skor tes benar-benar didukung oleh bukti dan teori, serta sesuai dengan tujuan pengukuran. Selain valid, instrumen juga harus reliabel, artinya mampu memberikan hasil yang konsisten saat digunakan dalam pengukuran berulang. Adapun teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini dijabarkan sebagai berikut:

a) Uji Validitas ahli

Validitas ahli merupakan proses evaluasi yang dilakukan secara rasional oleh pakar yang memiliki kompetensi dalam bidang konten yang dinilai (Wilson et al., 2012). Sebelum instrumen diujicobakan kepada subjek penelitian, terlebih dahulu dilakukan penilaian oleh para ahli untuk memastikan bahwa instrumen tersebut telah memenuhi standar kelayakan. Validitas teoretis pada penelitian ini mencakup tiga aspek utama, yaitu aspek materi, aspek konstruksi, dan aspek bahasa.

Adapun instrumen validasi yang digunakan adalah skala likert yang berisi jawaban dengan skor 1 sampai 4. Kevalidan instrumen soal pada penelitian ini akan diuji menggunakan rumus uji validitas sebagai berikut:

$$Sr = \frac{\text{Total skor validasi oleh validator}}{\text{Total skor maksimal}} \times 100\%$$

Kriteria validitas instrumen dapat diamati pada tabel **Tabel 3.1.**

Tabel 3. 1. Kriteria Validitas Instrumen

Skor	Kategori
76%-100%	Sangat Valid
51%-75%	Valid
26%-50%	Tidak Valid
0%-25%	Sangat Tidak Valid

(Ni'mah, Lestari, & Adawiyah, 2018)

b) Uji Validitas Butir Soal

Uji validitas diperoleh melalui hasil uji coba instrumen terhadap siswa yang akan dievaluasi atau diteliti. Data yang diperoleh akan diolah menggunakan Model Rasch berbantuan *software Ministep*. Uji validitas butir soal digunakan untuk mengetahui kesesuaian setiap item dengan model Rasch untuk memastikan item mengukur konstruk yang sama dengan cara yang konsisten. Validitas suatu butir soal dapat diketahui melalui analisis *item fit*. Kriteria rentang yang dapat diterima dapat dilihat pada **Tabel 3.2**.

Tabel 3. 2. Uji Validitas Model Rasch

Kriteria	Rentang yang diterima
<i>Outfit Mean Square (MNSQ)</i>	$0,5 < \text{MNSQ} < 1,5$
<i>Outfit Z Standard (ZSTD)</i>	$-2 < \text{ZTSD} < +2$
<i>Point Measure Correlation (Pt Measure Corr)</i>	$0,4 < \text{PTMEA CORR} < 0,85$

Sumber : (Sumintono dan Widhiarso, 2015)

Setelah setiap butir soal diuji validitasnya, hasil analisis kemudian dibandingkan dengan kriteria penilaian yang telah ditentukan. Melalui proses ini, dapat diketahui apakah suatu instrumen asesmen tergolong valid atau tidak valid untuk digunakan. Sebuah butir soal dinyatakan valid apabila memenuhi ketiga kriteria utama, yaitu *Outfit Mean Square (MNSQ)*, *Outfit Z-Standard (ZSTD)*, dan *Point Measure*

Correlation (Pt Mean Corr). Namun, jika hanya dua kriteria terpenuhi yakni Outfit MNSQ dan ZSTD maka butir soal masih dapat diterima, dengan nilai Pt Mean Corr tidak menunjukkan angka negatif. Dengan demikian, keputusan terhadap kelayakan butir soal didasarkan pada pemenuhan kriteria statistik yang relevan dalam uji validitas.

c) Uji Reliabilitas

Sebuah alat ukur dinyatakan reliabel apabila mampu memberikan hasil yang konsisten ketika digunakan berulang kali dalam kondisi yang sama (Widi, 2011). Uji reliabilitas bertujuan untuk menilai tingkat konsistensi alat ukur tersebut. Dalam penelitian ini, reliabilitas instrumen dianalisis menggunakan Model Rasch dengan bantuan perangkat lunak *Ministep*.

Hasil *output* dari *Ministep* menyajikan beberapa indikator reliabilitas, antara lain *Person Reliability*, *Item Reliability*, dan nilai *Alpha Cronbach*. *Person Reliability* yaitu mengukur tingkat konsistensi siswa dalam memberikan jawaban terhadap butir soal, sedangkan *Item Reliability* menunjukkan seberapa baik kualitas setiap item tes yang diujikan. Adapun *Alpha Cronbach* disajikan dalam output sebagai ukuran tambahan dari konsistensi internal. Nilai *Alpha Cronbach* dihitung berdasarkan skor mentah (raw score) dan bukan merupakan fokus utama dalam pendekatan Rasch

(Sumintono & Widhiarso, 2015). Oleh karena itu, evaluasi utama terhadap keandalan dan konsistensi instrumen dalam penelitian ini tetap mengacu pada nilai *Item Reliability* dan *Person Reliability* yang dihasilkan dari pemodelan Rasch. Interpretasi nilai uji reliabilitas berdasarkan pada **Tabel 3.3**.

Tabel 3. 3. Kriteria Nilai Person Reliability dan Item Reliability

Rentang	Kriteria Reliabilitas
< 0,67	Lemah
0,67-0,80	Cukup
0,81-0,90	Bagus
0,91-0,94	Bagus sekali
>0,94	Istimewa

Sumber : (Sumintono & Widhiarso, 2015)

d) Tingkat Kesukaran Butir Soal

Penggunaan uji tingkat kesukaran digunakan untuk menilai derajat kesukaran suatu item soal (Sudijono, 2015). Penelitian ini menggunakan model Rasch untuk menguji tingkat kesukaran soal . Uji tingkat kesukaran soal pada model Rasch dikategorikan berdasarkan measure logit dan nilai simpangan baku (SD) logit item dan dibagi menjadi empat kategori yang tertera dalam **Tabel 3.4**.

Tabel 3. 4. Kriteria Tingkat Kesukaran Soal Dengan Model Rasch

Nilai Measure (Logit)	Interpretasi Kesulitan Soal
Measure logit < - SD logit	Sangat Mudah
- SD logit ≤ Measure logit ≤ 0	Mudah
0 ≤ Measure logit ≤ SD logit	Sulit
Measure logit > SD logit	Sangat sulit

Sumber : (Sumintono & Widhiarso, 2015)

e) Analisis Profil model mental siswa

Model mental siswa diidentifikasi menggunakan instrumen asesmen multi level representasi kimia. Proses menganalisis model mental siswa dilakukan dengan melihat kecenderungan tingkat pemahaman dari uraian jawaban yang diberikan siswa terhadap instrumen penelitian (Kurnaz & Eksi, 2015). Rubrik penilaian jawaban siswa berdasarkan tingkat pemahaman ditunjukkan pada **Tabel 3. 5.**

Tabel 3. 5. Rubrik Penilaian Jawaban Siswa

Level pemahaman	Skor	Kriteria
<i>Scientific Understanding</i> (SU)	4	Jawaban berisi semua komponen yang dapat diterima secara ilmiah
<i>Partial Understanding</i> (PU)	3	Jawaban berisi beberapa komponen yang dapat diterima secara ilmiah tetapi beberapa lainnya tidak dapat diterima
<i>Partial Understanding with Alternative Conception</i> (PU-AC)	2	Jawaban menunjukkan konsep yang ilmiah tetapi juga mengandung kekeliruan konsepsi
<i>Alternative Conception</i> (AC)	1	Jawaban tidak sesuai dengan konsep ilmiah dan berisi informasi tidak masuk akal

<i>No Understanding</i> (NU)	0	Tidak menjawab, atau jawaban tidak relevan dengan pertanyaan, atau jawaban tidak jelas
------------------------------	---	--

Menginterpretasi kategori model mental siswa dari hasil tingkat pemahaman siswa menggunakan rubrik evaluasi model mental yang mengacu pada Kurnaz & Eksi (2015), seperti pada **Tabel 3. 6.**

Tabel 3. 6. Rubrik Penentuan Model Mental Siswa

Kategori model mental (MM)	Simbol	Konten	Tingkat pemahaman tiap sub soal		
			a	b	c
<i>Scientific</i> (SC)		Persepsi siswa sesuai dengan pengetahuan ilmiah. Jawaban siswa pada tingkat pemahaman 3 (PU) dan 4 (SU).	4 3	4 3	4 3
<i>Synthetic</i> (SY)		Persepsi siswa sebagian sesuai dan sebagian lagi tidak dengan pengetahuan ilmiah.	Semua memungkinkan		
<i>Initial</i> (IN)		Persepsi siswa tidak sesuai dengan pengetahuan ilmiah. Jawaban siswa pada tingkat pemahaman 0 (NU), 1 (AC) atau 2 (PU-AC).	2 1 0	2 1 0	2 1 0

BAB IV

PEMBAHASAN

A. Hasil Pengembangan Produk Awal

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan tujuan mengembangkan instrumen asesmen multi level representasi siswa yang untuk mengidentifikasi model mental siswa pada materi hidrokarbon. Model pengembangan dalam penelitian yang digunakan yaitu model pengembangan ADDIE yang terdiri dari beberapa tahapan antara lain; *Analysis* (analisis), *Design* (perencanaan), *Development* (pengembangan), *Implementation* (penerapan) dan *Evaluation* (evaluasi). Penelitian ini hanya sampai pada tahap *Development* (pengembangan) dikarenakan keterbatasan biaya dan waktu penelitian. Berikut adalah tahapan pengembangan instrumen asesmen multi level representasi untuk mengidentifikasi model mental siswa :

1) *Analysis* (Analisis)

Tahapan analisis dilakukan untuk mengidentifikasi kondisi aktual dan alasan urgensi dari pengembangan instrumen asesmen multi level representasi untuk mengidentifikasi model mental siswa pada materi hidrokarbon. Berdasarkan studi awal yang dilakukan di MA Matholi'ul Huda Troso, diperoleh beberapa temuan

permasalahan yang dijadikan sebagai dasar analisis kebutuhan. Tabel permasalahan hasil studi pendahuluan di MA Matholi'ul Huda Troso dapat dilihat pada **Tabel 4.1**

Tabel 4. 1 Permasalahan yang Memperkuat Kebutuhan Pengembangan Instrumen Asesmen Multi Level Representasi untuk Model Mental Siswa

Permasalahan	Bukti atau Temuan	Implikasi
Guru belum menggunakan instrumen untuk mengidentifikasi model mental siswa	Hasil studi awal di MA Matholi'ul Huda Troso menunjukkan asesmen masih bersifat konvensional	Diperlukan instrumen yang mampu menggali cara berpikir dan pemahaman konseptual siswa secara mendalam
Asesmen yang ada hanya mengukur hasil belajar kognitif secara umum	Instrumen yang digunakan hanya mengukur aspek hafalan dan pemahaman tanpa melihat cara siswa membangun pengetahuan	Pemahaman mendalam dan proses berpikir siswa tidak terungkap, sehingga sulit mengidentifikasi miskonsepsi
Konsep kimia bersifat abstrak dan memerlukan integrasi tiga level representasi	Kimia melibatkan level makroskopik, submikroskopik, dan simbolik yang saling berhubungan	Diperlukan asesmen yang merepresentasikan ketiga level tersebut untuk menilai kemampuan integratif siswa
Siswa mengalami kesulitan memahami hubungan antar	Hasil wawancara menunjukkan siswa bingung dalam mengaitkan	Instrumen asesmen perlu mengungkap keterkaitan antar representasi untuk

representasi dalam materi hidrokarbon	struktur molekul dengan sifat dan reaktivitas	mengetahui sejauh mana pemahaman terbentuk
Materi hidrokarbon kompleks dan tidak dapat diamati secara langsung	Diperlukan kemampuan berpikir abstrak dan lintas representasi dalam memahami isomer, ikatan, dan reaksi hidrokarbon	Instrumen asesmen berbasis multi level representasi sangat relevan digunakan pada materi yang bersifat abstrak
Tidak ada data mendalam mengenai miskonsepsi siswa pada materi hidrokarbon	Belum tersedia instrumen yang mengarahkan penggalan miskonsepsi secara sistematis	Pengembangan instrumen penting untuk diagnosis pembelajaran dan perencanaan intervensi instruksional yang tepat

Berdasarkan hasil temuan permasalahan di MA Matholi'ul Huda Troso pada tabel yang telah dipaparkan, diketahui bahwa guru belum pernah menggunakan instrumen asesmen yang secara khusus dirancang untuk mengidentifikasi model mental siswa. Instrumen asesmen yang digunakan selama ini masih bersifat konvensional dan lebih menekankan pada pengukuran hasil belajar secara kognitif, tanpa mengevaluasi secara mendalam bagaimana siswa membangun dan mengorganisasi pemahaman konseptualnya.

Pemahaman konsep dalam pembelajaran kimia sangat bergantung pada kemampuan siswa untuk mengintegrasikan

tiga level representasi, yaitu representasi makroskopik (fenomena yang diamati), submikroskopik (partikel dan struktur molekul), serta simbolik (persamaan dan notasi kimia). Multi level representasi merupakan fondasi dalam pengembangan model mental siswa terhadap suatu konsep kimia. Sehingga, dibutuhkan asesmen yang mampu mengungkap integrasi ketiga representasi, agar dapat digunakan untuk mengidentifikasi model mental yang dimiliki oleh siswa.

Pemilihan materi hidrokarbon sebagai fokus pengembangan instrumen didasarkan pada materi hidrokarbon merupakan bagian fundamental dari kimia organik yang kompleks dan bersifat abstrak. Siswa dituntut untuk memahami berbagai bentuk isomer, jenis ikatan, struktur molekul, serta reaktivitas senyawa yang tidak dapat diamati secara langsung, sehingga membutuhkan keterampilan dalam berpikir lintas representasi. Berdasarkan wawancara dengan guru kimia di MA Matholi'ul Huda Troso, ditemukan banyak siswa mengalami kesulitan dalam memahami keterkaitan antara struktur molekul hidrokarbon dengan sifat dan reaksinya. Hal ini menunjukkan adanya miskonsepsi dan pemahaman yang belum utuh, yang tidak dapat teridentifikasi melalui asesmen konvensional.

Berdasarkan alasan yang telah dipaparkan, terdapat kebutuhan nyata adanya instrumen asesmen yang lebih

representatif terhadap proses berpikir siswa, bukan hanya pada hasil akhir belajar siswa. Instrumen yang mampu merepresentasikan level makroskopik, submikroskopik, dan simbolik secara terpadu sangat dibutuhkan untuk mengidentifikasi model mental siswa secara lebih komprehensif. Dengan demikian, pengembangan instrumen ini diharapkan dapat menjadi solusi untuk meningkatkan efektivitas asesmen pembelajaran kimia, khususnya pada materi hidrokarbon. Pengembangan instrumen asesmen multi level representasi untuk mengidentifikasi model mental siswa pada materi hidrokarbon dinilai penting untuk membantu guru dalam mengidentifikasi secara akurat pemahaman dan miskonsepsi siswa, serta sebagai dasar perencanaan pembelajaran yang lebih efektif dan bermakna.

2) *Design* (Perencanaan)

Desain merupakan tahapan perencanaan sistematis pengembangan instrumen asesmen multi level representasi untuk mengidentifikasi model mental siswa pada materi hidrokarbon. Perencanaan pengembangan instrumen difokuskan pada perancangan soal yang mampu mengukur model mental siswa berbasis multi level representasi dalam materi hidrokarbon. Perancangan dilakukan secara sistematis berdasarkan hasil analisis kebutuhan sebelumnya, yang mengindikasikan pentingnya pengembangan asesmen untuk mengukur kemampuan siswa dalam mengintegrasikan

representasi makroskopik, submikroskopik, dan simbolik dalam memahami konsep hidrokarbon.

Instrumen yang dikembangkan berbentuk soal esai terbuka, karena jenis soal esai memungkinkan siswa untuk mengungkapkan secara eksplisit bagaimana siswa membangun pemahaman konseptual, menjelaskan proses berpikir, serta menunjukkan keterkaitan antarrepresentasi. Soal esai dirancang tidak hanya menuntut jawaban akhir, tetapi juga penalaran, penjelasan, dan visualisasi (misalnya melalui gambar struktur senyawa atau skema reaksi) untuk merepresentasikan model mental yang dimiliki siswa. Desain instrumen mengacu pada tiga level representasi dalam pembelajaran kimia, yaitu:

1. Representasi makroskopik, yang mencerminkan fenomena nyata atau observasi eksperimen yang dapat dilihat secara langsung oleh siswa.
2. Representasi submikroskopik, yang berkaitan dengan struktur partikel atau molekul yang tidak dapat diamati langsung, seperti struktur senyawa hidrokarbon, jenis ikatan, dan perubahan molekul selama reaksi.
3. Representasi simbolik, yang berupa notasi kimia, rumus struktur, reaksi kimia, atau perhitungan yang mewakili fenomena makro dan mikro secara formal.

Indikator model mental dikembangkan berdasarkan keterpaduan ketiga level representasi. Setiap butir soal

dirancang untuk menggali cara siswa mengonstruksi pemahaman dari satu representasi ke representasi lainnya. Desain instrumen asesmen multi level representasi untuk mengidentifikasi model mental yaitu berupa pembuatan kisi-kisi soal, naskah soal, kunci jawaban dan pedoman penskoran. Instrumen asesmen yang dikembangkan disesuaikan dengan indikator model mental dan menyesuaikan dengan capaian pembelajaran yang terdapat pada kurikulum.

Desain instrumen asesmen multi level representasi untuk mengidentifikasi model mental yang dikembangkan dapat dilihat pada **Tabel 4.2.** dan **Tabel 4.3** sebagai berikut:

Tabel 4. 2. Rancangan Kisi-Kisi Instrumen Asesmen Model Mental yang Dikembangkan

Indikator Soal	Level Kognitif	No. Soal	Rancangan Soal	Representasi Kimia
Diberikan suatu ilustrasi contoh hidrokarbon dalam kehidupan sehari-hari, siswa diminta menjelaskan tentang hidrokarbon berdasarkan pemahaman terhadap gambar,	C2 (Menjelaskan)	1 (a)	 Amati gambar di samping! Pada gambar di samping merupakan contoh produk yang mengandung hidrokarbon dalam kehidupan sehari hari. Berdasarkan gambar yang	Makroskopik

menuliskan rumus kimia dan nama senyawa pada gambar serta menggambar kan struktur molekul dari suatu senyawa serta mengidentifikasi kasi jenis ikatan dalam molekul hidrokarbon (ikatan tunggal, rangkap dua, atau rangkap tiga).			diberikan, Apa yang dapat kamu simpulkan tentang hidrokarbon? Jelaskan bagaimana produk tersebut digunakan dalam sehari-hari!	
	C2 (Memahami)	1 (b)	Tuliskan rumus kimia dan nama senyawa utama pada gambar yang diberikan!	Simbolik
	C3 (Menerapkan)	1 (c)	Gambarkan struktur molekul senyawa hidrokarbon tersebut menggunakan bola bola atom! Serta jelaskan jenis ikatan yang ada pada molekul (ikatan tunggal, rangkap dua, atau rangkap tiga).	Sub-mikroskopik

Tabel 4. 3. Kunci Jawaban dan Pedoman Penskoran Instrumen Model Mental

No. Soal	No. Butir	Butir Pertanyaan	Deskripsi Jawaban	Kategori Level Pemahaman	Skor
1	a	Berdasarkan gambar produk sehari-hari, jelaskan apa yang dapat kamu simpulkan tentang hidrokarbon dan bagaimana produk itu digunakan!	Menjelaskan bahwa hidrokarbon adalah senyawa hidrogen (H) dan karbon (C). Mengaitkan dengan fungsi produk dalam kehidupan sehari-hari yaitu gas LPG digunakan untuk memasak.	SU	4
			Menyebut fungsi produk dan bahwa itu mengandung karbon atau gas (bahan bakar), tapi tidak menjelaskan hidrokarbon secara ilmiah.	PU	3
			Jawaban sebagian benar, tapi ada miskonsepsi ringan (misal: menyebut hidrokarbon sebagai "gas kimia beracun" tanpa konteks).	PU-AC	2
			Salah paham tentang hidrokarbon; menyebut hanya "benda mudah terbakar" tanpa	AC	1

		menyebut unsur kimia		
		Tidak menjawab atau jawaban kurang relevan	NU	0
b	Tuliskan rumus kimia dan nama senyawa utama pada gambar!	Menuliskan rumus kimia dan nama senyawa dituliskan dengan benar yaitu Propana (C_3H_8) dan Butana (C_4H_{10}).	SU	4
		Menuliskan nama atau rumus benar, tapi tidak lengkap atau tidak konsisten.	PU	3
		Rumus atau nama salah satu benar, lainnya salah atau kurang tepat.	PU-AC	2
		Rumus dan nama tidak sesuai senyawa hidrokarbon.	AC	1
		Tidak menjawab atau menjawab tidak relevan.	NU	0
c	Gambarkan struktur molekul senyawa hidrokarbon tersebut menggunakan model bola-bola atom!	Menggambar struktur molekul (propana dan butana) secara tepat menggunakan simbol bola-bola atom. Menyebut jenis ikatan dengan benar (tunggal/rangkap	SU	4

Jelaskan bagaimana susunan atom-atomnya dan sebutkan jenis ikatan kimia (ikatan tunggal, rangkap dua, atau rangkap tiga) yang terdapat dalam molekul tersebut.	dua/tiga) dan mengaitkannya dengan jenis hidrokarbon		
	Struktur digambarkan dengan benar tetapi penjelasan jenis ikatan kurang lengkap.	PU	3
	Struktur atau ikatan ada yang benar, namun terdapat miskonsepsi (misal: menyebut semua ikatan rangkap dua pada alkana).	PU-AC	2
	Gambar salah atau tidak menunjukkan struktur molekul. Penjelasan tentang ikatan tidak sesuai konsep (misal: menyebut "ikatan magnet" atau tidak membedakan jenis ikatan)	AC	1
	Tidak menjawab	NU	0

Kisi-kisi instrumen disusun berdasarkan capaian pembelajaran, indikator soal, level representasi dan level kognitif. Setiap butir soal dirancang agar dapat menggali pemahaman siswa secara mendalam pada tiga level

representasi yaitu makroskopik, submikroskopik dan simbolik. Kunci Jawaban dan pedoman penskoran disusun secara analitik berdasarkan indikator keterpaduan representasi serta kategori model mental yaitu ilmiah, sintetik dan inisial.

Desain instrumen asesmen multi level representasi untuk mengidentifikasi model mental yang telah disusun dilakukan evaluasi pada tahapannya. Evaluasi bertujuan untuk memastikan bahwa rancangan instrumen yang telah disusun memenuhi kriteria kelayakan isi dan konstruksi. Kisi-kisi, draf soal, kunci jawaban serta pedoman penskoran di evaluasi oleh dosen pembimbing untuk mengidentifikasi potensi kelemahan atau kekurangan dalam desain awal. Berikut hasil evaluasi pada tahap desain atau perencanaan dalam pengembangan instrumen asesmen multi level representasi untuk mengidentifikasi model mental siswa materi hidrokarbon dapat dilihat pada **Tabel 4.4.**

Tabel 4. 4. Hasil Evaluasi Desain Instrumen

Aspek yang direvisi	Deskripsi Masukan	Revisi
Gambar pada Soal No. 1 dan 2	Gambar ilustrasi yang digunakan pada soal nomor 1 dan 2 identik, sehingga dinilai kurang bervariasi dan berpotensi mengurangi stimulus	Gambar pada salah satu soal diganti dengan ilustrasi berbeda yang tetap relevan terhadap materi, agar siswa

	kognitif siswa dalam mengeksplorasi representasi konsep yang berbeda.	terdorong untuk berpikir lintas representasi berdasarkan konteks visual yang bervariasi.
Pedoman Penskoran	Komponen dalam pedoman penskoran direvisi agar selaras dengan variasi jawaban siswa dalam menggambarkan model mentalnya. Setiap indikator penilaian dirancang berdasarkan tingkat pemahaman siswa yang diklasifikasikan ke dalam lima kategori: Scientific Understanding (SU), Partial Understanding (PU), Partial Understanding with Alternative Conception (PU-AC), Alternative Conception (AC), dan No Understanding (NU).	Rubrik penilaian diperjelas dengan deskripsi rinci pada setiap kategori, yang mencerminkan keterpaduan representasi (makroskopik, submikroskopik, simbolik) serta kualitas dan konsistensi pemahaman konsep siswa dalam menjelaskan fenomena kimia.

Hasil dari proses evaluasi pada tahap desain digunakan sebagai dasar untuk melakukan revisi desain sebelum masuk ke tahap pengembangan. Dengan demikian, instrumen yang dikembangkan pada tahap selanjutnya telah melalui proses perancangan yang matang dan berbasis pada kebutuhan riil di lapangan.

3) *Development* (Pengembangan)

Tahap pengembangan merupakan langkah ketiga dalam model ADDIE yang bertujuan untuk merealisasikan rancangan instrumen yang telah disusun pada tahap desain ke dalam bentuk produk awal. Pada tahap ini, butir soal esai, kisi-kisi soal, dan rubrik penskoran yang telah dirancang sebelumnya dikembangkan menjadi instrumen asesmen model mental yang utuh, kemudian melakukan uji coba terbatas kepada siswa untuk memperoleh data empiris yang digunakan dalam pengujian validitas dan reliabilitas instrumen. Tahapan pengembangan terdiri atas tiga bagian utama yaitu validasi ahli, uji coba kelayakan instrumen kepada siswa, dan analisis data hasil uji coba.

a. Validasi ahli

Penyusunan produk awal instrumen asesmen berupa perangkat soal esai yang terdiri dari lima butir soal. Setiap butir soal dirancang memuat tiga pertanyaan turunan yang merepresentasikan keterpaduan tiga level representasi kimia, yaitu makroskopik, submikroskopik, dan simbolik pada materi hidrokarbon. Setiap butir soal disusun berdasarkan capaian pembelajaran pada materi hidrokarbon yang telah dirancang sebelumnya dalam kisi-kisi soal. Instrumen juga dilengkapi dengan petunjuk pengerjaan soal yang jelas dan komunikatif bagi siswa serta rubrik penskoran yang mencakup aspek representasi yang dituntut dalam setiap soal.

Instrumen asesmen yang telah disusun terlebih dahulu melalui proses validasi oleh para ahli (validator). Proses ini termasuk dalam tahap validasi teoretis yang bertujuan untuk menilai kelayakan dan kevalidan instrumen sebelum diterapkan kepada siswa. Instrumen yang dinyatakan valid oleh para validator dinilai layak untuk digunakan dalam uji coba kepada siswa.

Validator dalam pengembangan instrumen ini terdiri dari empat ahli (validator) yaitu dua dosen pendidikan kimia dan dua guru kimia. Proses validasi dilakukan menggunakan lembar validasi yang dirancang untuk menilai kelayakan materi, konstruksi soal, serta kejelasan bahasa soal. **Tabel 4.5.** menyajikan hasil evaluasi instrumen tes yang dilakukan oleh validator.

Tabel 4. 5. Hasil Uji Validitas Ahli Instrumen

Nomor	Skor	Keterangan
1a	90%	Sangat Valid
1b	90%	Sangat Valid
1c	89%	Sangat Valid
2a	90%	Sangat Valid
2b	92%	Sangat Valid
2c	93%	Sangat Valid
3a	92%	Sangat Valid
3b	89%	Sangat Valid
3c	90%	Sangat Valid

4a	91%	Sangat Valid
4b	91%	Sangat Valid
4c	92%	Sangat Valid
5a	90%	Sangat Valid
5b	91%	Sangat Valid
5c	90%	Sangat Valid

Dari **Tabel 4.5** dapat dilihat bahwa seluruh butir soal memperoleh persentase skor validitas antara 89% hingga 93%, yang berada pada kategori sangat valid. Hal ini menunjukkan bahwa secara umum, instrumen tes yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan dari sisi isi, konstruksi, dan bahasa menurut para ahli. Hasil ini memperkuat bahwa instrumen layak untuk digunakan dalam uji coba kepada siswa pada tahap pengambilan data penelitian. Meskipun demikian, peneliti tetap memperhatikan saran-saran tambahan dari validator sebagai dasar untuk penyempurnaan redaksi soal agar lebih komunikatif dan kontekstual.

Sebagai tindak lanjut dari proses validasi, dilakukan perbaikan terhadap butir-butir soal dengan mengacu pada saran dan masukan yang diperoleh dari para validator. Proses revisi ini bertujuan untuk menyempurnakan instrumen agar lebih tepat sasaran, jelas, dan efektif dalam mengidentifikasi

model mental siswa. Rincian catatan perbaikan dari para ahli dapat dilihat pada **Tabel 4. 6.** dan **Tabel 4. 7.**

Tabel 4. 6. Rekapitulasi Revisi Instrumen Asesmen Berdasarkan Masukan Ahli

No. Soal	Masukan dari Ahli	Jenis Perbaikan	Revisi yang dilakukan
Semua	Rumusan capaian pembelajaran perlu disesuaikan secara spesifik dengan indikator soal agar selaras dengan tujuan pengukuran model mental	Substansi	Capaian pembelajaran diselaraskan dengan masing-masing indikator soal untuk memastikan kesesuaian antara tujuan, isi soal, dan rubrik penilaian
1 (a, b, c)	Visualisasi dalam stimulus perlu diperjelas dan disertai dengan anotasi atau keterangan untuk mendukung interpretasi siswa terhadap konteks soal	Penyajian stimulus	Gambar diperjelas dan ditambahkan keterangan teks pada bagian penting untuk mempermudah pemahaman
2 (c)	Pertanyaan pada butir ini sebaiknya tidak mengungkapkan informasi kunci yang dapat mengarahkan atau menjadi jawaban untuk butir soal lainnya	Substansi	Kalimat soal direvisi agar tidak mengandung petunjuk jawaban untuk pertanyaan sebelumnya, sehingga tiap butir tetap mengukur secara independen dan valid

3 (a)	Kalimat soal perlu disesuaikan karena siswa tidak melakukan pengamatan langsung, melainkan menginterpretasi gambar	Redaksional	Frasa “berdasarkan pengamatan Anda” diubah menjadi “berdasarkan gambar berikut” agar sesuai dengan konteks soal dan tidak menimbulkan penafsiran ganda
3 (b)	Struktur soal sebaiknya tidak memuat sub-poin dalam satu butir pertanyaan agar tidak membingungkan siswa dalam menjawab	Redaksional	Kalimat soal direvisi menjadi satu pertanyaan utuh tanpa memuat poin bertingkat, namun tetap mempertahankan keterpaduan representasi yang diukur
4 (a)	Stimulus visual sebaiknya disesuaikan dengan konteks kehidupan sehari-hari agar lebih representatif dan mudah dipahami siswa	Penyajian Stimulus	Gambar pada soal direvisi agar mencerminkan situasi nyata yang familiar bagi siswa, sehingga membantu dalam mengaitkan konsep kimia dengan pengalaman langsung
5 (b)	Pertanyaan pada butir ini sebaiknya tidak memunculkan informasi yang secara tidak langsung	Substansi	Soal 5(b) direvisi agar tidak memberikan petunjuk atau jawaban terhadap soal 4(b), dengan mempertahankan

menjawab atau
mengonfirmasi
jawaban pada soal
sebelumnya (4b)

fokus pada aspek
representasi agar
tetap relevan
secara konseptual

Tabel 4. 7 Rekapitulasi Revisi Kunci Jawaban dan Pedoman Penskoran Instrumen Asesmen Model Mental berdasarkan masukan Ahli

No. Soal	Masukan dari Ahli	Jenis Perbaikan	Revisi yang dilakukan
Semua Soal	Terdapat penulisan ganda pada informasi kunci jawaban dan rubrik penilaian, sehingga terkesan redundan	Substansi & Redaksional	Informasi substansi ideal hanya dicantumkan dalam kunci jawaban. Rubrik penilaian disusun berdasarkan indikator jumlah dan kualitas pemenuhan poin tanpa mengulang uraian isi kunci secara detail
1 (c)	Kunci jawaban belum merepresentasikan level submikroskopik secara eksplisit	Substansi	Kunci jawaban direvisi dengan menggunakan representasi model bola-bola atom untuk menunjukkan struktur partikel pada level submikroskopik

Berdasarkan hasil telaah dan masukan dari para ahli, dilakukan serangkaian revisi terhadap komponen instrumen asesmen, mencakup aspek redaksional, substansi isi soal, kunci jawaban, dan rubrik penilaian. Revisi ini bertujuan untuk memastikan keterpaduan antar level representasi (makroskopik, submikroskopik, dan simbolik), memperjelas instruksi soal, menghindari duplikasi isi pada rubrik dan kunci jawaban, serta menyelaraskan indikator soal dengan capaian pembelajaran. Dengan demikian, produk instrumen yang dihasilkan menjadi lebih representatif, valid secara teoritis, dan siap digunakan dalam proses uji coba lebih lanjut ke siswa.

b. Uji coba kelayakan instrumen kepada siswa

Uji coba kelayakan instrumen kepada siswa dilakukan setelah proses validasi dan revisi instrumen berdasarkan masukan para ahli. Uji coba ini bertujuan untuk mengidentifikasi kelayakan setiap item soal berdasarkan nilai *item fit*, reliabilitas serta tingkat kesukaran instrumen secara keseluruhan. Pelaksanaan uji coba dilakukan terhadap siswa yang telah mendapatkan materi hidrokarbon yaitu kelas XI F-2. Hasil uji coba instrumen digunakan sebagai acuan untuk mengetahui karakteristik setiap butir soal agar dapat digunakan untuk mengidentifikasi model mental siswa secara akurat.

c. Analisis data hasil uji coba kelayakan instrumen

Data hasil uji coba yang berupa skor mentah dianalisis menggunakan Model Rasch dengan bantuan perangkat lunak *Ministep*. Analisis dilakukan berdasarkan jawaban siswa terhadap instrumen asesmen multi level representasi guna mengidentifikasi model mental pada materi hidrokarbon.

a. Uji kesesuaian butir soal (*Item Fit*)

Uji kesesuaian butir soal (*Item Fit*) bertujuan untuk menilai apakah setiap item dalam instrumen telah sesuai dengan Model Rasch, sehingga dapat dipastikan bahwa semua item mengukur konstruk yang sama secara konsisten. Dalam proses ini, terdapat tiga indikator utama yang dijadikan acuan, yaitu: 1) *outfit* MNSQ digunakan untuk mengevaluasi konsistensi respon peserta terhadap tingkat kesulitan item yang diujikan; 2) *outfit* ZSTD dipakai untuk menggambarkan distribusi item berdasarkan tingkat kesulitannya, apakah tergolong mudah atau sulit; 3) *Pt Mean Corr* digunakan untuk mengidentifikasi apakah suatu butir soal membingungkan peserta atau memiliki keterkaitan yang tidak tepat dengan butir lainnya.

Suatu butir soal dikatakan layak jika memenuhi beberapa kriteria kelayakan, yaitu: 1) nilai *outfit* MNSQ berada pada rentang $0,5 < \text{MNSQ} < 1,5$; 2) nilai *outfit* ZSTD berada pada rentang $-2 < \text{ZSTD} < +2$; 3) nilai *Pt Mean Corr* berada pada kisaran $0,4 < \text{Pt Mean Corr} < 0,85$. Hasil analisis kesesuaian butir soal (*Item Fit*) dapat dilihat pada **Gambar 4.1**

INPUT: 27 Person 15 Item REPORTED: 27 Person 15 Item 5 CATS MINISTEP 4.8.2.0

Person: REAL SEP.: 1.50 REL.: .69 ... Item: REAL SEP.: 3.57 REL.: .93

Item STATISTICS: MISFIT ORDER

ENTRY	TOTAL	TOTAL		MODEL	INFIT	OUTFIT	PTMEAS	R-AL	EXACT MATCH				
NUMBER	SCORE	COUNT	MEASURE	S.E.	MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD	CORR.	EXP.	OBS%	EXP%	Item
2	63	27	-.66	.24	1.67	2.33	1.78	2.60	A .37	.41	18.5	43.0	1B
15	28	27	1.28	.25	1.24	.94	1.28	1.05	B .27	.48	44.4	47.6	5C
12	32	27	1.03	.25	1.20	.80	1.18	.74	C .35	.48	51.9	48.4	4C
9	32	27	1.03	.25	1.17	.70	1.16	.66	D .35	.48	40.7	48.4	3C
11	49	27	-.09	.23	1.13	.62	1.11	.52	E .35	.45	40.7	41.6	4B
5	61	27	-.55	.24	1.05	.28	.98	.01	F .54	.41	33.3	42.7	2B
6	25	27	1.48	.26	.94	-.14	.94	-.13	G .21	.48	48.1	46.9	2C
1	86	27	-2.32	.31	.93	-.15	.88	-.34	H .62	.33	63.0	60.0	1A
7	49	27	-.09	.23	.93	-.21	.91	-.32	I .44	.45	33.3	41.6	3A
8	41	27	-.52	.23	.88	-.42	.93	-.20	J .54	.47	44.4	45.4	3B
3	54	27	-.17	.23	.92	-.27	.90	-.35	K .51	.44	40.7	42.3	1C
13	66	27	-.83	.24	.78	-.86	.81	-.69	L .25	.40	44.4	43.3	5A
14	58	27	-.38	.23	.73	-1.17	.76	-.97	M .02	.42	63.0	42.8	5B
10	54	27	-.17	.23	.72	-1.21	.75	-1.04	N .59	.44	48.1	42.3	4A
4	59	27	-.44	.23	.72	-1.20	.72	-1.19	O .60	.42	51.9	42.8	2A
MEAN	50.5	27.0	.00	.24	1.00		1.01	.01			44.4	45.3	
P.50	16.0	.0	.95	.02	.25	.9	.20	.9			10.9	4.6	

Gambar 4. 1 Hasil Uji Validitas

Butir soal yang memenuhi dua dari tiga kriteria kelayakan, yaitu *outfit* MNSQ dan *outfit* ZSTD masih dapat dinyatakan layak. Apabila butir soal tidak memenuhi ketiga kriteria, namun nilai *Pt Mean Corr* tidak negatif, maka perbaikan dapat dilakukan secara redaksional. Namun, jika nilai *Pt Mean Corr* nilainya negatif, maka item tidak konsisten atau tidak sesuai (tidak fit) sehingga perlu dieliminasi

(Wibisono, 2018a). Identitas masing-masing butir soal berdasarkan hasil uji item fit dapat dilihat pada **Tabel 4.8**.

Tabel 4. 8 Hasil uji *Item Fit*

No Soal	Level Representasi	Kode Butir	MNSQ	ZSTD	Pt Measure Corr	Ket.
1	Makroskopik	1A	0,88	-0,34	0,62	Valid
	Submikroskopik	1B	1,78	2,60	0,37	Tidak Valid
	Simbolik	1C	0,90	-0,35	0,51	Valid
2	Makroskopik	2A	0,72	-1,19	0,60	Valid
	Submikroskopik	2B	0,98	0,01	0,54	Valid
	Simbolik	2C	0,94	-0,13	0,21	Valid
3	Makroskopik	3A	0,91	-0,32	0,44	Valid
	Submikroskopik	3B	0,93	-0,20	0,54	Valid
	Simbolik	3C	1,16	0,66	0,75	Valid
4	Makroskopik	4A	0,75	-1,04	0,59	Valid
	Submikroskopik	4B	1,11	0,52	0,35	Valid
	Simbolik	4C	1,18	0,74	0,35	Valid
5	Makroskopik	5A	0,81	-0,69	0,25	Valid
	Submikroskopik	5B	0,76	-0,97	0,02	Valid
	Simbolik	5C	1,28	1,05	0,27	Valid

Berdasarkan hasil uji kesesuaian butir soal yang disajikan pada **Tabel 4.8**, diketahui bahwa dari total 15 butir soal, 14 butir soal memenuhi kriteria MNSQ, ZSTD, Pt Measure Corr dan terdapat satu butir soal (1B) yang tidak memenuhi dua indikator utama (MNSQ = 1,78 dan ZSTD = 2,60), dengan nilai Pt Corr-nya yaitu 0,37 (positif), sehingga dapat dipertimbangkan untuk direvisi secara redaksional. Terdapat beberapa butir dengan nilai Pt Corr di bawah batas ideal (0,40) namun tetap positif. Menurut acuan Wibisono (2018a), butir-butir dengan nilai Pt Corr di bawah batas ideal masih dapat dipertahankan dengan catatan dilakukan perbaikan redaksi atau penyempurnaan konteks soal. Dengan demikian, maka tidak terdapat butir soal yang harus dieliminasi, karena seluruh butir memiliki nilai Pt Corr yang positif, menunjukkan bahwa tidak ada butir yang bertentangan secara arah dengan kemampuan siswa.

b. Reliabilitas instrumen

Uji reliabilitas dilaksanakan guna mengetahui tingkat konsistensi jawaban siswa terhadap setiap butir soal. Hasil uji reliabilitas instrumen dalam penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 4.2.** dan **Gambar 4.3.** yang menampilkan *output*

tables 3.1 Summary Statistic dari analisis menggunakan software Ministep.

	TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFIT		OUTFIT	
					MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
MEAN	15.3	15.0	-2.47	.46	1.00	-.12	.91	.07
SEM	1.3	.0	.26	.01	.11	.27	.12	.17
P.SD	6.4	.0	1.34	.03	.57	1.36	.62	.86
S.SD	6.6	.0	1.36	.03	.58	1.38	.63	.87
MAX.	26.0	15.0	-.36	.51	2.50	3.10	2.47	2.17
MIN.	7.0	15.0	-4.25	.41	.37	-2.26	.33	-1.44
REAL RMSE	.51	TRUE SD	1.24	SEPARATION	2.43	Person RELIABILITY		.85
MODEL RMSE	.46	TRUE SD	1.26	SEPARATION	2.73	Person RELIABILITY		.88
S.E. OF Person MEAN = .26								
Person RAW SCORE-TO-MEASURE CORRELATION = 1.00								
CRONBACH ALPHA (KR-20) Person RAW SCORE "TEST" RELIABILITY = .87 SEM = 2.36								
STANDARDIZED (50 ITEM) RELIABILITY = .96								

Gambar 4. 2 Hasil Uji Person Reliability

	TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFIT		OUTFIT	
					MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD
MEAN	27.5	27.0	.00	.40	.96	-.28	.91	-.18
SEM	4.1	.0	.55	.05	.13	.46	.16	.44
P.SD	15.5	.0	2.07	.20	.50	1.74	.62	1.65
S.SD	16.0	.0	2.14	.21	.52	1.80	.64	1.71
MAX.	54.0	27.0	4.61	1.02	2.11	3.31	2.48	3.48
MIN.	1.0	27.0	-2.81	.26	.35	-2.53	.34	-2.22
REAL RMSE	.46	TRUE SD	2.02	SEPARATION	4.34	Item RELIABILITY	.95	
MODEL RMSE	.45	TRUE SD	2.02	SEPARATION	4.53	Item RELIABILITY	.95	
S.E. OF Item MEAN = .55								

Gambar 4. 3 Hasil Uji Item Reliability

Berdasarkan hasil analisis yang ditampilkan pada **Gambar 4.2** dan **Gambar 4.3**, diperoleh nilai *person reliability* sebesar 0,85 yang menunjukkan bahwa konsistensi dan kemampuan siswa berada dalam kategori baik karena berada pada rentang 0,81–0,90. Nilai *item reliability* sebesar 0,95

termasuk dalam kategori sangat tinggi (istimewa), karena melebihi rentang $>0,94$. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas butir soal sangat baik dan layak digunakan untuk mengidentifikasi model mental siswa pada materi hidrokarbon.

c. Tingkat kesukaran butir soal

Tingkat kesukaran butir soal dianalisis berdasarkan output *Table 13 Item: Measure* pada perangkat lunak *Ministep*. Tabel tersebut menyajikan urutan butir soal dari yang paling sulit hingga yang paling mudah. Hasil analisis tingkat kesukaran disajikan pada **Gambar 4.4**.

ENTRY	TOTAL	TOTAL	MODEL	INPIT	OUTPUT	PTMEASUR-AL	EXACT MATCH						
NUMBER	SCORE	COUNT	MEASURE	S.E.	MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD	CORR.	EXP.	OBS%	EXP%	Item
15	1	27	4.61	1.02	.98	.29	.50	.04	.21	.19	96.3	96.3	I15
10	2	27	3.87	.74	.94	.12	.52	.05	.30	.26	92.6	92.7	I10
6	9	27	1.98	.41	.58	-1.48	.37	-1.37	.72	.51	85.2	73.4	I6
9	14	27	1.25	.36	.43	-2.53	.34	-2.22	.85	.60	85.2	69.3	I9
12	25	27	-.04	.33	.92	-.23	.92	-.21	.67	.67	55.6	57.9	I12
13	25	27	-.04	.33	.74	-1.01	.70	-1.16	.77	.67	77.8	57.9	I13
7	27	27	-.26	.33	2.11	3.31	2.11	3.17	.76	.67	55.6	58.8	I7
8	28	27	-.37	.33	.81	-.70	.80	-.69	.75	.67	70.4	58.9	I8
5	30	27	-.58	.33	.54	-1.96	.59	-1.53	.81	.67	74.1	59.6	I5
4	32	27	-.80	.33	.85	-.47	.83	-.44	.62	.66	77.8	58.9	I4
11	32	27	-.80	.33	1.30	1.06	1.34	1.05	.51	.66	40.7	58.9	I11
14	39	27	-1.53	.32	.35	-2.51	.40	-1.85	.72	.61	81.5	65.3	I14
2	41	27	-1.73	.31	1.33	.97	1.25	.71	.40	.59	55.6	66.2	I2
3	53	27	-2.74	.27	1.95	2.94	2.48	3.48	.58	.58	18.5	57.5	I3
1	54	27	-2.81	.26	.56	-2.01	.52	-1.77	.80	.58	40.7	44.1	I1
MEAN	27.5	27.8	.00	.40	.96	-.3	.91	-.2			67.2	65.1	
P.S.D	15.5	.0	2.07	.20	.50	1.7	.62	1.7			21.3	13.2	

Gambar 4. 4 Hasil Uji Kesulitan Butir Soal

Berdasarkan hasil analisis tingkat kesukaran butir soal yang terdapat pada **Gambar 4.4**, diperoleh nilai Simpangan Baku (SD) sebesar 2,07. Kategori tingkat kesukaran dalam

model Rasch ditentukan berdasarkan nilai *Measure* dan *SD*. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat dua butir soal yang tergolong sangat sukar, yaitu soal nomor 5c dan 4a, karena memiliki nilai *Measure* > *SD*. Kategori sukar mencakup dua butir soal, yakni nomor 2c dan 3c, dengan nilai *Measure* berada dalam rentang $0 \leq \textit{Measure} \leq \textit{SD}$. Sebanyak sembilan butir soal termasuk dalam kategori sedang, yaitu soal nomor 4c, 5a, 3a, 3b, 2b, 4a, 4b, 5b, dan 1b, dengan nilai *Measure* pada rentang $-\textit{SD} \leq \textit{Measure} \leq 0$. Adapun dua butir soal lainnya, yaitu nomor 1c dan 1a, tergolong mudah karena memiliki nilai *Measure* < -*SD*.

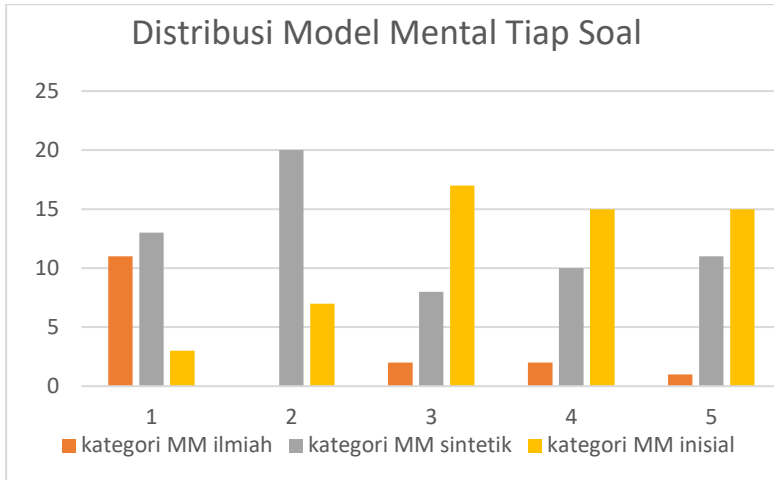
B. Hasil Uji Coba Produk

Uji coba produk instrumen asesmen multi level representasi untuk mengidentifikasi model mental siswa pada materi hidrokarbon dilakukan sebagai bagian dari tahapan pengembangan dalam penelitian ini. Tujuan uji coba adalah untuk mengevaluasi keterpakaian, kejelasan, dan efektivitas instrumen dalam mengidentifikasi model mental siswa secara komprehensif. Uji coba dilaksanakan di MA Matholi'ul Huda Troso pada kelas XI F-2 dengan jumlah peserta sebanyak 27 siswa.

Instrumen asesmen yang diujicobakan terdiri dari lima soal utama yang masing-masing dirancang untuk mengukur model mental siswa berdasarkan tiga level representasi kimia, yaitu makroskopik (a), submikroskopik (b), dan simbolik (c).

Dengan demikian, setiap soal terdiri atas tiga butir pertanyaan, sehingga secara keseluruhan terdapat 15 butir soal yang diujikan kepada siswa. Setiap butir soal bertujuan mengungkap kemampuan siswa dalam mengintegrasikan ketiga level representasi dalam memahami konsep-konsep hidrokarbon secara ilmiah. Hasil uji coba digunakan sebagai dasar untuk menilai efektivitas instrumen dalam mengidentifikasi model mental siswa, serta untuk memperbaiki dan menyempurnakan instrumen sebelum digunakan secara lebih luas.

Penentuan model mental mahasiswa didasarkan pada tingkat pemahaman mahasiswa terhadap tiga level representasi. Tingkat pemahaman tersebut dirumuskan oleh Kurnaz dan Eksi (2015) meliputi *Sound Uderstanding*, *Partial Understading*, *Partial Understanding with Alternative Concepttion*, *Alternative Conception*, dan *No Understanding*. Kelima kategori ini selanjutnya dijadikan dasar untuk menentukan model mental siswa. Adapun matriks model mental mahasiswa calon guru kimia disajikan dalam **Lampiran 16**. Adapun persebaran model mental pada setiap soal disajikan pada **Gambar 4. 7**.



Gambar 4. 5 Hasil analisis distribusi model mental tiap soal

Berdasarkan pada grafik hasil analisis distribusi model mental tiap butir soal memperlihatkan bahwa soal nomor 1 memiliki jumlah tertinggi dalam kategori model mental ilmiah, yaitu sebanyak 11 siswa. Kategori sintetik sebanyak 13 siswa dan 3 siswa berada pada kategori inisial. Hal ini menunjukkan bahwa representasi dalam soal nomor 1 cenderung lebih mudah dipahami siswa dan mampu mendorong terbentuknya model mental yang lebih mendekati konsepsi ilmiah. Soal ini dapat dikategorikan sebagai soal dengan kualitas baik dalam mengidentifikasi model mental ilmiah.

Soal nomor 2 cenderung menampilkan dominasi kategori sintetik (20 siswa), dan sisanya pada kategori inisial (7 siswa) tanpa adanya siswa yang mencapai kategori ilmiah.

Hal ini menunjukkan bahwa siswa mulai memiliki kerangka awal pemahaman, tetapi kemampuan siswa dalam membangun pengetahuan ilmiah masih belum optimal pada konteks yang diangkat dalam soal nomor 2. Soal ini memunculkan kebutuhan untuk perbaikan instruksional pada aspek representasi simbolik dan submikroskopik.

Distribusi jawaban soal nomor 3 menunjukkan bahwa sebagian besar siswa berada pada kategori inisial (17 siswa), sementara hanya 2 siswa mencapai kategori ilmiah. Hal ini mengindikasikan bahwa konsep yang diangkat dalam soal nomor 3, seperti reaksi pembakaran dan warna api, masih menjadi sumber miskonsepsi. Representasi simbolik dan submikroskopik yang dimuat dalam soal nomor 3 belum dipahami dengan baik oleh siswa.

Soal nomor 4 sebanyak 15 siswa menunjukkan model mental inisial, sementara hanya 2 siswa mencapai kategori ilmiah. Soal nomor 4 menguji pemahaman siswa tentang kelarutan zat (bensin dan air), yang meskipun bersifat makroskopik dan visual, tetap menuntut pemahaman submikroskopik mengenai polaritas dan interaksi antarmolekul. Dominasi kategori inisial menandakan bahwa pemahaman konseptual siswa terhadap fenomena ini masih rendah.

Distribusi pada soal nomor 5 serupa dengan soal 4, dengan 15 siswa berada pada kategori inisial, 11 siswa

sintetik, dan hanya 1 siswa yang menunjukkan model mental ilmiah. Soal ini didesain sebagai soal integratif yang melibatkan ketiga level representasi. Kompleksitas soal yang tinggi menunjukkan bahwa integrasi level representasi dalam satu konteks belum sepenuhnya dipahami oleh sebagian besar siswa.

Dari kelima soal yang diujikan, hanya soal nomor 1 yang menunjukkan dominasi model mental ilmiah. Soal nomor 2 cenderung menampilkan dominasi kategori Inisial, yang mengindikasikan siswa sudah memiliki kerangka awal pemahaman tetapi siswa belum optimal membangun pengetahuan ilmiah. Soal nomor 3, 4, dan 5 cenderung menghasilkan jawaban siswa dengan model mental inisial, mengindikasikan adanya miskonsepsi atau kurangnya pemahaman mendalam terhadap konsep-konsep yang diujikan, terutama pada representasi simbolik dan submikroskopik. Dengan demikian, diperlukan adanya perbaikan pembelajaran yang difokuskan pada peningkatan kemampuan siswa dalam memahami dan mengintegrasikan representasi kimia, khususnya yang bersifat abstrak dan non-visual.

Berdasarkan hasil uji coba, instrumen asesmen multi level representasi yang dikembangkan terbukti mampu mengidentifikasi model mental siswa secara komprehensif. Instrumen asesmen multi level representasi yang

dikembangkan memberikan informasi mengenai tingkat pemahaman siswa terhadap konsep hidrokarbon, dan memetakan representasi yang dikuasai dan yang tidak dikuasai oleh siswa. Instrumen asesmen multi level representasi yang dikembangkan dapat mengungkap jenis-jenis miskonsepsi yang muncul pada tiap level representasi. Temuan ini menguatkan bahwa instrumen yang dikembangkan memiliki potensi yang tinggi untuk digunakan sebagai alat asesmen formatif maupun diagnostik dalam pembelajaran kimia berbasis representasi.

C. Revisi Produk

Revisi instrumen asesmen multi level representasi untuk mengidentifikasi model mental siswa dilaksanakan berdasarkan saran dan masukan dari para ahli instrumen (validator). Revisi yang dilakukan mencakup penyempurnaan butir soal serta perbaikan aspek lainnya yang dianggap kurang tepat.

Perbaikan dilakukan dengan mengganti butir soal yang kurang relevan supaya lebih sesuai, guna meningkatkan kualitas instrumen. Rekapitulasi hasil perbaikan soal disajikan secara lengkap pada **Lampiran 17**. Sedangkan rincian perubahan soal ditunjukkan pada **Tabel 4.9**.

Tabel 4. 9. Rekapitulasi Hasil Perbaikan Soal

No. Soal	Sebelum revisi	Sesudah Revisi
1 (a,b,c)	 Amati gambar di samping! Pada gambar disamping merupakan contoh produk yang mengandung hidrokarbon dalam kehidupan sehari-hari. a. Berdasarkan gambar yang diberikan, Apa yang dapat kamu simpulkan tentang hidrokarbon? Jelaskan bagaimana produk tersebut digunakan dalam sehari-hari b. Tuliskan rumus kimia dan nama senyawa dari salah satu produk senyawa hidrokarbon pada gambar yang diberikan! c. Gambarkan struktur molekul senyawa hidrokarbon tersebut secara sederhana. Jelaskan jenis ikatan yang ada pada molekul (ikatan tunggal, rangkap dua, atau rangkap tiga).	 Amati gambar di samping! Pada gambar di samping contoh yang merupakan produk mengandung hidrokarbon dalam kehidupan sehari-hari. a. Berdasarkan gambar yang diberikan, Apa yang dapat kamu simpulkan tentang hidrokarbon? Jelaskan bagaimana produk tersebut digunakan dalam sehari-hari! b. Tuliskan rumus kimia dan nama senyawa utama pada gambar yang diberikan! c. Gambarkan struktur molekul senyawa hidrokarbon tersebut menggunakan model bola-bola atom! Jelaskan bagaimana susunan atom-atomnya dan sebutkan jenis ikatan kimia (ikatan tunggal, rangkap

dua, atau rangkap
tiga) yang terdapat
dalam molekul
tersebut!

Perbaikan pedoman penskoran dan kunci jawaban dilakukan guna menyempurnakan kesesuaian antara butir soal, representasi yang diukur, serta kategori tingkat pemahaman siswa. Hasil rekapitulasi perbaikan pedoman penskoran dan kunci jawaban instrumen asesmen multi level representasi ditunjukkan pada **Lampiran 18**.

D. Keterbatasan Penelitian

Penelitian pengembangan ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam menafsirkan hasil dan penerapannya di lapangan. Pertama, fokus analisis yang masih terbatas pada tingkat butir soal, sehingga belum mampu menggambarkan profil model mental setiap siswa secara menyeluruh. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan lebih lanjut terhadap butir soal maupun rubrik penilaian agar instrumen dapat mengidentifikasi model mental secara lebih mendalam dan individual pada masing-masing siswa. Kedua, proses penelitian hanya dilaksanakan hingga tahap *development* (pengembangan) serta belum mencapai tahap implementasi secara luas. Ketiga, uji coba instrumen dilakukan pada lingkup terbatas, yaitu di satu sekolah, yang bertempat di MA Matholi'ul Huda Troso dengan jumlah responden yang relatif kecil yaitu 27 orang, sehingga generalisasi hasil belum dapat dilakukan secara luas.

Keempat, identifikasi model mental siswa hanya dilakukan berdasarkan analisis terhadap jawaban tertulis, tanpa dilengkapi wawancara mendalam atau observasi proses berpikir yang lebih komprehensif. Kelima, instrumen yang telah dikembangkan berdasarkan tiga level representasi kimia (makroskopik, simbolik, dan submikroskopik), masih terdapat tantangan dalam menyusun soal yang secara seimbang dan eksplisit merepresentasikan level

submikroskopik, terutama dalam bentuk visual atau model partikel. Keterbatasan ini dapat dijadikan acuan serta bahan pertimbangan guna pengembangan penelitian lanjutan yang lebih mendalam dan menyeluruh, serta memperkaya pendekatan analisis model mental siswa dengan triangulasi data. Meskipun demikian, hasil instrumen asesmen multi level representasi yang dikembangkan mampu mengidentifikasi model mental siswa pada materi hidrokarbon serta instrumen tes yang telah dikembangkan dinyatakan telah memenuhi kriteria validitas serta kelayakan untuk digunakan.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan tentang Produk

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa instrumen asesmen multi level representasi untuk mengidentifikasi model mental siswa yang dikembangkan, antara lain:

1. Berdasarkan hasil analisis validasi isi, seluruh butir soal memperoleh persentase skor validitas antara 89% hingga 93%, yang berada pada kategori sangat valid. Hal ini menunjukkan bahwa instrumen tes yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan menurut para ahli untuk digunakan dalam uji coba kepada siswa pada tahap pengambilan data penelitian. Analisis Model Rasch melalui *software Ministep* menunjukkan bahwa instrumen valid secara empiris dengan rata-rata nilai *outfit* MNSQ sebesar 0,91 dan *outfit* ZSTD sebesar -0,2, yang berada dalam batas statistik yang dapat diterima. Dengan nilai item reliability 0,95, nilai *person reliability* sebesar 0,85, instrumen dinyatakan reliabel dan berkualitas baik untuk mengukur model mental siswa.

2. Model mental siswa yang diukur menggunakan instrumen asesmen multi level representasi menunjukkan variasi pemahaman yang dianalisis berdasarkan masing-masing butir soal. Hasil analisis menunjukkan dominasi kategori *Initial* dan *Synthetic*, dengan capaian *Scientific Understanding* masih terbatas pada beberapa soal. Instrumen ini efektif dalam mengidentifikasi kecenderungan model mental siswa per soal, namun belum menggambarkan model mental secara individu sehingga diperlukan penyempurnaan instrumen atau rubrik untuk analisis lebih mendalam.

B. Saran Pemanfaatan Produk

Instrumen asesmen multi level representasi untuk mengidentifikasi model mental siswa pada materi hidrokarbon yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan dalam berbagai konteks pembelajaran diantaranya adalah evaluasi pembelajaran. Adapun saran pemanfaatan produk instrumen ini adalah sebagai berikut:

1. Instrumen ini dapat digunakan oleh guru untuk mengidentifikasi model mental awal siswa terhadap konsep hidrokarbon, sehingga guru dapat

mengetahui tingkat pemahaman dan miskonsepsi siswa sebelum memulai proses pembelajaran.

2. Instrumen ini dapat digunakan untuk menilai perkembangan kemampuan siswa dalam memahami materi pada level makroskopik, level simbolik, dan level submikroskopik. Hasil asesmen ini dapat digunakan untuk menyesuaikan strategi pembelajaran yang lebih selaras dengan kebutuhan siswa.
3. Rancangan dan struktur instrumen ini dapat diadaptasi dan dikembangkan lebih lanjut untuk digunakan pada topik lain dalam kimia sehingga dapat memperluas penerapan asesmen representasi secara lebih luas dalam pembelajaran sains.
4. Instrumen ini dapat dijadikan dasar dalam penelitian lanjutan, seperti pengembangan media pembelajaran berbasis model mental, pelatihan guru dalam menyusun asesmen berbasis representasi, atau integrasi asesmen representasi dalam kurikulum merdeka.

C. Diseminasi dan Pengembangan Produk Lanjut

Instrumen asesmen multi level representasi dikembangkan untuk mengidentifikasi model mental siswa pada materi hidrokarbon. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai instrumen asesmen yang mampu mengungkap model mental siswa secara lebih komprehensif. Pengembangan produk lanjut dapat dilakukan dengan memperluas cakupan materi ke topik-topik lain dalam kimia, seperti asam basa atau kesetimbangan kimia. Selain itu, pengembangan juga dapat diarahkan pada digitalisasi instrumen dalam bentuk aplikasi berbasis web atau mobile untuk memudahkan penggunaan dan analisis hasil secara otomatis. Pengujian validitas dan reliabilitas produk pada populasi yang lebih luas dan beragam juga menjadi langkah penting dalam mengembangkan produk ini agar semakin kuat secara empiris dan aplikatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Adbo, K., & Taber, K. S. 2009. Learners' Mental Models of the Particle Nature of Matter: A Study of 16-year-old Swedish Science Students. *International Journal of Science Education*. 31(6), 757-786.
- Alfitrah, R., Hartatiana, H., & Pratiwi, R. Y. 2021. Adobe Flash Proffesional Berbasis Multipel Representasi Pada Materi Kimia Larutan. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, 5(1), 67-80.
- Arikunto, S. 2013. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Revisi ed. Jakarta: Rineka Cipta.
- Astuti, I. D. & Mulyatun. 2019. Efektivitas Penggunaan Multimedia Pembelajaran Berbasis Multi Level Representasi (MLR) Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik pada Materi Sistem Koloid Kelas XI MAN Kendal. *Journal of Educational Chemistry (JEC)*. 1(2), 82-91
- Atikah, A., Habiddin, H., Nazriati, N., Rahayu, S., & Dasna, I. W. 2023. A Systematic Literature Review: Model Mental pada Konsep-Konsep Kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 17(2), 106-115.
- Branch, R. M. 2009. *Instructional Design-The ADDIE Approach*. New York: Springer.
- Chittleborough, G. 2004. *The role of teaching models and chemical representations in developing students' mental models of chemical phenomena* (Doctoral dissertation, Curtin University).
- Chittleborough, G. and Treagust, D.F., 2008. Using multimedia to visualize the molecular world: Educational implications. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 27(4), pp.415-436.
- Chittleborough, G. and Treagust, D.F., 2008. Correct understanding of chemical representations using multimedia: Part 1, external representations.

- Chemistry Education Research and Practice*, 9(2), pp.113–122.
- Coll, R. K. and Treagust, D. F. 2003. Investigation of secondary school, undergraduate, and graduate learners' mental models of ionic bonding. *Journal of Research in Science Teaching*. 40(5), pp. 464– 486.
- Dabutar, J. 2007. Strategi Pembelajaran Quantum Teaching dan Quantum Learning. <http://researchengines.com/jelarwindabutar3-07.html>. Diakses pada 26 Juni 2024.
- Dewi, K. M., Suja, I. W., & Sastrawidana, I. D. K. 2018. Model Mental Siswa Tentang Termokimia. *Jurnal Pendidikan Kimia Undiksha*, 2(2), 45-52.
- Dick, W., & Carey, J.O. 1996. *The Systematic Design of Instruction*. Florida.
- Fatmaryanti, S. D., & Sarwanto, S. 2015. Profil kemampuan representasi mahasiswa pendidikan fisika universitas muhammadiyah purworejo. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Keilmuan (JPFK)*, 1(1), 20-22.
- Genes, A. J., Lukum, A., & Laliyo, L. A. 2021. Identifikasi kesulitan pemahaman konsep larutan penyangga siswa di gorontalo. *Jambura Journal of Educational Chemistry*, 3(2), 61-65.
- Guci, S. R. F., Zainul, R., & Azhar, M. 2018. Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Tiga Level Representasi Menggunakan Prezi Pada Materi Hidrokarbon Kelas XI SMA/MA.
- Ghufron, A. 2007. *Panduan Penelitian dan Pengembangan Bidang Pendidikan dan Pembelajaran*. Yogyakarta: Lembaga Penelitian UNY.
- Gregory, R.J. 2007. *Psychological testing: history, principles, and applications*. Boston: Pearson.
- Halizah, W., & Azra, F. 2023. Pengembangan Instrumen Tes Diagnostik Four-tier untuk Mengidentifikasi Model Mental Siswa pada Materi larutan penyangga. *Entalpi Pendidikan Kimia*, 4(4), 1-11.

- Hamid, Rimbo. 2016. Model Mental Siswa Sekolah Dasar Tentang Listrik Statis. *Jurnal Pengajaran MIPA Vol. 21 No. 1*. Universitas Halu Oleo. hlm. 24
- Handayanti, Yuli. 2015. Analisis Profil Model Mental Siswa SMA pada Materi Laju Reaksi. *JPPi Vol. 1 No. 1 e-ISSN. 2477-2038*. Universitas Pendidikan Indonesia. hlm 109.
- Hermawan, A. 2018. Pengembangan Instrumen Asesmen Berpikir Kritis pada Pembelajaran Tematik Kelas IV Sekolah Dasar di Kecamatan Tumijajar. *Journal of Chemical Information and Modeling*.
- Intisavira, T. 2022. *Pengembangan Instrumen Identifikasi Model Mental Siswa Sekolah Menengah Atas Pada Materi Suhu Dan Kalor Dengan Menggunakan Analisis Rasch*. Doctoral dissertation. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Irfandi, M. 2015. *Pengembangan Pembelajaran*. Medan: Univesitas Negeri Medan.
- Irwansyah, F. S., I. Ramdani, dan I. Farida. 2017. The development of an Augmented Reality (AR) technology-based learning media in metal structure concept. in *Ideas for 21st Century Education*.
- Jansoon, N., Cooll, R. K., & Somsook, E. 2009. Understanding Mental Models of Dilution in Thai Students. *International Journal of Environmental and Science Education*. 4(2): 147–168.
- Gilbert, John Kakonge & Treagust, David. 2009. Multiple Representations in Chemical Education. 10.1007/978-1-4020-8872-8.
- Johnstone, A.H.1991. Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), pp.75–83.
- Johnstone, A. H. 2006. Chemical education research in Glasgow in perspective. *Chemistry Education Research and Practice*. 7(2), hlm. 49-63.
- Katmiati, S., & Rahmi, C. 2021. Tes Diagnostik Prediksi-Observasi-Eksplanasi (POE) Reaksi Kimia Untuk

- Menggali Model Mental Siswa. *Jurnal Zarah*. 9(2), 97-104.
- Khadijah, K., & Amelia, N. 2020. Asesmen perkembangan kognitif anak usia 5- 6 tahun. Al-Athfaal: *Jurnal Ilmiah Pendidikan Anak Usia Dini*. 3(1), 69- 82.
- Khodriah, Fiud. 2016. Analisis Mental Model Siswa Menggunakan Open Ended Drawing pada Materi Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit. *Jurnal RISENOLOGI KPM UNJ*. Vol. 1 No. 2. Universitas Negeri Jakarta. hlm. 84.
- Korhasan, N. D., & Wang, L. 2016. Students' mental models of atomic spectra. *Chemistry Education Research and Practice*. 17(4), 743-755.
- Kumaidi. 2014. Validitas dan pemvalidasian instrumen penilaian karakter. Makalah disampaikan dalam Seminar Nasional Pengembangan Instrumen Penilaian Pendidikan Karakter yang valid, diselenggarakan Fakultas Psikologi, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Kurnaz, A., M., & Eksi, C. 2015. An analysis of high school students' mental models of solid friction in physics. *Kuram ve Uygulamada Egitim Bilimleri*, 15(3), 787-795
- Kurnia, D. 2019. *Pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis ADDIE*. Bandung: CV Alfabeta.
- Kurniawan, D. 2020. *Assesment Learning (AFL) dalam Pendidikan Matematika*. Yogyakarta: CV Budi Utama
- Langitasari, I. 2016. Analisis Kemampuan Awal Multi Level Representasi Mahasiswa Tingkat I pada Konsep Reaksi Redoks. *EduChemia*. 1 (1) : 14-24.
- Madroup. 2023. *Identifikasi Model Mental Calon Guru Kimia pada Materi Ikatan Kimia*. Skripsi. Jakarta : Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Magdalena, I. 2023. *Evaluasi Pembelajaran Sekolah Dasar*. CV Jejak (Jejak Publisher).
- Marfu'a, S., dan Astuti, R. T. 2022. *Analisis Kesulitan Belajar Siswa Dalam Memahami Materi Keseimbangan Kimia*.

- In Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Kimia. 1(1):297-307.
- Muzdalifah, W. M., & Fakhruddin, F. 2015. Efektivitas Penerapan Pembelajaran Fisika Berbasis Multirepresentasi untuk Melatih Keterampilan Proses Sains Fisika Siswa Man 1 Pekanbaru. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan*. 2(1), 1-15
- Nasution, S. W. 2022. *Asesment kurikulum merdeka belajar di sekolah dasar*. Prosiding Pendidikan Dasar. 1(1):135-142.
- Ni'mah, S., Lestari, N. C., & Adawiyah, R. 2018. Pengembangan dan Uji Validitas Perangkat Pembelajaran SMA Berbasis Kurikulum 2013 pada Konsep Sistem Pencernaan. *Jurnal Pendidikan Hayati*.
- Novika, Resti. 2020. *Pengembangan Instrumen Tes Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi SMA pada Materi Suhu Dan Kalor*, FKIP Universitas Lampung: Bandar Lampung.
- Nurhayana, N., Lukum, A., & Rumape, O. 2017. Deskripsi Model Mental Siswa pada Konsep Asam Basa di Kelas XII SMAN 3 Gorontalo. *Jambura Journal of Educational Chemistry*, 12(2), 141-148.
- Pikoli, M., Sukertini, K., & Isa, I. 2022. Analisis Model Mental Siswa dalam Mentransformasikan Konsep Laju Reaksi Melalui Multipel Representasi. *Jambura Journal of Educational Chemistry*, 4(1), 8-12.
- Poerwanti, E. 2015. Konsep dasar asesmen pembelajaran. *PT. Remaja Rosdakarya*. 4 (12).
- Prasetyo, Zuhdan K. 2014. *Hakikat Ilmu Pengetahuan Alam*. Jakarta : UNJ
- Qodriyah, N. R. L., Rokhim, D. A., Widarti, H. R., & Habiddin, H. 2020. Identifikasi miskonsepsi siswa kelas XI SMA Negeri 4 Malang pada materi hidrokarbon menggunakan instrumen diagnostik three tier. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 14(2), 2642-2651.

- Rakhmalinda, F. 2017. *Identifikasi Model Mental Berdasarkan Tiga Level Representasi pada Materi Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit*. Skripsi. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Ratnawulan, E. and Rusdiana, H.A., 2017. *Evaluasi Pembelajaran*. Bandung: CV Alfabeta.
- Republik Indonesia. Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2002 tentang Sistem Nasional Penelitian, Pengembangan dan Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi.
- Rico, A. E., & Fitriza, Z. 2021. Deskripsi Miskonsepsi Siswa pada Materi Senyawa Hidrokarbon: Studi Literatur. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(4), 1495-1502.
- Sanjaya, W. 2013. *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta: Kencana.
- Sariati, N. K., Suardana, I. N., & Wiratini, N. M. 2020. Analisis kesulitan belajar kimia siswa kelas XI pada materi Hidrokarbon. *Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Pembelajaran*, 4(1), 86-97.
- Sendur G., Toprak M., Pekmez E.S. 2010. Analyzing of Student's Misconceptions about Chemical Equilibrium. *Paper on International Conference on New Trends in Education and Their Implications*.
- Siregar, E. A. 2020. *Analisis Model Mental Siswa Menggunakan Media Pembelajaran Berbasis Macromedia Flash Pada Materi Bentuk Molekul*. (Doctoral Dissertation, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau).
- Siswandani, Septio. 2015. *Penerapan Penilaian Berdasarkan Standar Penilaian Pendidikan (Permendikbud Nomor 66 Tahun 2013) di kelas IV SDN Junrejo 02 Kota Batu*. Malang: Universitas Of Muhammadiyah.
- Sodanango, P. Y., Munzil, M., & Sumari, S. 2021. Analisis Model Mental Siswa SMA dalam Memahami Konsep Laju Reaksi. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 6(10), 1543-1550.
- Soraya, A. 2020. *Profil Model Mental Siswa pada Konsep Pengaruh Konsentrasi dan Suhu terhadap Laju Reaksi dengan Menggunakan Tes Diagnostik Model Mental*

- Interview About Event* (Doctoral dissertation, Universitas Pendidikan Indonesia).
- Subali. 2012. *Prinsip & Evaluasi Pembelajaran*. Yogyakarta: UNY Press.
- Sudjana. 1986. *Metode Statistika*. Tarsito : Bandung
- Sudjana, N. 2014. *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Rosdikarya.
- Sudjana, N. 2016. *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Rosdikarya.
- Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian & Pengembangan Research and Development*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono 2016. *metode penelitian kuantitatif, kualitatif dan R&D*. cet 23. Bandung: alfabet.
- Sugiyono, 2017. *Metode penelitian pendidikan: Pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sumintono, B dan Widhiarso, W. 2015. *Aplikasi Pemodelan Rasch pada Penilaian Pendidikan*. Cimahi: Trim Komunikata Publishing House.
- Sunyono. 2015. *Model Pembelajaran Multipel Representasi*. Yogyakarta: Media Akademi.
- Suparwati, N. M. A. 2022. Analisis reduksi miskonsepsi kimia dengan pendekatan multi level representasi: Systematic literature review. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 12(2), 341-348.
- Suparwati, N. M. A., Suja, I. W., & Tika, I. N. 2023. E-LKPD kimia berbasis STEM dengan muatan etnosains untuk meningkatkan model mental kimia pada materi laju reaksi. *Jurnal Pendidikan Kimia Undiksha*, 7(1).
- Talanquer, Vicente. 2011. Macro, Submicro, and Symbolic: The many faces of the chemistry “triplet”. *International Journal of Science Educatio*. 33(2),179–195.
- Thiagarajan, S. Semmel, DS. Semmel, M. 1974. *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children*. A Source Book. Indiana: Indiana University
- Wibisono, A., 2018a. *Evaluasi pembelajaran: Konsep, prinsip, dan aplikasinya*. Jakarta: Bumi Aksara.

- Widi, A., 2011. *Pengantar evaluasi pendidikan*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Widoyoko, E.P. (2012) *Evaluasi Program Pembelajaran*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Widyamoko, D., 2013. *Teknik Menyusun Instrumen Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Widoyoko, E.P. 2012. *Evaluasi Program Pembelajaran*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Wilson, A. E., Buehler, R., Lawford, H., Schmidt, C., & Yong, A. G. 2012. Basking in projected glory: The role of subjective temporal distance in future self-appraisal. *European Journal of Social Psychology*.42(3), 342–353.
- Wijayanti, A. 2014. Pengembangan *Autentic Assesment* Berbasis Proyek dengan Pendekatan Saintifik untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Ilmiah Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, Vol. 3, No. 2, h. 102–8.
- Yoni, A. A. S., Suja, I. W., & Karyasa, I. W. 2018. Profil model mental siswa sma kelas x tentang konsep-konsep dasar kimia pada kurikulum sains SMP. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 2(2), 64-69.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Penunjukan Pembimbing



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. H. M. (Kampus II) Agipien Semarang 50185
 Email: info@uin-walisongo.ac.id Web: www.uin-walisongo.ac.id

Nomor : B.3405/Uin.1D.36J.7/DA.04.01/05/2023 10 Mei 2023
 Lamp :
 Perihal : Penunjukan Pembimbing Skripsi

Kepada Yth:

1. Dr. Suwahono, M. Pd
2. Wwk Kartika Sari, M. Pd.

Di tempat

Assalamu'alaikum Wt. Wb

Dengan hormat kami sampaikan, Berdasarkan hasil pembahasan usulan judul penelitian di Program Studi Pendidikan Kimia, Kami mohon berkenan Bapak/Ibu untuk membimbing Skripsi atas nama:

Nama : Silvia Ahiyanti
 NIM : 2008076011
 Prodi : Pendidikan Kimia
 Judul : Pengembangan Instrumen Asesmen Multi Level Representasi untuk Mengidentifikasi Kemampuan Representasi Siswa Materi Keseimbangan Kimia

Demikian Penunjukan pembimbing Skripsi ini kami sampaikan terima kasih dan untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya.

Wassalamu'alaikum Wt. Wb



a.n. Dekan,
 Ketua Prodi Pendidikan Kimia

 Atik Rahmawati, S.Pd, M.Si
 NIP. 197505162000042002

Tembusan Yth:

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip

Lampiran 2. Surat Izin Riset



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang
E-mail: info@walisongo.ac.id Web: <http://ft.walisongo.ac.id>

Nomor : B.2174/Ujn.10.8/K/SP.01.08/03/2025
Lamp : Proposal Skripsi
Hal : Permohonan Izin Riset

Semarang, 4 Maret 2025

Kepada Yth,

Kepala Sekolah MA Mathol'ul Huda Troso Jepara
Jl. Raya Jepara-Bugel, Rw. 3, Troso, Pecangaan, Kabupaten Jepara
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dibentahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : Silvia Afrianti
NIM : 2008076011
Jurusan : PENDIDIKAN KIMIA
Judul : Pengembangan Instrumen Asesmen Multi Level Representasi untuk
Mengidentifikasi Model Mental Siswa Materi Hidrokarbon
Semester : X (Sepuluh)

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut, Meminta ijin melaksanakan Riset di tempat Bapak / Ibu pimpin, yang akan dilaksanakan 18-19 Maret 2025.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Dekan
Kabag. Tata Usaha,
H. Kharis, SH, M.H
NIP. 19691017 199403 1 002

Tembusan Yth.

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)
2. Arsip

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo

Lampiran 3. Surat Jawaban Riset



مدرسة مطلع الهدى المحلىة
MATHOLUL HUDA ISLAM SENIOR HIGH SCHOOL
MADRASAH ALYAH MATHOLUL HUDA
TROSO PECANGAAN JEPARA

Alamat : Jalan Bugei KM 3 Troso Pecangaan Jepara Kode Pos 59462
Telp. : (0291) 750002 Email : ma_matholul@johndid.co.id

SURAT KETERANGAN
Nomor : 121/MA-Jep-Pec/01.102/2025

Yang bertanda tangan di bawah ini, Kepala Madrasah Aliyah Matholul Huda Troso Pecangaan Jepara menerangkan bahwa

Nama	: SILVIA AFRYANTI
NIM	: 2008016011
Fakultas	: Sains dan Teknologi
Program Studi	: Pendidikan Kersa
Pengurnan Tinggi	: UIN Walisongo Semarang

Mahasiswa tersebut benar-benar telah melakukan penelitian di MA Matholul Huda Troso dalam rangka penulisan Skripsi

Judul Skripsi	: Pengembangan Instrumen Asesmen Multi Level Representasi untuk Mengidentifikasi Model Mental Siswa Materi Hidrokarbon.
Waktu Penelitian	: 18 – 19 Maret 2025

Demikian surat keterangan ini dibuat, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jepara, 19 Maret 2025



H. Abdul Halim Huda, Lc.

Lampiran 4. Hasil Wawancara Guru

INSTRUMEN WAWANCARA GURU

No	Indikator Pertanyaan	Pertanyaan	Jawaban
1	Mengetahui penggunaan asesmen model mental	Apakah Ibu sudah pernah menggunakan instrumen asesmen yang secara khusus dirancang untuk mengidentifikasi model mental siswa?	Belum, asesmen yang digunakan masih berupa tes konvensional seperti pilihan ganda dan uraian umum
2	Menggali persepsi terhadap efektivitas asesmen saat ini	Menurut Ibu apakah asesmen yang selama ini digunakan sudah cukup menggambarkan pemahaman konseptual siswa secara mendalam?	Belum cukup, karena hanya mengukur hafalan atau pemahaman dasar, tidak mengungkap bagaimana siswa membangun pengetahuan
3	Mengonfirmasi adanya kesulitan pada siswa	Apakah selama ini Ibu menemui kesulitan siswa dalam memahami konsep-konsep kimia yang bersifat abstrak, khususnya dalam materi hidrokarbon?	Ya, siswa sering bingung terutama dalam memahami struktur molekul, atau jenis ikatan dan reaksi
4	Menguatkan urgensi	Bagaimana Ibu melihat pentingnya mengaitkan	Sangat penting, karena pemahaman

	pendekatan multi level representasi	representasi makroskopik, submikroskopik, dan simbolik dalam pembelajaran kimia?	kimia membutuhkan hubungan antara fenomena nyata, struktur mikroskopis, dan simbol-simbol
5	Mengidentifikasi miskonsepsi siswa	Apakah Ibu pernah mendapati siswa mengalami miskonsepsi dalam materi hidrokarbon? Jika ya, apa contohnya?	Ya, misalnya siswa mengira semua senyawa hidrokarbon memiliki sifat mudah terbakar, atau salah memahami struktur atau jenis ikatan
6	Menggali kebutuhan terhadap asesmen diagnostik	Menurut Ibu, seberapa penting adanya instrumen asesmen yang dapat menggambarkan cara berpikir dan proses pembentukan pemahaman siswa?	Sangat penting, agar guru bisa mengetahui letak kesalahan pemahaman siswa dan memberikan intervensi pembelajaran yang sesuai

7	Mengetahui kesiapan dan minat guru	Jika tersedia instrumen yang dapat menggali model mental siswa berdasarkan tiga level representasi, apakah Ibu bersedia menggunakannya?	Ya, jika instrumen tersebut jelas, praktis digunakan, dan membantu dalam memahami kesulitan belajar siswa
---	------------------------------------	---	---

Lampiran 5. Hasil Wawancara Siswa

INSTRUMEN WAWANCARA SISWA

No	Indikator Pertanyaan	Pertanyaan	Jawaban
1	Menggali persepsi awal siswa tentang kimia dan topik yang dianggap sulit	Bagaimana pendapatmu tentang pelajaran kimia, khususnya hidrokarbon?	Saya suka kimia tapi kadang susah dimengerti, apalagi waktu belajar hidrokarbon. Banyak istilah dan strukturnya mirip-mirip jadi bingung.
2	Mengidentifikasi konsep yang paling membingungkan bagi siswa	Apa menurutmu bagian paling sulit dari materi hidrokarbon?	Yang paling sulit itu tentang mengaitkan struktur molekul dengan sifat dan reaktivitas saya masih kebingungan.
3	Menilai level representasi yang paling mudah dipahami siswa (makro, simbolik, submikro)	Ketika belajar hidrokarbon, apakah kamu lebih mudah memahami dari contoh di kehidupan sehari-hari (misalnya bensin, minyak tanah), dari rumus kimianya, atau dari gambar strukturnya? Mengapa?	Saya lebih paham kalau pakai contoh di kehidupan nyata. Jadi bisa ngebayangkan kegunaannya. Kalau rumus dan strukturnya kadang masih susah dibayangkan.

4	Menilai kemampuan siswa dalam menghubungkan antar level representasi	Saat melihat rumus atau struktur senyawa hidrokarbon, apakah kamu bisa mengaitkannya dengan sifat atau kegunaannya dalam kehidupan nyata?	Kadang bisa, tapi belum tentu juga. Misalnya saya tahu C_4H_{10} itu butana yang ada di gas elpiji, tapi saya nggak tahu kenapa bentuknya bisa beda tapi fungsinya mirip.
6	Menilai pengalaman siswa dengan asesmen yang bersifat eksploratif dan menuntut penalaran	Apakah guru pernah memberikan soal atau pertanyaan yang membuat kamu harus menjelaskan bagaimana suatu reaksi terjadi atau bagaimana struktur mempengaruhi sifat? Bagaimana perasaanmu saat mengerjakan soal seperti itu?	Pernah sih, tapi jarang. Waktu ngerjain soal kayak gitu saya agak lama mikirnya, karena nggak cuma ngafal tapi harus ngerti. Tapi menurut saya soal kayak gitu lebih seru walaupun lebih sulit.

Lampiran 6. Kisi-Kisi Instrumen Asesmen Multi Level Representasi

Capaian Pembelajaran	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal	Rancangan Soal	Representasi Kimia
Memahami konsep hidrokarbon dan mengenal jenis-jenis hidrokarbon serta mengetahui struktur kimia hidrokarbon	Diberikan suatu ilustrasi contoh hidrokarbon dalam kehidupan sehari-hari, siswa diminta menjelaskan tentang hidrokarbon berdasarkan pemahaman terhadap gambar, menuliskan rumus kimia dan nama	C2 (Menjelaskan)	1 (a)	 Amati gambar di samping! Pada gambar di samping merupakan contoh produk yang mengandung hidrokarbon dalam kehidupan sehari-hari. Berdasarkan gambar yang diberikan, Apa yang dapat kamu simpulkan tentang hidrokarbon? Jelaskan bagaimana produk tersebut	Makroskopik

	senyawa pada gambar serta menggambarkan struktur molekul dari suatu senyawa serta mengidentifikasi jenis ikatan dalam molekul hidrokarbon (ikatan tunggal, rangkap dua, atau rangkap tiga).			digunakan dalam sehari-hari!	
		C2 (Memahami)	1 (b)	Tuliskan rumus kimia dan nama senyawa utama pada gambar yang diberikan!	Simbolik
		C3 (Menerapkan)	1 (c)	Gambarkan struktur molekul senyawa hidrokarbon tersebut menggunakan model bola-bola atom! Jelaskan	Submikroskopik

				bagaimana susunan atom-atomnya dan sebutkan jenis ikatan kimia (ikatan tunggal, rangkap dua, atau rangkap tiga) yang terdapat dalam molekul tersebut!	
Memahami proses pembakaran hidrokarbon serta mengetahui struktur kimia hidrokarbon	Diberikan gambar lilin yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Siswa diminta menjelaskan proses pembakaran dan menuliskan	C2 (Menjelaskan)	2 (a)	 Perhatikan gambar di samping!	Makroskopik

	reaksi pembakaran yang terjadi pada lilin serta menjelaskan ikatan kimia dalam molekul hidrokarbon saat proses pembakaran lilin			Dalam kehidupan sehari-hari, lilin sering digunakan untuk penerangan. Saat lilin dibakar, lilin akan menghasilkan api. Mengapa hal ini bisa terjadi? Produk apa yang terjadi pada proses tersebut? Jelaskan!	
		C3 (Menerapkan)	2 (b)	Tuliskan persamaan reaksi pembakaran sempurna pada lilin ($C_{16}H_{34}$).	Simbolik

		C4 (Menganalisis)	2 (c)	Apa yang terjadi pada ikatan kimia dalam molekul hidrokarbon ketika lilin terbakar? Jelaskan berdasarkan pemahaman Anda!	Submikroskopik
	Siswa diminta menjelaskan fenomena warna api pada kompor gas dalam kondisi pembakaran sempurna dan tidak sempurna,	C2 (Menjelaskan)	3 (a)	 Perhatikan fenomena berikut! Ketika saat memasak	Makroskopik

	menjelaskan masing-masing persamaan reaksinya , serta menganalisis perubahan ikatan kimia pada molekul hidrokarbon selama pembakaran.			menggunakan kompor gas, api yang terlihat berwarna biru. Namun, pada kondisi tertentu, api bisa berubah menjadi kuning atau oranye. Mengapa api pada kompor gas berwarna biru saat digunakan untuk memasak? Apa yang menyebabkan api berubah menjadi kuning atau oranye? Jelaskan berdasarkan gambar di samping!	
		C2 (Menjelaskan)	3 (b)	Tuliskan dan jelaskan persamaan reaksi kimia yang terjadi saat api kompor berwarna biru dan saat api kompor berubah menjadi kuning atau oranye!	Simbolik

		C4 (Menganalisis)	3 (c)	Apa yang terjadi pada molekul propana (C_3H_8) dan molekul oksigen (O_2) selama pembakaran? Jelaskan bagaimana perubahan yang terjadi pada ikatan kimia antar atom dalam reaksi tersebut serta produk yang terbentuk!	Submikroskopik
Mengidentifikasi penggunaan hidrokarbon dan mengaitkan hidrokarbon dalam kehidupan sehari-hari.	Diberikan fenomena tidak tercampurnya bensin dan air, siswa diminta menjelaskan mengapa bensin dan air tidak bercampur berdasarkan	C2 (Menjelaskan)	4 (a)	 Amati gambar di atas! Terlihat dua lapisan cairan dalam satu botol yang tidak saling bercampur. Salah satu	Makroskopik

	sifat fisik yang terlihat, menuliskan rumus kimia bensin dan air serta menganalisis hubungan konsep kepolaran dengan kelarutan bensin dalam air.			lapisan berada di bagian atas, dan yang lain di bagian bawah. Apa yang dapat Anda simpulkan tentang perbedaan sifat fisik kedua cairan tersebut berdasarkan pengamatan pada gambar? Sebutkan minimal dua sifat fisik yang dapat diamati!	
		C2 (Memahami)	4 (b)	Tuliskan rumus kimia masing-masing zat dan jelaskan berdasarkan sifat kimianya, mengapa keduanya tidak saling bercampur?	Simbolik
		C4 (Menganalisis)	4 (c)	Jelaskan bagaimana interaksi antar molekul dari kedua zat tersebut sehingga menyebabkan cairan tersebut membentuk dua lapisan!	Submikroskopik

Mengidentifikasi penggunaan hidrokarbon dan mengaitkan hidrokarbon dalam kehidupan sehari-hari serta mengidentifikasi dampak lingkungan dari penggunaan hidrokarbon	Disajikan suatu fenomena, siswa diminta menjelaskan dampak pembakaran bensin terhadap lingkungan, menentukan produk hasil pembakaran bensin, serta menganalisis pengaruh perubahan konsentrasi gas CO_2 terhadap keseimbangan energi bumi	C2 (Menjelaskan)	5 (a)	 Perhatikan gambar di samping! Bensin yang biasa kita gunakan untuk bahan bakar kendaraan motor kita merupakan salah satu hasil dari olahan minyak bumi. Bensin terdiri dari senyawa organik yang diperoleh dengan distilasi fraksional minyak bumi. Dalam proses pembakaran bahan bakar dari minyak bumi dapat menghasilkan gas rumah	Makroskopik
--	--	-----------------------------	--------------	---	--------------------

	pada tingkat molekuler.			kaca seperti CO ₂ . Menurut Anda, apakah pembakaran bensin yang biasa kita gunakan berkontribusi terhadap pemanasan global? Jelaskan!	
		C2 (Menjelaskan)	5 (b)	Produk apakah yang dihasilkan dari pembakaran bensin? Tuliskan rumus kimianya!	Simbolik
		C4 (Menganalisis)	5 (c)	Bagaimana perubahan konsentrasi gas hasil pembakaran bensin dapat mempengaruhi keseimbangan energi bumi pada tingkat molekuler?	Submikroskopik

Lampiran 7. Pedoman Penskoran Dan Kunci Jawaban Instrumen Asesmen Model Mental

No. Soal	No. Butir	Butir Pertanyaan	Deskripsi Jawaban	Kategori Tingkat Level Pemahaman	Skor
1	a	Berdasarkan gambar produk sehari-hari, jelaskan apa yang dapat kamu simpulkan tentang hidrokarbon dan bagaimana produk itu digunakan!	Menjelaskan bahwa hidrokarbon adalah senyawa hidrogen (H) dan karbon (C). Mengaitkan dengan fungsi produk dalam kehidupan sehari-hari yaitu gas LPG digunakan untuk memasak.	<i>Scientific Understanding</i> (SU)	4
			Menyebut fungsi produk dan bahwa itu mengandung karbon atau gas (bahan bakar), tapi tidak menjelaskan hidrokarbon secara ilmiah.	<i>Partial Understanding</i> (PU)	3
			Jawaban sebagian benar, tapi ada miskonsepsi ringan (misal: menyebut hidrokarbon sebagai "gas kimia beracun" tanpa konteks).	<i>Partial with Alternative Conception</i> (PU-AC)	2

			Salah paham tentang hidrokarbon; menyebut hanya "benda mudah terbakar" tanpa menyebut unsur kimia.	<i>Alternative Conception</i> (AC)	1
			Tidak menjawab atau jawaban tidak relevan.	<i>No Understanding</i> (NU)	0
	b	Tuliskan rumus kimia dan nama senyawa utama pada gambar!	Menuliskan rumus kimia dan nama senyawa dituliskan dengan benar yaitu Propana (C_3H_8) dan Butana (C_4H_{10}).	<i>Scientific Understanding</i> (SU)	4
			Menuliskan nama atau rumus benar, tapi tidak lengkap atau tidak konsisten.	<i>Partial Understanding</i> (PU)	3
			Rumus atau nama salah satu benar, lainnya salah atau kurang tepat.	<i>Partial with Alternative Conception</i> (PU-AC)	2

			Rumus dan nama tidak sesuai senyawa hidrokarbon.	<i>Alternative Conception (AC)</i>	1
			Tidak menjawab atau menjawab tidak relevan.	<i>No Understanding (NU)</i>	0
	c	Gambarlah struktur molekul senyawa hidrokarbon tersebut menggunakan model bola-bola atom! Jelaskan bagaimana susunan atom-atomnya dan sebutkan jenis ikatan kimia (ikatan tunggal, rangkap dua, atau rangkap tiga) yang terdapat dalam molekul tersebut.	Menggambar struktur molekul (propana dan butana) secara tepat menggunakan simbol bola-bola atom. Menyebut jenis ikatan dengan benar (tunggal/rangkap dua/tiga) dan mengaitkannya dengan jenis hidrokarbon.	<i>Scientific Understanding (SU)</i>	4
			Struktur digambarkan dengan benar tetapi penjelasan jenis ikatan kurang lengkap.	<i>Partial Understanding (PU)</i>	3
			Struktur atau ikatan ada yang benar, namun terdapat miskonsepsi (misal: menyebut semua ikatan rangkap dua pada alkana).	<i>Partial with Alternative Conception (PU-AC)</i>	2

			Gambar salah atau tidak menunjukkan struktur molekul. Penjelasan tentang ikatan tidak sesuai konsep (misal: menyebut "ikatan magnet" atau tidak membedakan jenis ikatan)	<i>Alternative Conception</i> (AC)	1
			Tidak menjawab atau menjawab tidak relevan dengan konsep struktur dan ikatan kimia.	<i>No Understanding</i> (NU)	0
2	a	Mengapa lilin menghasilkan api saat dibakar? Produk apa yang dihasilkan?	Menjelaskan bahwa lilin mengandung senyawa hidrokarbon (parafin), yang saat dipanaskan akan mencair dan menguap, kemudian uap tersebut bereaksi dengan oksigen di udara (pembakaran), menghasilkan panas dan cahaya (api). Menyebut produk reaksi: karbon dioksida (CO_2) dan uap air (H_2O).	<i>Scientific Understanding</i> (SU)	4
			Menjelaskan bahwa lilin terbakar dan menghasilkan api karena panas, menyebut bahwa ada reaksi, tetapi	<i>Partial Understanding</i> (PU)	3

			tidak menyebut senyawa atau produk reaksi dengan lengkap.		
			Menyebut api berasal dari lilin yang “meleleh dan panas” tapi tidak mengaitkan dengan reaksi pembakaran. Produk reaksi disebut keliru (misal: asap, udara, atau “minyak panas”).	<i>Partial with Alternative Conception (PU-AC)</i>	2
			Jawaban keliru secara konsep, misalnya: “lilin terbakar karena terbakar saja” atau menyebut api sebagai “zat” yang keluar dari lilin.	<i>Alternative Conception (AC)</i>	1
			Tidak menjawab atau jawaban tidak relevan sama sekali.	<i>No Understanding (NU)</i>	0
	b	Tuliskan persamaan reaksi pembakaran sempurna pada lilin ($C_{16}H_{34}$).	Menuliskan persamaan reaksi pembakaran sempurna lengkap dan seimbang: $2 C_{16}H_{34} + 49 O_2 \rightarrow 32 CO_2 + 34 H_2O$	<i>Scientific Understanding (SU)</i>	4
			Persamaan benar secara umum (reaktan dan produk sesuai), tetapi tidak setara/seimbang. Misal:	<i>Partial Understanding (PU)</i>	3

			menyebut CO_2 dan H_2O tapi koefisien salah.		
			Menyebut reaksi pembakaran, tapi produk salah (misalnya menyebut CO atau jelaga pada pembakaran sempurna).	<i>Partial with Alternative Conception (PU-AC)</i>	2
			Menulis persamaan reaksi tidak relevan, menyebut produk aneh (misal: “gas api” atau “oksigen terbakar sendiri”).	<i>Alternative Conception (AC)</i>	1
			Tidak menjawab atau hanya menuliskan “api keluar dari lilin” tanpa ada bentuk reaksi kimia.	<i>No Understanding (NU)</i>	0
	c	Apa yang terjadi pada ikatan kimia hidrokarbon saat pembakaran?	Menjelaskan bahwa saat pembakaran, ikatan C-H dan C-C dalam molekul hidrokarbon diputus. Atom-atom C dan H kemudian membentuk ikatan baru dengan O dari $\text{O}_2 \rightarrow$ menghasilkan ikatan C=O (dalam CO_2) dan ikatan O-H (dalam H_2O). Menyebut bahwa ini adalah reaksi kimia eksoterm (menghasilkan energi).	<i>Scientific Understanding (SU)</i>	4

			Menjelaskan bahwa ikatan pada hidrokarbon terputus dan membentuk zat baru, tetapi tidak menjelaskan ikatan spesifik atau jenis produk dengan lengkap.	<i>Partial Understanding</i> (PU)	3
			Menyebut bahwa ikatan terputus, tetapi mencampur konsep (misalnya: “ikatan berubah menjadi api”, atau “ikatan pecah lalu hilang”).	<i>Partial with Alternative Conception</i> (PU-AC)	2
			Jawaban tidak ilmiah, seperti “api merusak ikatan” atau “ikatan terbakar dan habis”. Tidak menyebut pemutusan atau pembentukan ikatan kimia.	<i>Alternative Conception</i> (AC)	1
			Tidak menjawab atau jawabannya sama sekali tidak relevan dengan konsep ikatan kimia.	<i>No Understanding</i> (NU)	0
3	a	Mengapa api pada kompor gas berwarna biru saat digunakan untuk memasak? Apa yang menyebabkan api	Menjelaskan bahwa api biru terjadi karena pembakaran sempurna dengan oksigen cukup → menghasilkan CO ₂ dan H ₂ O. Api kuning/oranye terjadi karena oksigen terbatas, menghasilkan CO	<i>Scientific Understanding</i> (SU)	4

		berubah menjadi kuning atau oranye?	dan jelaga (karbon padat). Menyebut hubungan warna api dengan efisiensi pembakaran dan produk reaksi.		
			Menyebut api biru = pembakaran sempurna dan kuning = tidak sempurna, tapi tidak menyebut produk atau hubungan oksigen secara lengkap.	<i>Partial Understanding (PU)</i>	3
			Menyebut bahwa warna api berbeda karena “panas lebih besar” atau “gas berbeda”, tanpa mengaitkan dengan jumlah oksigen atau produk reaksi. Ada bagian benar tapi juga miskonsepsi.	<i>Partial with Alternative Conception (PU-AC)</i>	2
			Menjawab dengan logika keliru, misalnya “warna api berubah karena kompor bocor” atau “karena api capek” tanpa mengaitkan dengan konsep ilmiah.	<i>Alternative Conception (AC)</i>	1

			Tidak menjawab atau jawaban tidak relevan sama sekali.	<i>No Understanding</i> (NU)	0
	b	Tuliskan dan jelaskan persamaan reaksi kimia yang terjadi saat api kompor berwarna biru dan saat api kompor berubah menjadi kuning atau oranye!	Menuliskan dua persamaan reaksi kimia yang tepat: → Api biru = pembakaran sempurna → menghasilkan CO_2 dan H_2O Persamaan kimia : $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 3\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ → Api kuning/oranye = pembakaran tidak sempurna → menghasilkan CO dan/atau jelaga (C) Persamaan kimia : • Menghasilkan CO $2\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 7\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 6\text{CO}(\text{g}) + 8\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ • Menghasilkan jelaga (C) $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 3\text{C}(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	<i>Scientific Understanding</i> (SU)	4

			Menuliskan satu atau dua reaksi dengan benar, tetapi penjelasan perbedaannya kurang lengkap (misalnya tidak menyebut produk CO atau jelaga).	<i>Partial Understanding</i> (PU)	3
			Menyebut salah satu reaksi dengan benar, tapi reaksi kedua salah, atau mencampur konsep pembakaran sempurna dan tidak sempurna.	<i>Partial with Alternative Conception</i> (PU-AC)	2
			Menuliskan reaksi yang tidak sesuai atau tidak menyebut produk yang benar, serta tidak menjelaskan hubungan warna api dengan reaksi.	<i>Alternative Conception</i> (AC)	1
			Tidak menjawab atau jawaban tidak mengandung informasi simbolik sama sekali.	<i>No Understanding</i> (NU)	0
	c	Apa yang terjadi pada molekul propana (C_3H_8) dan molekul oksigen (O_2) selama pembakaran? Jelaskan bagaimana perubahan	Menjelaskan bahwa ikatan C–C dan C–H pada propana serta ikatan O=O pada O_2 diputus. Atom C dan H kemudian membentuk ikatan baru: C–O dalam CO_2 (ikatan rangkap dua) dan O–H dalam H_2O . Menyebut	<i>Scientific Understanding</i> (SU)	4

		yang terjadi pada ikatan kimia antar atom dalam reaksi tersebut serta produk yang terbentuk!	bahwa reaksi ini melepaskan energi (reaksi eksoterm).		
			Menjelaskan bahwa ikatan pada molekul propana dan oksigen diputus lalu membentuk produk CO ₂ dan H ₂ O, tapi tidak menjelaskan jenis ikatan baru atau energi.	<i>Partial Understanding</i> (PU)	3
			Menyebut ada perubahan ikatan, tetapi mencampur konsep atau tidak menyebut ikatan secara spesifik (misal: "ikatan jadi gas" atau "terjadi penggabungan atom"). Produk disebut sebagian atau tidak tepat.	<i>Partial with Alternative Conception</i> (PU-AC)	2
			Jawaban salah secara konsep, seperti: "ikatan terbakar jadi api" atau "ikatan hilang begitu saja". Produk tidak disebut atau keliru.	<i>Alternative Conception</i> (AC)	1
			Tidak menjawab atau jawaban tidak mengandung informasi tentang ikatan atau produk reaksi.	<i>No Understanding</i> (NU)	0

4	a	Apa yang dapat Anda simpulkan tentang perbedaan sifat fisik kedua cairan tersebut berdasarkan pengamatan pada gambar? Sebutkan minimal dua sifat fisik yang dapat diamati!	Menyebut dua sifat fisik berbeda secara ilmiah dan relevan, misalnya: • Massa jenis/densitas: Cairan yang berada di bawah memiliki densitas lebih tinggi daripada yang di atas. • Kelarutan: Kedua cairan tidak saling melarutkan → menunjukkan perbedaan polaritas. • Warna/kekeruhan: Jika gambar menunjukkan perbedaan visual, bisa disimpulkan sebagai sifat fisik yang membedakan.	<i>Scientific Understanding (SU)</i>	4
			Menyebut dua sifat fisik yang benar, tetapi tidak menjelaskan keterkaitan dengan fenomena (misalnya hanya menyebut "berat dan warna" tanpa menjelaskan hubungan dengan posisi cairan).	<i>Partial Understanding (PU)</i>	3

			Menyebut satu sifat benar, lainnya kurang tepat atau mencampur dengan konsep salah (misalnya: "yang di bawah lebih panas").	<i>Partial with Alternative Conception (PU-AC)</i>	2
			Menyebut sifat yang tidak ilmiah atau tidak relevan (misalnya: "yang di bawah lebih kuat", "yang di atas lebih ringan karena lebih tinggi")	<i>Alternative Conception (AC)</i>	1
			Tidak menjawab atau jawaban tidak mengandung informasi tentang sifat fisik.	<i>No Understanding (NU)</i>	0
	b	Tuliskan rumus kimia masing-masing zat dan jelaskan berdasarkan sifat kimianya, mengapa keduanya tidak saling bercampur?	Menuliskan rumus kimia kedua zat dengan benar: – Air: H_2O – Bensin: C_8H_{18} (atau menyebut hidrokarbon non-polar) Menjelaskan bahwa air bersifat polar dan bensin bersifat non-polar, serta bahwa zat polar tidak melarutkan zat non-polar karena perbedaan gaya tarik antarmolekul.	<i>Scientific Understanding (SU)</i>	4

			Menuliskan kedua rumus kimia dengan benar atau sebagian benar, dan menyebut bahwa kedua zat tidak bercampur karena sifatnya berbeda, tanpa menjelaskan kepolaran atau gaya tarik molekul secara spesifik.	<i>Partial Understanding</i> (PU)	3
			Menuliskan salah satu rumus benar, tapi penjelasan sifat kimia kurang tepat atau tidak konsisten (misal: "karena air lebih berat", atau "karena bensin mengandung api")	<i>Partial with Alternative Conception</i> (PU-AC)	2
			Rumus kimia salah atau tidak ada, dan alasan ketidakbercampuran tidak ilmiah (misal: "karena air dan bensin tidak cocok" atau "karena satu naik satu turun").	<i>Alternative Conception</i> (AC)	1
			Tidak menjawab atau jawaban tidak relevan sama sekali	<i>No Understanding</i> (NU)	0

	c	Jelaskan bagaimana interaksi antar molekul dari kedua zat tersebut sehingga menyebabkan cairan tersebut membentuk dua lapisan!	Menjelaskan bahwa: – Molekul air (H_2O) bersifat polar, berinteraksi dengan ikatan hidrogen – Molekul bensin (C_8H_{18}) bersifat non-polar, berinteraksi dengan gaya London/dispersi – Karena perbedaan gaya tarik antarmolekul, tidak ada interaksi yang kuat antara molekul air dan bensin → terpisah menjadi dua lapisan.	<i>Scientific Understanding</i> (SU)	4
			Menjelaskan bahwa air dan bensin berbeda secara sifat, menyebut "polar dan non-polar", tapi tidak menyebut jenis gaya tarik atau tidak menjelaskan keterpisahan secara lengkap.	<i>Partial Understanding</i> (PU)	3

			Menyebut bahwa zat berbeda tetapi dengan alasan kurang tepat atau campur dengan miskonsepsi (misal: “tidak bercampur karena ukuran molekul”, atau “karena bensin panas”).	<i>Partial with Alternative Conception</i> (PU-AC)	2
			Menyebut alasan tidak ilmiah, seperti “karena satu lebih berat” atau “karena warna dan tekstur berbeda” tanpa kaitan dengan partikel atau gaya tarik.	<i>Alternative Conception</i> (AC)	1
			Tidak menjawab atau jawaban tidak relevan sama sekali.	<i>No Understanding</i> (NU)	0
5	a	Apakah pembakaran bensin berkontribusi pada pemanasan global?	Menjawab "ya", dan menjelaskan bahwa pembakaran bensin menghasilkan karbon dioksida (CO ₂) yang merupakan gas rumah kaca. CO ₂ berperan dalam menjebak panas di atmosfer, menyebabkan efek rumah kaca dan pemanasan	<i>Scientific Understanding</i> (SU)	4

			global. Menyebut proses secara ilmiah dan relevan.		
			Menjawab “ya” dan menyebut bahwa pembakaran bensin menghasilkan polusi atau CO ₂ , tetapi tidak menjelaskan hubungan CO ₂ dengan efek rumah kaca secara lengkap.	<i>Partial Understanding</i> (PU)	3
			Menjawab “ya” tetapi mencampur dengan konsep yang salah, seperti: “karena bensin mengandung panas” atau “karena api naik ke atmosfer.” Ada sebagian konsep ilmiah, tapi bercampur miskonsepsi.	<i>Partial with Alternative Conception</i> (PU-AC)	2
			Menjawab “tidak” atau menyatakan bahwa pemanasan global terjadi karena “udara kotor”, “matahari terlalu panas”, atau sebab lain yang tidak berhubungan langsung dengan CO ₂ atau pembakaran.	<i>Alternative Conception</i> (AC)	1
			Tidak menjawab atau memberikan jawaban tidak relevan sama sekali.	<i>No Understanding</i> (NU)	0

	b	Produk pembakaran bensin dan rumus kimianya?	Menyebut produk pembakaran bensin dan menuliskan rumus kimia secara tepat : karbon dioksida (CO_2) dan uap air (H_2O).	<i>Scientific Understanding</i> (SU)	4
			Menyebutkan produk, tetapi tidak lengkap.	<i>Partial Understanding</i> (PU)	3
			Menyebut sebagian produk benar, tapi mencampur dengan produk yang salah (misal: CO, asap, atau udara panas)	<i>Partial with Alternative Conception</i> (PU-AC)	2
			Menyebut produk yang tidak ilmiah atau keliru, misalnya: “panas dan cahaya saja” atau “udara berubah jadi api”.	<i>Alternative Conception</i> (AC)	1
			Tidak menjawab atau jawaban tidak relevan dengan reaksi atau produk pembakaran.	<i>No Understanding</i> (NU)	0
	c	Bagaimana peningkatan CO_2 memengaruhi energi bumi?	Menjelaskan bahwa peningkatan CO_2 di atmosfer menyebabkan lebih banyak panas dari sinar matahari terperangkap di bumi (efek rumah kaca), mengganggu keseimbangan	<i>Scientific Understanding</i> (SU)	4

			energi, dan mengakibatkan kenaikan suhu global (pemanasan global). Penjelasan ilmiah dan runtut.		
			Menyebut bahwa CO ₂ membuat bumi semakin panas atau menghambat panas keluar, tapi penjelasan kurang lengkap atau tidak menyebut efek rumah kaca secara jelas.	<i>Partial Understanding</i> (PU)	3
			Menyebut bahwa CO ₂ membuat bumi lebih panas tapi alasan tidak tepat, misalnya “karena CO ₂ memancarkan api” atau “karena CO ₂ menambah panas dari matahari”. Ada unsur benar, tapi bercampur miskonsepsi.	<i>Partial with Alternative Conception</i> (PU-AC)	2
			Menyebut bahwa CO ₂ menyebabkan panas karena “udara makin berat” atau “lapisan ozon bocor”. Penjelasan tidak sesuai konsep ilmiah	<i>Alternative Conception</i> (AC)	1

			Tidak menjawab atau jawaban tidak relevan sama sekali.	<i>No Understanding</i> (NU)	0
--	--	--	--	---------------------------------	---

$$\text{Penilaian} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimal}} \times 100$$

$$\text{Penilaian} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{60} \times 100$$

Lampiran 8. Instrumen Asesmen Multi Level Representasi
untuk Mengidentifikasi Model Mental Siswa

**LEMBAR SOAL ASESMEN MULTI LEVEL REPRESENTASI
UNTUK MENGIDENTIFIKASI MODEL MENTAL SISWA PADA
MATERI HIDROKARBON**

Nama : Jumlah Soal : 5 Butir Soal

Kelas : Alokasi Waktu : 60 Menit

Petunjuk pengerjaan

1. Berdoalah sebelum mengerjakan soal
2. Tulislah identitas diri dengan benar
3. Bacalah soal dengan baik dan teliti
4. Periksa kembali jawaban Anda sebelum dikumpulkan

Pertanyaan

1. Amati gambar di samping!

Pada gambar di samping merupakan contoh produk yang mengandung hidrokarbon dalam kehidupan sehari-hari.



- a. Berdasarkan gambar yang diberikan, Apa yang dapat kamu simpulkan tentang hidrokarbon? Jelaskan bagaimana produk tersebut digunakan dalam sehari-hari
- b. Tuliskan rumus kimia dan nama senyawa utama pada gambar yang diberikan!
- c. Gambarkan struktur molekul senyawa hidrokarbon tersebut menggunakan model bola-bola atom! Jelaskan bagaimana susunan atom-atomnya dan sebutkan jenis

ikatan kimia (ikatan tunggal, rangkap dua, atau rangkap tiga) yang terdapat dalam molekul tersebut!

2. Perhatikan gambar di samping!

Dalam kehidupan sehari-hari, lilin sering digunakan untuk penerangan. Saat lilin dibakar, lilin akan menghasilkan api.



- a. Mengapa hal ini bisa terjadi? Produk apa yang terjadi pada proses tersebut? Jelaskan!
- b. Tuliskan persamaan reaksi pembakaran sempurna pada lilin ($C_{16}H_{34}$).
- c. Apa yang terjadi pada ikatan kimia dalam molekul hidrokarbon ketika lilin terbakar? Jelaskan berdasarkan pemahaman Anda!

3. Perhatikan fenomena berikut!



Ketika saat memasak menggunakan kompor gas, api yang terlihat berwarna biru. Namun, pada kondisi tertentu, api bisa berubah menjadi kuning atau oranye.

- a. Mengapa api pada kompor gas berwarna biru saat digunakan untuk memasak? Apa yang menyebabkan api berubah menjadi kuning atau oranye? Jelaskan berdasarkan gambar di samping!
- b. Tuliskan dan jelaskan persamaan reaksi kimia yang terjadi saat api kompor berwarna biru dan saat api kompor berubah menjadi kuning atau oranye!
- c. Apa yang terjadi pada molekul propana (C_3H_8) dan molekul oksigen (O_2) selama pembakaran? Jelaskan bagaimana perubahan yang terjadi pada ikatan

kimia antar atom dalam reaksi tersebut serta produk yang terbentuk!

4.



Amati gambar di atas!

Terlihat dua lapisan cairan dalam satu botol yang tidak saling bercampur. Salah satu lapisan berada di bagian atas, dan yang lain di bagian bawah.

- a. Apa yang dapat Anda simpulkan tentang perbedaan sifat fisik kedua cairan tersebut berdasarkan pengamatan pada gambar? Sebutkan minimal dua sifat fisik yang dapat diamati!
- b. Tuliskan rumus kimia masing-masing zat dan jelaskan berdasarkan sifat kimianya, mengapa keduanya tidak saling bercampur?
- c. Jelaskan bagaimana interaksi antar molekul dari kedua zat tersebut sehingga menyebabkan cairan tersebut membentuk dua lapisan!

5. Perhatikan gambar di samping!

Bensin yang biasa kita gunakan untuk bahan bakar kendaraan motor kita merupakan salah satu hasil dari olahan minyak bumi. Bensin terdiri dari senyawa organik yang diperoleh dengan distilasi fraksional

minyak bumi. Dalam proses pembakaran bahan bakar



dari minyak bumi dapat menghasilkan gas rumah kaca seperti CO_2 .

- a. Menurut Anda, apakah pembakaran bensin yang biasa kita gunakan berkontribusi terhadap pemanasan global? Jelaskan!
- b. Produk apakah yang dihasilkan dari pembakaran bensin? Tuliskan rumus kimianya!
- c. Bagaimana perubahan konsentrasi gas hasil pembakaran bensin dapat mempengaruhi keseimbangan energi bumi pada tingkat molekuler?

Lampiran 9. Lembar Validasi Ahli

LEMBAR VALIDASI KISI KISI INSTRUMEN SOAL

Judul Penelitian : Pengembangan Instrumen Asesmen Multi Level Representasi untuk Mengidentifikasi Model Mental Siswa Materi Hidrokarbon.

Peneliti : Silvia Afriyanti

Validator :

Instansi : Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang

A. Pengantar

Lembar validasi ini digunakan untuk memilih instrumen soal uraian yang memenuhi kriteria valid dan layak digunakan. Penelitian ini juga untuk memperoleh kritik dan saran Bapak/Ibu terhadap instrumen soal yang dibuat. Saya ucapkan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

B. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini adalah untuk mengukur kevalidan kisi-kisi dan item soal dalam pengembangan instrumen asesmen multi level representasi untuk mengidentifikasi model mental siswa materi hidrokarbon.

C. Petunjuk

1. Bapak/Ibu dimohon memberikan penilaian dengan memberikan skor pada kolom yang telah disediakan jika butir soal instrumen sesuai dengan aspek yang dinilai.

E. Komentar dan Saran**F. Kesimpulan**

Berdasarkan penilaian tersebut, mohon berikan pendapat Bapak/Ibu dengan melingkari salah satu nomor yang sesuai dengan pendapat Bapak/Ibu :

- a. Layak diujikan tanpa revisi
- b. Layak diujikan dengan revisi
- c. Tidak/belum layak untuk diujikan

Semarang,
Validator

2025

.....
NIP.

Lampiran 10. Hasil Validasi Validator 1

LEMBAR VALIDASI KISI KISI INSTRUMEN SOAL

Judul Penelitian : Pengembangan Instrumen Asesmen Multi Level Representasi untuk
Mengidentifikasi Model Mental Siswa Materi Hidrokarbon.

Peneliti : Silvia Afriyanti

Validator : Dr. Supahono, M.Pd

Instansi : Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang

A. Pengantar

Lembar validasi ini digunakan untuk memilih instrumen soal uraian yang memenuhi kriteria valid dan layak digunakan. Penelitian ini juga untuk memperoleh kritik dan saran Bapak/Ibu terhadap instrumen soal yang dibuat. Saya ucapkan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

B. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini adalah untuk mengukur kevalidan kisi-kisi dan item soal dalam pengembangan instrumen asesmen multi level representasi untuk mengidentifikasi model mental siswa materi hidrokarbon.

C. Petunjuk

1. Bapak/Ibu dimohon memberikan penilaian dengan memberikan skor pada kolom yang telah disediakan jika butir soal instrumen sesuai dengan aspek yang dinilai.
2. Kategori pemberian skor :
4 = Sangat baik 2 = Kurang Baik
3 = Baik 1 = Tidak Baik
3. Bapak/Ibu dimohon berkenan untuk menuliskan kritik serta saran guna perbaikan instrumen.

D. Penilaian

Aspek Penilaian	Nomor Soal														
	1			2			3			4			5		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Aspek Materi															
1. Butir Soal sesuai dengan indikator soal	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3	4	4	4
2. Soal sesuai muatan materi hidrokarbon	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3
3. Butir soal sesuai dengan level representasi kimia	3	3	4	3	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3

Aspek Konstruk													
4. Terdapat petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5. Rumusan soal menggunakan kalimat tanya yang jelas	3	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4
6. Penggunaan huruf, ukuran, dan spasi sudah jelas, baik, dan benar	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4
7. Penggunaan kalimat pada soal tidak menimbulkan penafsiran ganda	4	3	3	4	3	4	3	4	4	4	4	3	4
8. Kalimat yang digunakan dalam soal logis	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	3	4
9. Gambar disajikan dengan jelas dan terbaca	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4
Aspek Bahasa													
10. Butir soal menggunakan bahasa yang komunikatif	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3
11. Butir soal menggunakan bahasa yang baik dan benar	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4
12. Butir soal menggunakan kalimat efektif	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4

E. Komentar dan Saran

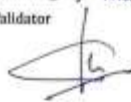
F. Kesimpulan

Berdasarkan penilaian tersebut, mohon berikan pendapat Bapak/Ibu dengan melingkari salah satu nomor yang sesuai dengan pendapat Bapak/Ibu :

- a. Layak diujikan tanpa revisi
- ☒ b. Layak diujikan dengan revisi
- c. Tidak/belum layak untuk diujikan

Semarang, 5 Maret 2025

Validator



Dr. Suwahono M.Pd

NIP. 19720520199031004

Lampiran 11. Hasil Validasi Validator 2

LEMBAR VALIDASI KISI KISI INSTRUMEN SOAL

Judul Penelitian : Pengembangan Instrumen Asesmen Multi Level Representasi untuk Mengidentifikasi Model Mental Siswa Materi Hidrokarbon.

Peneliti : Silvia Afriyanti

Validator : *Wahid Karisma Sari, U. Ed*

Instansi : Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang

A. Pengantar

Lembar validasi ini digunakan untuk memilih instrumen soal uraian yang memenuhi kriteria valid dan layak digunakan. Penelitian ini juga untuk memperoleh kritik dan saran Bapak/Ibu terhadap instrumen soal yang dibuat. Saya ucapkan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

B. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini adalah untuk mengukur kevalidan kisi-kisi dan item soal dalam pengembangan instrumen asesmen multi level representasi untuk mengidentifikasi model mental siswa materi hidrokarbon.

C. Petunjuk

1. Bapak/Ibu dimohon memberikan penilaian dengan memberikan skor pada kolom yang telah disediakan jika butir soal instrumen sesuai dengan aspek yang dinilai.
2. Kategori pemberian skor :
4 = Sangat baik 2 = Kurang Baik
3 = Baik 1 = Tidak Baik
3. Bapak/Ibu dimohon berkenan untuk menuliskan kritik serta saran guna perbaikan instrumen.

D. Penilaian

Aspek Penilaian	Nomor Soal														
	1			2			3			4			5		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Aspek Materi															
1. Butir Soal sesuai dengan indikator soal	4	4	4	3	4	3	4	3	3	3	4	3	4	3	4
2. Soal sesuai muatan materi hidrokarbon	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4
3. Butir soal sesuai dengan level representasi kimia	3	3	3	4	3	4	3	4	3	4	4	3	4	4	3

Aspek Konstruk															
4. Terdapat petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5. Rumusan soal menggunakan kalimat tanya yang jelas	3	3	3	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4
6. Penggunaan huruf, ukuran, dan spasi sudah jelas, baik, dan benar	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4
7. Penggunaan kalimat pada soal tidak menimbulkan penafsiran ganda	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	3
8. Kalimat yang digunakan dalam soal logis	3	3	3	4	4	3	4	3	4	3	4	3	3	3	3
9. Gambar disajikan dengan jelas dan terbaca	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	4	3	4	3	3
Aspek Bahasa															
10. Butir soal menggunakan bahasa yang komunikatif	4	3	3	4	3	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3
11. Butir soal menggunakan bahasa yang baik dan benar	4	4	3	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	3
12. Butir soal menggunakan kalimat efektif	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	4	4	3	3

E. Komentar dan Saran

Perbaiki sesuai dengan catatan yang ada.

F. Kesimpulan

Berdasarkan penilaian tersebut, mohon berikan pendapat Bapak/Ibu dengan melingkari salah satu nomor yang sesuai dengan pendapat Bapak/Ibu :

- a. Layak diujikan tanpa revisi
- ☒ b. Layak diujikan dengan revisi
- c. Tidak/belum layak untuk diujikan

Semarang 3 Maret 2025
Validator



Wina Kartika Sari, M-Pd
NIP. 199101172018012010

Lampiran 12. Hasil Validasi Validator 3

LEMBAR VALIDASI KISI KISI INSTRUMEN SOAL

Judul Penelitian : Pengembangan Instrumen Asesmen Multi Level Representasi untuk Mengidentifikasi Model Mental Siswa Materi Hidrokarbon.

Peneliti : Silvia Afriyanti

Validator : *Atman Nadjifah, S.Pd - Si*

Instansi : Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang

A. Pengantar

Lembar validasi ini digunakan untuk memilih instrumen soal uraian yang memenuhi kriteria valid dan layak digunakan. Penelitian ini juga untuk memperoleh kritik dan saran Bapak/Ibu terhadap instrumen soal yang dibuat. Saya ucapkan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

B. Tujuan

Tujuan penggunaan instrumen ini adalah untuk mengukur kevalidan kisi-kisi dan item soal dalam pengembangan instrumen asesmen multi level representasi untuk mengidentifikasi model mental siswa materi hidrokarbon.

C. Petunjuk

1. Bapak/Ibu dimohon memberikan penilaian dengan memberikan skor pada kolom yang telah disediakan jika butir soal instrumen sesuai dengan aspek yang dinilai.
2. Kategori pemberian skor :

4 = Sangat baik	2 = Kurang Baik
3 = Baik	1 = Tidak Baik
3. Bapak/Ibu dimohon berkenan untuk memuliskan kritik serta saran guna perbaikan instrumen.

D. Penilaian

Aspek Penilaian	Nomor Soal														
	1			2			3			4			5		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Aspek Materi															
1. Butir Soal sesuai dengan indikator soal	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3

2. Soal sesuai muatan materi hidrokarbon	4	4	4	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	4	4
3. Butir soal sesuai dengan level representasi kimia	4	4	4	5	4	4	5	5	4	5	4	5	5	4	4
Aspek Konstruk															
4. Terdapat petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5. Rumusan soal menggunakan kalimat tanya yang jelas	4	5	5	4	5	4	4	4	4	5	4	5	5	5	5
6. Penggunaan huruf, ukuran, dan spasi sudah jelas, baik, dan benar	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5
7. Penggunaan kalimat pada soal tidak menimbulkan penafsiran ganda	5	4	5	4	4	5	4	5	5	4	4	5	5	5	5
8. Kalimat yang digunakan dalam soal logis	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4
9. Gambar disajikan dengan jelas dan terbaca	5	5	5	4	4	4	4	5	5	4	5	4	5	4	4
Aspek Bahasa															
10. Butir soal menggunakan bahasa yang komunikatif	5	4	5	4	4	4	5	4	5	5	4	5	4	4	4
11. Butir soal menggunakan bahasa yang baik dan benar	5	4	4	4	4	5	4	4	5	4	5	4	4	4	4
12. Butir soal menggunakan kalimat efektif	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	4	4

E. Komentar dan Saran

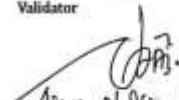
Pada beberapa poin diperjelas lagi gambaranya, informasi apa yg diinginkan pada gambar, terutama pendengkaan keterangan pada gambar.

F. Kesimpulan

Berdasarkan penilaian tersebut, mohon berikan pendapat Bapak/Ibu dengan melingkari salah satu nomor yang sesuai dengan pendapat Bapak/Ibu :

- a. Layak diujikan tanpa revisi
- ☒ b. Layak diujikan dengan revisi
- c. Tidak/belum layak untuk diujikan

Jepara, 10 Maret 2025
Validator


Aiman Nadhifah, S.Pd-Si
NIP. _____

Lampiran 13. Hasil Validasi Validator 4

LEMBAR VALIDASI KISI KISI INSTRUMEN SOAL

Judul Penelitian : Pengembangan Instrumen Asesmen Multis Level Representasi untuk Mengidentifikasi Model Mental Siswa Materi Hidrokarbon.

Peneliti : Silvia Afriyanti

Validator : Putri Fathah Kamilah, S. Pd

Instansi : Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang

A. Pengantar

Lembar validasi ini digunakan untuk memilih instrumen soal uraian yang memenuhi kriteria valid dan layak digunakan. Penelitian ini juga untuk memperoleh kritik dan saran Bapak/Ibu terhadap instrumen soal yang dibuat. Saya ucapkan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

B. Tujan

Tujuan penggunaan instrumen ini adalah untuk mengukur kevalidan kisi-kisi dan item soal dalam pengembangan instrumen asesmen multi level representasi untuk mengidentifikasi model mental siswa materi hidrokarbon.

C. Petunjak

1. Bapak/Ibu dimohon memberikan penilaian dengan memberikan skor pada kolom yang telah disediakan jika butir soal instrumen sesuai dengan aspek yang dinilai.
2. Kategori pemberian skor :

4 = Sangat baik	2 = Kurang Baik
3 = Baik	1 = Tidak Baik
3. Bapak/Ibu dimohon berkenan untuk menuliskan kritik serta saran guna perbaikan instrumen.

D. Penilaian

[illegible]

2. Soal sesuai muatan materi hidrokarbon	3	4	4	3	3	4	3	3	4	4	4	4	3	4	3
3. Butir soal sesuai dengan level representasi kimia	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	3	4	4	4
Aspek Konstruk															
4. Terdapat petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
5. Rumusan soal menggunakan kalimat tanya yang jelas	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3	3	3
6. Penggunaan huruf, ukuran, dan spasi sudah jelas, baik, dan benar	3	4	3	4	3	4	4	3	3	3	4	3	3	3	3
7. Penggunaan kalimat pada soal tidak menimbulkan penafsiran ganda	3	4	4	3	4	3	4	3	4	3	3	4	3	4	4
8. Kalimat yang digunakan dalam soal logis	4	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	4	4	3
9. Gambar disajikan dengan jelas dan terbaca	3	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4	3	4
Aspek Bahasa															
10. Butir soal menggunakan bahasa yang komunikatif	4	3	4	3	4	3	3	4	3	4	4	3	4	3	4
11. Butir soal menggunakan bahasa yang baik dan benar	4	4	4	3	4	3	3	3	4	3	4	3	4	4	4
12. Butir soal menggunakan kalimat efektif	3	4	3	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4

E. Komentar dan Saran**F. Kesimpulan**

Berdasarkan penilaian tersebut, mohon berikan pendapat Bapak/Ibu dengan melingkari salah satu nomor yang sesuai dengan pendapat Bapak/Ibu :

- ☐ a. Layak diujikan tanpa revisi
- ☐ b. Layak diujikan dengan revisi
- ☐ c. Tidak/belum layak untuk diujikan

Jepara, 17 Maret 2025
Validator


Putri Farhan Kamilah, S.Pd.
NIP. _____

Lampiran 14. Sampel Jawaban Responden

(75)

LEMBAR JAWABAN

NAMA : Muhammad Mikael Fathik Khor
 KELAS : XI-FA

1. Hidrokarbon adalah senyawa yang terdiri dari hidrogen (H) dan karbon (C). LGS diartikan untuk nama senyawa di atas

2. a) LGS → propena (C_3H_6)
 b) LGS → butana (C_4H_{10})

Struktur Lewis:

Propena: $H_2C=CH-CH_3$
 Butana: $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$

3. a) LGS yang terjadi di atmosfer antara karbon yang masuk dari hutan dan oksigen sehingga terjadi proses pembakaran dan menghasilkan air. Untuk hasil pembakaran LGS menghasilkan CO_2 dan H_2O

b) $C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$

c) Karena LGS terbalik

4. a) LGS yang terjadi di atmosfer terjadi pembakaran. Air kemudian baru di atmosfer (udara yang mengandung gas oksigen dan karbon dioksida) yang kemudian terjadi proses pembakaran. Karena udara yang mengandung gas oksigen yang pembakaran menjadi tak sempurna.

b) LGS baru → $C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$
 produk CO_2 dan H_2O
 LGS. Kuning, atau orange → $C_3H_8 + O_2 \rightarrow CO + H_2O$
 produk CO

c) LGS yang terjadi di atmosfer terjadi pembakaran. Karena udara yang mengandung gas oksigen dan karbon dioksida yang pembakaran menjadi tak sempurna.

5. a) Karena ketika proses pembakaran terjadi maka akan menghasilkan air dan karbon dioksida.

b) Benar → LGS → ben polar
 Air → H_2O → polar

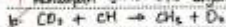
c) Karena susunan molekulnya

LEMBAR JAWABAN

NAMA : Ahmad Syarif T

KELAS : XI. F2

1. a. Hidrokarbon adalah senyawa Hidrogen dan karbon yang berguna untuk kebutuhan yaitu LPG digunakan untuk bahan bakar memasak



Rantai propil

2. a. Keras terjadi polimerisasi pada suhu rendah yang dihasilkan yaitu CD_2
 b. $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$
 c. Keras terjadi dengan reaksi hidrokarbon akan terbakar

3. a. Api berwarna biru karena api sangat panas sehingga api berwarna biru Sedangkan api berwarna kuning / oranye karena api tidak panas
 b. $\text{C}_2\text{H}_2 + 5\text{O}_2 \rightarrow 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + \text{energi}$
 c. Molekul propena dan oksigen pecah dan terbentuk menjadi gas CO_2

4. a. Cairan yang terdiri dari bensin dan bahan bakar air
 b. Cairan cair tidak dapat menyatu karena perbedaan sifat fisik yaitu perbedaan warna dan massa jenis
 c. Air + H_2O = polar
 d. Bensin + C_2H_2 = non-polar
 e. Air dan bensin tidak dapat menyatu karena berbeda sifat antara polar dengan non-polar

5. a. Ya, karena polimerisasi menghasilkan CO sehingga mengakibatkan pencemaran udara
 b. Bensin terbakar menghasilkan CO dan partikel reaksinya $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$
 c. CO mengakibatkan asap beracun dan sinar matahari menjadi teredam

LEMBAR JAWABAN

NAMA : Laborator 1224

KELAS : $\bar{E}_1 - \bar{F}_1$

1. a) Hidrokarbon yaitu senyawa yang digunakan dalam berbagai bahan bakar. Senyawa tersebut adalah LPG. Senyawa hidrokarbon terdiri dari Metana & Karbon. LPG biasanya digunakan untuk memasak.

3 b) LPG $\rightarrow$ propaga (C_3H_8)

г) Пропан (C_3H_8)



2. $x \in \mathbb{R}$ Liniel Abstrakte reelle Zahlen werden nicht dargestellt

Produk yang dihasilkan adalah CO_2 .

$$C_{15}H_{22} + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$$

c) Dulu jadi paras dan cemberu

4) Kelas bisa menjadi pemangku nilai dan norma

b) Reaksi kimia antara hidrokarbon dengan jumlah gas LPG yang digunakan untuk memasak

c) Molekul propena dan oksigen pecah dan terbentuk senyawa baru.

4. H_2O kedua cawan tersebut tidak dapat menyala kerana perbedaan kelajuan. Benzin dan air tidak dapat menyala.

..... H₂O (air)

C_2H_4 (benzin gasu (etena))

2.3 Air bersifat polar dan benzen non-polar sehingga tidak dapat berinteraksi.

4. a) Ya, karena pembakaran bensin menghasilkan CO_2 . Gas rumah kaca (CO_2) akan menaikkan suhu proses pembakaran membuat proses lebih cepat.

di pL vektor sehingga mempunyai protein kDa

7c) CO_2 membuat hujan asam bisa merusak bangunan dari marmer

Lampiran 15. Hasil analisis validitas ahli

Penilai	Aspek Penilaian	1a	1b	1c	2a	2b	2c	3a	3b	3c	4a	4b	4c	5a	5b	5c
Validator 1	Butir soal sesuai dengan indikator	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	4	3	4	4	4
	soal sesuai dengan muatan materi hidrokarbon	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3
	Butir soal sesuai dengan level representasi kimia	3	3	4	3	4	4	3	4	4	4	3	3	4	3	3
	Terdapat petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Rumusan soal menggunakan	3	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4

mengerjakan soal																
Rumusan soal menggunakan kalimat tanya yang jelas	3	3	3	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4
Penggunaan huruf, ukuran, dan spasi sudah jelas, baik, dan benar	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4
Penggunaan kalimat pada soal tidak menimbulkan penafsiran ganda	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	3	3	4	3
Kalimat yang digunakan dalam soal logis	3	3	3	4	4	3	4	3	4	3	4	3	3	3	3	3
Gambar disajikan dengan jelas dan terbaca	4	3	3	4	4	4	3	3	4	4	3	4	3	4	3	3

	Butir soal menggunakan bahasa yang komunikatif	4	3	3	4	3	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3
	Butir soal menggunakan bahasa yang baik dan benar	4	4	3	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	3
	Butir soal menggunakan kalimat efektif	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	4	4	3	4
Validator 3	Butir soal sesuai dengan indikator	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3
	soal sesuai dengan muatan materi hidrokarbon	4	4	4	3	3	4	3	4	3	3	3	4	3	4	4
	Butir soal sesuai dengan level representasi kimia	4	4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	4	3	3	4

	Gambar disajikan dengan jelas dan terbaca	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	3	4
	Butir soal menggunakan bahasa yang komunikatif	3	4	3	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3	4	4
	Butir soal menggunakan bahasa yang baik dan benar	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4
	Butir soal menggunakan kalimat efektif	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	4	3
Validator 4	Butir soal sesuai dengan indikator	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4
	soal sesuai dengan muatanmateri hidrokarbon	3	4	4	3	3	4	3	3	4	4	4	4	3	4	3
	Butir soal sesuai dengan	4	4	3	4	4	4	4	3	4	3	4	4	3	4	4

	level representasi kimia															
	Terdapat petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
	Rumusan soal menggunakan kalimat tanya yang jelas	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3	3
	Penggunaan huruf, ukuran, dan spasi sudah jelas, baik, dan benar	3	4	3	4	3	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3
	Penggunaan kalimat pada soal tidak menimbulkan penafsiran ganda	3	4	4	3	4	3	4	3	3	4	3	3	4	3	4

	Kalimat yang digunakan dalam soal logis	4	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	4	4	3
	Gambar disajikan dengan jelas dan terbaca	3	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4	3	4
	Butir soal menggunakan bahasa yang komunikatif	4	3	4	3	4	3	3	4	3	4	4	3	4	3	4
	Butir soal menggunakan bahasa yang baik dan benar	4	4	4	4	3	4	3	3	3	4	3	4	3	4	4
	Butir soal menggunakan kalimat efektif	3	4	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4
Total Skor Validasi oleh Validator		17 2	17 3	17 1	17 3	17 6	179	17 6	17 1	17 3	17 5	1 7 4	17 7	17 3	1 7 4	17 3
(Sr)		90 %	90 %	89 %	90 %	92 %	93 %	92 %	89 %	90 %	91 %	9 1 %	92 %	90 %	9 1 %	90 %

Lampiran 16. Matriks Hasil Uji Coba Produk

No.	Kode	Nama Siswa	INDIKATOR											
			1			2			3			4		
1	A1	Faila Shoffa	4	3	3	1	3	0	3	2	2	1	1	0
			Scientific			Synthetic			Synthetic			Initial		
2	A2	M. Mikael F.K	4	4	3	4	3	1	3	4	4	4	3	0
			Scientific			Synthetic			Scientific			Synthetic		
3	A3	Khadirotul Qudsiyah	2	1	1	0	1	0	1	2	1	2	1	1
			initial			initial			initial			Initial		
4	A4	Dhea Endah	3	2	2	1	1	1	2	2	1	1	0	1
			Synthetic			initial			initial			Initial		
5	A5	Yuliana Dwi H.	3	3	0	2	0	0	1	1	1	2	1	0
			Synthetic			initial			initial			Initial		
6	A6	Abdul Aziz	3	4	3	2	3	1	1	2	0	2	1	2
			Scientific			Synthetic			initial			Initial		
7	A7	Alexander F.	3	3	3	1	0	1	2	2	1	3	2	1

			Scientific	initial	initial	Synthetic	initial
8	A8	Alifatul Aufa	4 4 3	2 3 2	2 2 2	3 2 2	2 2 0
			Scientific	Synthetic	initial	Synthetic	initial
9	A9	Nurun Nihlatus Silvia	4 3 3	3 3 1	3 3 3	2 1 3	2 2 0
			Scientific	Synthetic	Scientific	Synthetic	initial
10	A10	Naila Zahra A.	3 3 1	1 3 2	2 1 3	2 2 0	2 2 0
			Synthetic	Synthetic	Synthetic	initial	initial
11	A11	Zahra Al Firdaus	3 1 1	2 1 0	1 1 1	2 3 2	2 2 1
			Synthetic	initial	initial	Synthetic	initial
12	A12	Zahrotul Izzah	4 3 3	3 3 1	2 1 3	3 3 3	4 3 3
			Scientific	Synthetic	Synthetic	Scientific	Scientific
13	A13	Ahmad Khalef Saefullah	3 3 3	3 3 1	1 3 2	1 3 1	2 2 0
			Scientific	Synthetic	Synthetic	Synthetic	initial
14	A14	M. Sholikhul Huda	3 1 2	2 3 0	2 2 1	3 2 0	4 2 0
			Synthetic	Synthetic	initial	Synthetic	Synthetic
15	A15	Ahmad Syarif T.	4 0 1	3 3 1	3 2 2	4 3 3	2 2 2

			Synthetic	Synthetic	Synthetic	Scientific	initial
16	A16	Rizky Aulia	1 1 1	2 1 1	1 1 0	2 3 1	3 3 2
			initial	initial	initial	Synthetic	Synthetic
17	A17	Meisha Asha Azkia	4 1 1	2 3 1	1 0 1	2 3 2	2 2 1
			Synthetic	Synthetic	initial	Synthetic	initial
18	A18	Anisa Zahrotus Sita	4 1 1	2 3 1	1 0 1	2 3 2	2 2 1
			Synthetic	Synthetic	initial	Synthetic	initial
19	A19	Nadhir	4 1 1	2 3 1	3 2 2	1 1 1	2 2 1
			Synthetic	Synthetic	Synthetic	initial	initial
20	A20	Miftah Sholahuddin	3 1 2	3 3 1	4 1 1	1 0 1	3 3 1
			Synthetic	Synthetic	Synthetic	initial	Synthetic
21	A21	M. Faiz	3 3 3	3 2 1	3 2 0	1 1 1	1 0 1
			Scientific	Synthetic	Synthetic	initial	initial
22	A22	Ahmad Zaidul	3 3 3	3 2 0	1 1 0	2 1 1	3 2 1
			Scientific	Synthetic	initial	Initial	Synthetic
23	A23	Abdul Rouf	3 3 3	3 2 0	1 1 0	2 1 1	3 2 1

			Scientific	Synthetic	initial	Initial	Synthetic
24	A24	Suryo Adi Wibowo	2 2 1	2 1 1	2 0 0	2 2 0	3 2 2
			initial	initial	initial	Initial	Synthetic
25	A25	Ihsan H.	3 3 2	3 2 2	1 1 0	2 2 1	3 2 1
			Synthetic	Synthetic	initial	Initial	Synthetic
26	A26	Laila Farikhatul K.	3 3 2	2 3 2	1 1 0	1 2 1	2 2 0
			Synthetic	Synthetic	initial	Initial	initial
27	A27	Achla Fauziatun Nada	3 3 2	2 3 2	1 1 0	1 2 1	2 2 0
			Synthetic	Synthetic	initial	Initial	initial

Lampiran 17. Rekapitulasi Revisi Kisi-Kisi Instrumen Asesmen Multi Level Representasi untuk Mengidentifikasi Model Mental Siswa

No. Soal	Sebelum revisi	Sesudah Revisi
1 (a,b,c)	 Amati gambar di samping! Pada gambar disamping merupakan contoh produk yang mengandung hidrokarbon dalam kehidupan sehari hari.	 Amati gambar di samping! Pada gambar di samping merupakan contoh produk yang mengandung hidrokarbon dalam kehidupan sehari hari.
	d. Berdasarkan gambar yang diberikan, Apa yang dapat kamu simpulkan tentang hidrokarbon? Jelaskan bagaimana produk tersebut digunakan dalam sehari-hari e. Tuliskan rumus kimia dan nama senyawa dari salah satu produk senyawa hidrokarbon pada gambar yang diberikan! f. Gambarkan struktur molekul senyawa	d. Berdasarkan gambar yang diberikan, Apa yang dapat kamu simpulkan tentang hidrokarbon? Jelaskan bagaimana produk tersebut digunakan dalam sehari-hari! e. Tuliskan rumus kimia dan nama senyawa utama pada gambar yang diberikan! f. Gambarkan struktur molekul senyawa hidrokarbon tersebut menggunakan model bola-bola atom! Jelaskan bagaimana susunan atom-atomnya dan

hidrokarbon tersebut secara sederhana. Jelaskan jenis ikatan yang ada pada molekul (ikatan tunggal, rangkap dua, atau rangkap tiga).

- 2 (c) Lilin umumnya terdiri dari parafin, yang merupakan campuran alkana dengan rantai panjang. Salah satu komponen utama parafin adalah n-heksadekana ($C_{16}H_{34}$). Menurut Anda, apa yang terjadi pada ikatan kimia dalam molekul hidrokarbon tersebut ketika lilin terbakar? Jelaskan berdasarkan pemahaman Anda!

3 (a)



Perhatikan fenomena berikut! Ketika saat memasak menggunakan kompor gas, api yang terlihat

berwarna biru. Namun, pada kondisi tertentu, api bisa berubah menjadi kuning atau oranye. Mengapa api pada kompor gas berwarna biru saat digunakan untuk memasak? Apa yang

sebutkan jenis ikatan kimia (ikatan tunggal, rangkap dua, atau rangkap tiga) yang terdapat dalam molekul tersebut!

Apa yang terjadi pada ikatan kimia dalam molekul hidrokarbon ketika lilin terbakar? Jelaskan berdasarkan pemahaman Anda!

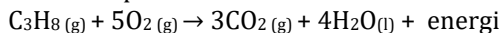


Perhatikan fenomena berikut! Ketika saat memasak menggunakan kompor gas, api yang terlihat

berwarna biru. Namun, pada kondisi tertentu, api bisa berubah menjadi kuning atau oranye. Mengapa api pada kompor gas berwarna biru saat digunakan untuk

menyebabkan api berubah menjadi kuning atau oranye? Jelaskan berdasarkan pengamatan Anda!

3 (b) Perhatikan persamaan reaksi berikut !



Reaksi diatas merupakan reaksi pembakaran sempurna salah satu komponen LPG, yaitu propana (C_3H_8).

a. Jelaskan apa yang dimaksud dengan pembakaran sempurna berdasarkan pemahaman Anda pada reaksi tersebut!

b. Jika oksigen tidak mencukupi, produk apa saja yang mungkin dihasilkan dalam pembakaran propana? Tuliskan reaksinya!

4 (a) Amati gambar disamping!

memasak? Apa yang menyebabkan api berubah menjadi kuning atau oranye? Jelaskan berdasarkan gambar di samping!

Tuliskan dan jelaskan persamaan reaksi kimia yang terjadi saat api kompor berwarna biru dan saat api kompor berubah menjadi kuning atau oranye!



Amati gambar di atas! Terlihat dua lapisan cairan dalam satu botol yang



Bensin adalah contoh senyawa hidrokarbon yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Pada gambar disamping, terlihat bahwa bensin (kuning)

mengapung di atas air (biru). Berdasarkan pengamatan Anda, mengapa bensin tidak bercampur dengan air? Jelaskan fenomena ini!

- 5 (b) Salah satu komponen utama bensin adalah oktana. Tuliskan persamaan reaksi pembakaran sempurna oktana! (Pastikan kamu menyetarakan reaksinya)

tidak saling bercampur. Salah satu lapisan berada di bagian atas, dan yang lain di bagian bawah. Apa yang dapat Anda simpulkan tentang perbedaan sifat fisik kedua cairan tersebut berdasarkan pengamatan pada gambar? Sebutkan minimal dua sifat fisik yang dapat diamati!

Produk apakah yang dihasilkan dari pembakaran bensin? Tuliskan rumus kimianya!

Lampiran 18. Hasil Rekapitulasi Perbaikan Pedoman Penskoran Dan Kunci Jawaban Instrumen Asesmen Multi Level Representasi

No Soal	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi																																																																		
Semua Soal	<table><tr><th>No. soal</th><th>Isi soal</th><th>Jawaban</th><th>Butir Penilaian</th><th>Skor</th></tr><tr><td rowspan="4">1</td><td rowspan="4">a.</td><td>Berikatan gas-gas propana yang dijual, hidrokarbon adalah senyawa yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari terutama sebagai bahan bakar pemanas dan bahan dasar pembuatan berbagai produk kimia. Hidrokarbon adalah senyawa kimia yang hanya terdiri dari karbon dan hidrogen. Hidrokarbon berasal dari minyak bumi dan gas alam, yang kemudian diolah menjadi berbagai produk seperti LPG, plastik, dan bensin. Pengemasannya dalam kehidupan sehari-hari adalah sebagai berikut:</td><td>Mengidentifikasi dan menjelaskan tentang hidrokarbon berikatan - gas-gas serta menjelaskan penggunaan produk hidrokarbon dalam kehidupan sehari-hari secara lengkap dengan sangat intens</td><td>2</td></tr><tr><td>LPG (<u>Liquid Petroleum Gas</u>) → Digunakan sebagai bahan bakar untuk memasak di rumah.</td><td>Mengidentifikasi dan menjelaskan tentang hidrokarbon berikatan gas-gas dengan tidak tepat atau hanya menjelaskan penggunaan produk dalam kehidupan sehari-hari</td><td>1</td></tr><tr><td>Plastik → Terbuat dari polimer hidrokarbon yang digunakan dalam berbagai peralatan rumah tangga dan barang elektronik.</td><td>Jawaban tentang referensi dengan gas-gas dan tidak menjelaskan dengan hidrokarbon atau tidak menjawab</td><td>0</td></tr><tr><td>Bensin → Digunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor.</td><td></td><td>0</td></tr><tr><td rowspan="4">2</td><td rowspan="4">b.</td><td>1. LPG (<u>Liquid Petroleum Gas</u>). Nama Senyawa Utama: Propana (C_3H_8) dan Butana (C_4H_{10}).</td><td>Mendefinisikan nama dan rumus kimia dengan benar dan lengkap.</td><td>2</td></tr><tr><td>2. Plastik. C_6H_6.</td><td>Banyak mendefinisikan salah satu nama dan rumus kimia dengan benar</td><td>1</td></tr><tr><td>3. Bensin. Nama Senyawa Utama: Oktana (C_8H_{18}).</td><td>Mendefinisikan nama atau rumus kimia tetapi kurang tepat</td><td>0</td></tr><tr><td></td><td></td><td>0</td></tr></table>	No. soal	Isi soal	Jawaban	Butir Penilaian	Skor	1	a.	Berikatan gas-gas propana yang dijual, hidrokarbon adalah senyawa yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari terutama sebagai bahan bakar pemanas dan bahan dasar pembuatan berbagai produk kimia. Hidrokarbon adalah senyawa kimia yang hanya terdiri dari karbon dan hidrogen. Hidrokarbon berasal dari minyak bumi dan gas alam, yang kemudian diolah menjadi berbagai produk seperti LPG, plastik, dan bensin. Pengemasannya dalam kehidupan sehari-hari adalah sebagai berikut:	Mengidentifikasi dan menjelaskan tentang hidrokarbon berikatan - gas-gas serta menjelaskan penggunaan produk hidrokarbon dalam kehidupan sehari-hari secara lengkap dengan sangat intens	2	LPG (<u>Liquid Petroleum Gas</u>) → Digunakan sebagai bahan bakar untuk memasak di rumah.	Mengidentifikasi dan menjelaskan tentang hidrokarbon berikatan gas-gas dengan tidak tepat atau hanya menjelaskan penggunaan produk dalam kehidupan sehari-hari	1	Plastik → Terbuat dari polimer hidrokarbon yang digunakan dalam berbagai peralatan rumah tangga dan barang elektronik.	Jawaban tentang referensi dengan gas-gas dan tidak menjelaskan dengan hidrokarbon atau tidak menjawab	0	Bensin → Digunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor.		0	2	b.	1. LPG (<u>Liquid Petroleum Gas</u>). Nama Senyawa Utama: Propana (C_3H_8) dan Butana (C_4H_{10}).	Mendefinisikan nama dan rumus kimia dengan benar dan lengkap.	2	2. Plastik. C_6H_6 .	Banyak mendefinisikan salah satu nama dan rumus kimia dengan benar	1	3. Bensin. Nama Senyawa Utama: Oktana (C_8H_{18}).	Mendefinisikan nama atau rumus kimia tetapi kurang tepat	0			0	<table><tr><th>No. soal</th><th>Isi soal</th><th>Jawaban</th><th>Butir Penilaian</th><th>Skor</th></tr><tr><td rowspan="4">1</td><td rowspan="4">a.</td><td>Berikatan gas-gas propana yang dijual, hidrokarbon adalah senyawa yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari terutama sebagai bahan bakar pemanas dan bahan dasar pembuatan berbagai produk kimia. Hidrokarbon adalah senyawa kimia yang hanya terdiri dari karbon dan hidrogen.</td><td>Penjelasan lengkap dan rinci tentang definisi</td><td>2</td></tr><tr><td>LPG (<u>Liquid Petroleum Gas</u>) → Digunakan sebagai bahan bakar untuk memasak di rumah.</td><td>Penjelasan sebagai bahan bakar untuk memasak di rumah</td><td>1</td></tr><tr><td>Plastik → Terbuat dari polimer hidrokarbon yang digunakan dalam berbagai peralatan rumah tangga dan barang elektronik.</td><td>Penjelasan salah satu definisi menggunakan penalaran</td><td>0</td></tr><tr><td>Bensin → Digunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor.</td><td>Bensin kimia dan nama senyawa dijelaskan dengan benar</td><td>2</td></tr><tr><td rowspan="4">2</td><td rowspan="4">b.</td><td>1. LPG (<u>Liquid Petroleum Gas</u>). Nama Senyawa Utama: Propana (C_3H_8) dan Butana (C_4H_{10}).</td><td>LPG (<u>Liquid Petroleum Gas</u>). Nama Senyawa Utama: Propana (C_3H_8) dan Butana (C_4H_{10}).</td><td>2</td></tr><tr><td>2. Plastik. C_6H_6.</td><td>Hanya salah satu yang benar atau ada kesalahan minor</td><td>1</td></tr><tr><td>3. Bensin. Nama Senyawa Utama: Oktana (C_8H_{18}).</td><td>Salah satu atau dua definisi yang benar</td><td>0</td></tr><tr><td></td><td></td><td>0</td></tr></table>	No. soal	Isi soal	Jawaban	Butir Penilaian	Skor	1	a.	Berikatan gas-gas propana yang dijual, hidrokarbon adalah senyawa yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari terutama sebagai bahan bakar pemanas dan bahan dasar pembuatan berbagai produk kimia. Hidrokarbon adalah senyawa kimia yang hanya terdiri dari karbon dan hidrogen.	Penjelasan lengkap dan rinci tentang definisi	2	LPG (<u>Liquid Petroleum Gas</u>) → Digunakan sebagai bahan bakar untuk memasak di rumah.	Penjelasan sebagai bahan bakar untuk memasak di rumah	1	Plastik → Terbuat dari polimer hidrokarbon yang digunakan dalam berbagai peralatan rumah tangga dan barang elektronik.	Penjelasan salah satu definisi menggunakan penalaran	0	Bensin → Digunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor.	Bensin kimia dan nama senyawa dijelaskan dengan benar	2	2	b.	1. LPG (<u>Liquid Petroleum Gas</u>). Nama Senyawa Utama: Propana (C_3H_8) dan Butana (C_4H_{10}).	LPG (<u>Liquid Petroleum Gas</u>). Nama Senyawa Utama: Propana (C_3H_8) dan Butana (C_4H_{10}).	2	2. Plastik. C_6H_6 .	Hanya salah satu yang benar atau ada kesalahan minor	1	3. Bensin. Nama Senyawa Utama: Oktana (C_8H_{18}).	Salah satu atau dua definisi yang benar	0			0
No. soal	Isi soal	Jawaban	Butir Penilaian	Skor																																																																
1	a.	Berikatan gas-gas propana yang dijual, hidrokarbon adalah senyawa yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari terutama sebagai bahan bakar pemanas dan bahan dasar pembuatan berbagai produk kimia. Hidrokarbon adalah senyawa kimia yang hanya terdiri dari karbon dan hidrogen. Hidrokarbon berasal dari minyak bumi dan gas alam, yang kemudian diolah menjadi berbagai produk seperti LPG, plastik, dan bensin. Pengemasannya dalam kehidupan sehari-hari adalah sebagai berikut:	Mengidentifikasi dan menjelaskan tentang hidrokarbon berikatan - gas-gas serta menjelaskan penggunaan produk hidrokarbon dalam kehidupan sehari-hari secara lengkap dengan sangat intens	2																																																																
		LPG (<u>Liquid Petroleum Gas</u>) → Digunakan sebagai bahan bakar untuk memasak di rumah.	Mengidentifikasi dan menjelaskan tentang hidrokarbon berikatan gas-gas dengan tidak tepat atau hanya menjelaskan penggunaan produk dalam kehidupan sehari-hari	1																																																																
		Plastik → Terbuat dari polimer hidrokarbon yang digunakan dalam berbagai peralatan rumah tangga dan barang elektronik.	Jawaban tentang referensi dengan gas-gas dan tidak menjelaskan dengan hidrokarbon atau tidak menjawab	0																																																																
		Bensin → Digunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor.		0																																																																
2	b.	1. LPG (<u>Liquid Petroleum Gas</u>). Nama Senyawa Utama: Propana (C_3H_8) dan Butana (C_4H_{10}).	Mendefinisikan nama dan rumus kimia dengan benar dan lengkap.	2																																																																
		2. Plastik. C_6H_6 .	Banyak mendefinisikan salah satu nama dan rumus kimia dengan benar	1																																																																
		3. Bensin. Nama Senyawa Utama: Oktana (C_8H_{18}).	Mendefinisikan nama atau rumus kimia tetapi kurang tepat	0																																																																
				0																																																																
No. soal	Isi soal	Jawaban	Butir Penilaian	Skor																																																																
1	a.	Berikatan gas-gas propana yang dijual, hidrokarbon adalah senyawa yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari terutama sebagai bahan bakar pemanas dan bahan dasar pembuatan berbagai produk kimia. Hidrokarbon adalah senyawa kimia yang hanya terdiri dari karbon dan hidrogen.	Penjelasan lengkap dan rinci tentang definisi	2																																																																
		LPG (<u>Liquid Petroleum Gas</u>) → Digunakan sebagai bahan bakar untuk memasak di rumah.	Penjelasan sebagai bahan bakar untuk memasak di rumah	1																																																																
		Plastik → Terbuat dari polimer hidrokarbon yang digunakan dalam berbagai peralatan rumah tangga dan barang elektronik.	Penjelasan salah satu definisi menggunakan penalaran	0																																																																
		Bensin → Digunakan sebagai bahan bakar kendaraan bermotor.	Bensin kimia dan nama senyawa dijelaskan dengan benar	2																																																																
2	b.	1. LPG (<u>Liquid Petroleum Gas</u>). Nama Senyawa Utama: Propana (C_3H_8) dan Butana (C_4H_{10}).	LPG (<u>Liquid Petroleum Gas</u>). Nama Senyawa Utama: Propana (C_3H_8) dan Butana (C_4H_{10}).	2																																																																
		2. Plastik. C_6H_6 .	Hanya salah satu yang benar atau ada kesalahan minor	1																																																																
		3. Bensin. Nama Senyawa Utama: Oktana (C_8H_{18}).	Salah satu atau dua definisi yang benar	0																																																																
				0																																																																

1 (c)

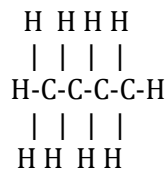
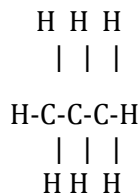
LPG (Propana dan Butana):

Struktur molekul :

Propana (C_3H_8)Butana (C_4H_{10})**LPG (Propana dan Butana):**

Struktur molekul :

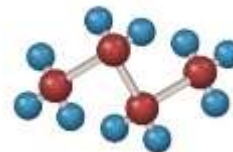
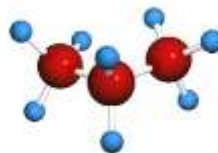
Propana (C_3H_8)Butana (C_4H_{10})



Jenis Ikatan :

Semua ikatan dalam propana dan butana adalah ikatan tunggal (sigma bonds) antar atom karbon dan hidrogen.

Jenis Ikatan :
Semua ikatan dalam



propana dan butana adalah ikatan tunggal (sigma bonds) antar atom karbon dan hidrogen.

Lampiran 19. Dokumentasi Penelitian



RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Silvia Afriyanti
2. Tempat, Tanggal Lahir : Jepara, 23 April 2002
3. Alamat Rumah : Damarjati, rt 05 rw 05
Kalinyamatan Jepara
4. No. Hp : 088233839042
5. Email : silvia.afriyanti23@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal
 - a. SDN 01 Damarjati
 - b. MTS Darul Ulum Purwogondo
 - c. MAN 1 Jepara
 - d. UIN Walisongo Semarang

Semarang, 20 Juni 2025

Silvia Afriyanti

NIM. 2008076011