

**ANALISIS PEMAHAMAN KONSEP SISWA KELAS  
XI PADA MATERI STOIKIOMETRI BERBASIS  
*CONDITIONAL KNOWLEDGE* DI MAN 1  
LAMONGAN**

SKRIPSI

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



Oleh:

**Adinda Nur Khofifatus Sa'adah**  
NIM : 1708076024

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
SEMARANG  
2021**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Adinda Nur Khofifatus Sa'adah

NIM : 1708076024

Jurusan : Pendidikan Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**Analisis Pemahaman Konsep Siswa Kelas XI pada Materi  
Stoikiometri Berbasis *Conditional Knowledge* di MAN 1**

**Lanongan**

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

Semarang, 30 Juni 2021  
Pembuat Pernyataan



**Adinda Nur Khofifatus Sa'adah**  
NIM. 1708076024



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

Jl. Prof Dr. Hamka (Kampus II) Ngaliyan Semarang  
Telp.(024) 7601295 Fax. 7615387 Semarang 50185

HALAMAN PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini :

Judul : **Analisis Pemahaman Konsep Siswa Kelas XI Pada Materi Stoikiometri Berbasis *Conditional Knowledge* di MAN 1 Lamongan**

Penulis : Adinda Nur Khofifatus Sa'adah

NIM : 1708076024

Prodi : Pendidikan Kimia

Telah diujikan dalam sidang *tugas akhir* oleh dewan penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam ilmu pendidikan kimia.

Semarang, 02 Juli 2021

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang

Drs. H. A. Hasmy Hashona, M.A.  
NIP. 19640308 199303 1 0000

Sekretaris Sidang

Mohammad Agus Prayitno, M.Pd  
NIP. 19850502 201903 1 0080

Penguji Utama I

Dr. Suwahono, S.Pd., M.Pd  
NIP. 19720520 199903 1 0040

Penguji Utama II

Ella Izatin Nada, M.Pd  
NIP. 199210062019032023



Pembimbing

Anita Fibonacci, M.Pd  
NIDN. 2028118701

## NOTA PEMBIMBING

Semarang, 30 Juni 2021

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Kimia  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Walisongo

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

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

Judul : Analisis Pemahaman Konsep Siswa Kelas XI  
pada Materi Stoikiometri Berbasis  
*Conditional Knowledge* di MAN 1 Lamongan

Nama : **Adinda Nur Khofifatus Sa'adah**

NIM : 1708076024

Jurusan : Pendidikan Kimia

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

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Dosen Pembimbing,



**Anita Fibonacci, M. Pd.**  
NIDN. 20281118701

## ABSTRAK

**Judul** : Analisis Pemahaman Konsep Siswa Kelas XI pada Materi Stoikiometri Berbasis *Conditional Knowledge* di MAN 1 Lamongan

Penulis : Adinda Nur Khofifatus Sa'adah

NIM : 1708076024

Pemahaman konsep berbasis *conditional knowledge* merupakan kompetensi yang dimiliki siswa dalam memahami dan melakukan prosedur (perhitungan) secara tepat, efisien dan sesuai dengan situasi yang sedang mereka hadapi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat pemahaman konsep dan letak kesulitan siswa pada materi stoikiometri berbasis *conditional knowledge*. Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif secara deskriptif. Partisipan penelitian merupakan siswa kelas XI MIPA 2 MAN 1 Lamongan yang dipilih melalui teknik *simple random sampling*. Sumber data penelitian diperoleh melalui instrumen tes pemahaman konsep berbasis *conditional knowledge* dan wawancara siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 71% siswa memiliki pemahaman konsep pada materi stoikiometri berkriteria sangat rendah dan tergolong kedalam *low conditional knowledge* dan sebanyak 29% siswa dikategorikan memiliki pemahaman konsep sedang dan tergolong kedalam *medium conditional knowledge*. Adapun kesulitan siswa pada materi stoikiometri terletak pada hampir seluruh konsep yang ada pada materi stoikiometri, yaitu: penerapan hukum dasar kimia, konsep massa atom relatif, konsep mol, konsep pereaksi pembatas, konsep perhitungan konsentrasi, konsep penentuan rumus empiris dan senyawa hidrat, dan beberapa siswa memiliki kesulitan pada konsep penyetaraan reaksi kimia.

**Kata kunci:** Pemahaman konsep, *conditional knowledge*, stoikiometri

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmaanirrahiim.*

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufiq, hidayah, serta nikmat berupa kesehatan dan kesempatan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Analisis Pemahaman Konsep Siswa Kelas XI pada Materi Stoikiometri Berbasis *Conditional Knowledge* di MAN 1 Lamongan dengan baik, *alhamdulillah*. Banyak peristiwa dan pengalaman yang telah dilewati penulis selama menyusun skripsi ini guna menyelesaikan studi jenjang S1 dan memperoleh gelar Sarjana Pendidikan bidang Ilmu Pengetahuan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang. Semoga penulis dapat mengambil hikmah dan pelajaran atas apa yang telah dilaluinya.

Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang ikut andil dalam memberikan bantuan, motivasi, dukungan, serta doa dalam menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis bermaksud untuk mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, Bapak Dr. H. Ismail, M. Ag.

2. Ketua Jurusan sekaligus Ketua Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, Ibu Atik Rahmawati, S. Pd., M. Si.
3. Sekretaris Jurusan sekaligus Sekretaris Prodi Pendidikan Kimia Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, Ibu Wirda Udaibah, M. Si.
4. Ibu Anita Fibonacci, M. Pd. selaku dosen pembimbing yang telah sabar membimbing dan memberikan banyak arahan kepada penulis selama penyusunan skripsi
5. Bapak A. Hasmy Hashona M. A. selaku Dosen Wali Akademik yang senantiasa memberikan motivasi selama penulisan skripsi dan menjadi orang tua kedua bagi penulis selama menjalani perkuliahan S1
6. Segenap Dosen Pendidikan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang yang senantiasa ikhlas mengajar dan membimbing penulis selama masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi
7. Bapak Mustakim dan Ibu Fitriatun, selaku orang tua penulis yang tidak pernah putus berdoa dan memberikan semangat untuk keberhasilan penulis, penulis sangat menyayangi mereka
8. M. Babus Salam, adik kandung yang selalu menjadi adik kesayangan penulis

9. Segenap keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan dan semangat kepada penulis untuk menjadi pribadi yang dapat memberikan manfaat kepada orang lain
10. Sahabat setia penulis: Putri Septiani Eka Irwanti, Jami'atul Masruroh Taufiq, dan Masintani Khofifa Ningrum yang telah senantiasa ada untuk menemani penulis di kala suka maupun duka
11. Sahabat-sahabat TAYO: Binti Mutammimah, Citra Nur Fatikhah, dan R. Krisna Dara Alifa Zulfirman yang telah menemani dan mewarnai kehidupan penulis selama menempuh pendidikan S1
12. Teman-teman Pendidikan Kimia 2017 kelas A sebagai teman seperjuangan yang tidak segan berbagi ilmu dan pengalaman kepada penulis selama menempuh pendidikan S1
13. Sahabat-sahabat penulis di Asrama Putri Al Miroh, terutama Maf'ula Ainur Rofi'ah yang sudah menjadi *roommate* dan selalu menemani penulis selama menetap di Kota Semarang
14. Segenap guru MAN 1 Lamongan yang sudah membantu dan memberikan kesempatan kepada penulis melakukan riset untuk menyelesaikan skripsi



15. Siswa kelas XI MIPA 2 dan XII MIPA 5 MAN 1 Lamongan yang telah berpartisipasi dan membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi
16. Semua pihak yang telah berkontribusi dan memberikan dukungan yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu. Penulis mengucapkan terima kasih, semoga kebaikan mereka diberikan pahala oleh Allah SWT.

Semarang, 30 Juni 2021

Penulis



**Adinda Nur Khofifatus Sa'adah**  
NIM. 1708076024

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>PENGESAHAN</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>NOTA PEMBIMBING</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	8
C. Fokus Masalah.....	9
D. Rumusan Masalah .....	9
E. Tujuan Penelitian.....	9
F. Manfaat Penelitian .....	10
<b>BAB II ANALISIS PEMAHAMAN KONSEP SISWA PADA MATERI STOIKIOMETRI BERBASIS <i>CONDITIONAL</i> <i>KNOWLEDGE</i></b> .....	<b>11</b>
A. Kajian Teori.....	11
1. Pengertian Pemahaman Konsep .....	11
2. Pengertian <i>Conditional Knowledge</i> (Pengetahuan Kondisional) .....	15
3. Pembelajaran Kimia di MAN 1 Lamongan .....	23
4. Konsep Stoikiometri.....	28
B. Kajian Penelitian yang Relevan.....	40
C. Kerangka Berpikir .....	46
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>50</b>
A. Jenis Penelitian .....	50
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	50
C. Populasi dan Sampel Penelitian.....	51

D.	Definisi Operasional Variabel .....	51
E.	Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data .....	52
F.	Validitas dan Reliabilitas Instrumen .....	54
G.	Teknik Analisis Data .....	57
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>59</b>
A.	Deskripsi Hasil Penelitian .....	59
B.	Pembahasan.....	72
C.	Keterbatasan Penelitian.....	119
<b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>121</b>
A.	Simpulan.....	121
B.	Implikasi.....	122
C.	Saran .....	122

**Daftar Pustaka**  
**Lampiran-lampiran**

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 3.1	Kriteria acuan reliabilitas instrumen tes	56
Tabel 3.2	Kategori <i>conditional knowledge</i>	58
Tabel 4.1	Indikator materi stoikiometri yang diwakili tiap soal tes	63
Tabel 4.2	Statistik hasil tes pemahaman konsep siswa pada materi stoikiometri berbasis <i>conditional knowledge</i>	64
Tabel 4.3	Kriteria skor tes 35 siswa	66

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1	Contoh soal conditional knowledge	22
Gambar 2.2	Hubungan persamaan konsep mol	34
Gambar 2.3	Bagan kerangka berpikir	49
Gambar 4.1	Grafik distribusi skor tes siswa	65
Gambar 4.2	Persentase kriteria skor tes siswa	67
Gambar 4.3	Rata-rata capaian siswa pada tiap indikator <i>conditional knowledge</i>	69
Gambar 4.4	Persentase rata-rata capaian jawaban siswa	69
Gambar 4.5	Banyak siswa dan jawaban yang diberikan siswa pada tiap soal	72
Gambar 4.6	Jawaban siswa pada soal tes nomor 1	75
Gambar 4.7	Contoh jawaban siswa pada soal tes nomor 1	76
Gambar 4.8	Jawaban siswa pada soal tes nomor 2A	80
Gambar 4.9	Contoh jawaban siswa pada soal tes nomor 2A	81
Gambar 4.10	Jawaban siswa pada soal tes nomor 2B	85
Gambar 4.11	Contoh jawaban siswa pada soal tes nomor 2B	86
Gambar 4.12	Jawaban siswa pada soal tes nomor 3	90
Gambar 4.13	Contoh jawaban siswa pada soal tes nomor 3	91
Gambar 4.14	Jawaban siswa pada soal tes	94

	nomor 4A	
Gambar 4.15	Contoh jawaban siswa pada soal tes nomor 4A	95
Gambar 4.16	Jawaban siswa pada soal tes nomor 4B	99
Gambar 4.17	Contoh jawaban siswa pada soal tes nomor 4B	100
Gambar 4.18	Jawaban siswa pada soal tes nomor 4C	103
Gambar 4.19	Contoh jawaban siswa pada soal tes nomor 4C	104
Gambar 4.20	Jawaban siswa pada soal tes nomor 5A	108
Gambar 4.21	Contoh jawaban siswa pada soal tes nomor 5A	109
Gambar 4.22	Jawaban siswa pada soal tes nomor 5B	112
Gambar 4.23	Contoh jawaban siswa pada soal tes nomor 5B	112
Gambar 4.24	Contoh jawaban siswa pada soal tes nomor 5C	116
Gambar 4.25	Contoh jawaban siswa pada soal tes nomor 5C	117

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Lampiran 1	Skema Kerja Penelitian	132
Lampiran 2	Kisi-Kisi Instrumen Tes Pemahaman Konsep Stoikiometri Berbasis <i>Conditional Knowledge</i>	133
Lampiran 3	Lembar Uji Coba Soal Tes Pemahaman Konsep Stoikiometri Berbasis <i>Conditional Knowledge</i>	142
Lampiran 4	Kunci Jawaban Lembar Uji Coba Instrumen Tes Pemahaman Konsep Stoikiometri Berbasis <i>Conditional Knowledge</i>	157
Lampiran 5	Rubrik Penilaian Uji Coba Soal Instrumen Tes Pemahaman Konsep Stoikiometri Berbasis <i>Conditional Knowledge</i>	188
Lampiran 6	Surat Keterangan Izin Riset	207
Lampiran 7	Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Tes	208
Lampiran 8	Lembar Soal Tes Pemahaman Konsep Stoikiometri Berbasis <i>Conditional Knowledge</i>	209
Lampiran 9	Kunci Jawaban Soal Tes Pemahaman Konsep Stoikiometri Berbasis <i>Conditional Knowledge</i>	218
Lampiran 10	Matriks Hasil Tes Pemahaman Konsep Stoikiometri Berbasis <i>Conditional Knowledge</i>	228
Lampiran 11	Gambar Ragam Jawaban Siswa	229

Lampiran 12	Pedoman Wawancara Siswa	239
Lampiran 13	Transkrip Hasil Wawancara	249
Lampiran 14	Riwayat Hidup	259



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Masalah

Kimia merupakan cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang materi, baik berdasarkan struktur, sifat, komposisi, perubahan bentuk, maupun energi yang menyertai perubahannya (Putri *et al.*, 2020; Baunsele *et al.*, 2020). Kimia memiliki banyak konsep yang bersifat abstrak dan kompleks (Hikaya, Lukum, & Botutihe, 2018). Sebagian besar konsep kimia tidak familiar bagi siswa (Treagust dan Chittleborough, 2001) dan merupakan penyederhanaan dari keadaan sebenarnya (analogi) (Effendi, Yusnelti, & Hasanah, 2016) sehingga sering dianggap sebagai ilmu yang sulit dipahami (Oktavianie, Irwandi, & Murniati, 2018) dan sulit diajarkan (Treagust dan Chittleborough, 2001).

Salah satu materi kimia yang dianggap sulit oleh siswa adalah stoikiometri. Hal ini didasarkan pada data hasil angket pra riset di MAN 1 Lamongan bahwa sebanyak 51 dari 69 (74%) siswa memilih materi stoikiometri sebagai materi yang mereka anggap sulit dibandingkan materi kimia lainnya. Sebanyak 35 dari 69 (51%) siswa berpendapat bahwa materi stoikiometri sulit

dipelajari karena memiliki banyak konsep dan sebanyak 41 dari 69 (59%) siswa berpendapat bahwa materi stoikiometri sulit dipelajari karena sebagian besar materinya tersusun atas sub materi perhitungan. Hasil angket pra riset ini sesuai dengan hasil wawancara dengan guru mata pelajaran kimia bahwa siswa mengalami kesulitan dalam mempelajari materi kimia yang melibatkan perhitungan seperti materi stoikiometri. Kesulitan yang dialami siswa dalam mempelajari materi kimia tersebut dapat terjadi karena siswa tidak memiliki pemahaman yang tepat terhadap konsep kimia (Febriani, Marfu'ah, & Joharmawan, 2018) atau kurangnya penanaman konsep kimia secara mendalam (Aswita, Rusman, & Rahmayani, 2017).

Pemahaman konsep siswa terhadap suatu materi dapat terkait pada kemampuan siswa dalam memecahkan masalah (Bernard dan Chotimah, 2018). Ada beberapa langkah yang perlu dilakukan oleh siswa dalam proses memecahkan masalah, yaitu: mengidentifikasi masalah, mengasosiasi masalah dengan konsep pokok yang spesifik, memilih persamaan atau prosedur perhitungan yang sesuai dengan konsep, dan melaksanakan atau menerapkan prosedur untuk memecahkan masalah. Selanjutnya, peneliti kimia dan pendidikan sains

mengeksplor kesulitan siswa dalam tiga tahap pertama, yaitu: mengidentifikasi masalah, mengasosiasi konsep, dan memilih prosedur perhitungan yang tepat untuk memecahkan masalah. Proses mengidentifikasi masalah, mengasosiasi konsep, dan memilih prosedur yang tepat merupakan indikator-indikator dari *conditional knowledge* (pengetahuan kondisional) (Sansom, Suh, & Plummer, 2019).

*Conditional knowledge* (pengetahuan kondisional) merupakan pengetahuan tentang kapan dan pada situasi apa suatu informasi dapat digunakan oleh siswa secara fungsional untuk mengatasi permasalahan yang sedang mereka hadapi (Tosun dan Senocak, 2013). Kemampuan mengidentifikasi masalah merupakan salah satu indikator *conditional knowledge* yang memiliki peranan penting bagi siswa. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi masalah sehingga mengakibatkan siswa salah dalam memberikan solusi dari pemecahan masalah (Ramiartiah dan Hidayati, 2019; Fauziyah *et al.*, 2020). Hal ini juga didukung dengan hasil pra riset bahwa siswa belum mampu memanfaatkan informasi yang diketahui dalam soal untuk memberikan solusi ketika dihadapkan pada soal pemecahan masalah, sehingga sangat penting untuk

melakukan identifikasi kemampuan siswa dalam mengidentifikasi permasalahan.

Kemampuan mengasosiasi konsep atau menghubungkan permasalahan dengan konsep yang telah dipelajari juga merupakan bagian dari indikator *conditional knowledge*. Agar dapat mengasosiasi konsep dengan baik maka siswa membutuhkan pengetahuan konseptual kimia yang tersusun atas tiga level representasi kimia, yaitu makroskopis, mikroskopis, dan simbolik (Sangguro, Ibrahim, & Surif, 2020). Namun beberapa penelitian melaporkan adanya kendala siswa dalam mengkoneksikan tiga level representasi kimia tersebut (Langitasari, 2016; Safitri, Nursaadah, & Wijayanti, 2019; Fibonacci *et al.*, 2021). Padahal konektivitas tiga level representasi kimia ini sangat penting dalam membantu siswa memahami pengetahuan konseptual kimia (Sangguro, Ibrahim, & Surif, 2020). Salah satu faktor penyebab keterputusan tiga level representasi kimia adalah adanya kesenjangan antara kehidupan nyata siswa dengan apa yang dipelajari di kelas kimia. Setiap hari siswa bersentuhan dengan fenomena yang dapat diamati melalui panca indra, sedangkan di kelas kimia, siswa terlalu difokuskan untuk belajar mengenai aspek mikroskopis dan rumus-rumus, akibatnya banyak siswa

yang merasa kesulitan mempelajari kimia (Fibonacci *et al.*, 2021) dan sulit mengasosiasikan masalah dengan konsep kimia yang dipelajari. Hasil pra riset yang telah dilakukan menunjukkan bahwa siswa belum dapat memberikan alasan secara ilmiah dari solusi atas pemecahan masalah yang mereka berikan.

Kemampuan memilih prosedur yang tepat dan sesuai juga sangat penting dalam memecahkan masalah. Agar dapat memilih prosedur yang sesuai untuk memecahkan masalah, siswa perlu memiliki pengetahuan prosedural yang baik (Sangguro, Ibrahim, & Surif, 2020). Berdasarkan hasil pra riset, diketahui bahwa sebanyak 21 dari 69 (30%) siswa memilih untuk menggunakan metode hafalan dalam mempelajari konsep perhitungan kimia. Hal ini selaras dengan pendapat Novak (1988) dan Treagust dan Chittleborough (2001) yang menyatakan adanya kecenderungan siswa dalam mempelajari konsep perhitungan pada materi kimia, yaitu dengan cara menghafalkan rumus-rumus, sehingga dapat mengakibatkan munculnya kesalahan-kesalahan (Mensah dan Morabe, 2018), misalnya siswa mengalami kesulitan saat menentukan kondisi dan situasi dimana rumus yang telah dihafalkan dapat diaplikasikan (Sansom, Suh, & Plummer, 2019).

Peneliti merasa perlu menganalisis pemahaman konsep stoikiometri siswa berbasis *conditional knowledge* (pengetahuan kondisional) berdasarkan beberapa kendala siswa yang telah dipaparkan. Selain alasan bahwa penelitian tentang analisis pemahaman konsep stoikiometri berbasis *conditional knowledge* belum banyak dilakukan, *conditional knowledge* juga memiliki beberapa peranan penting. *Conditional knowledge* dapat dikatakan sebagai kombinasi komprehensif antara dua bentuk pengetahuan yang menyusun konsep kimia, yaitu: pengetahuan konseptual dan pengetahuan prosedural (Mthethwa-Kunene, Ownu, & de Villiers, 2015; Buchwald *et al.*, 2017; Sun dan Li, 2019). Pengetahuan konseptual dan pengetahuan prosedural dalam mempelajari kimia tidak dapat dipisahkan dan sangat diperlukan oleh siswa untuk memperoleh pemahaman konsep kimia yang utuh, terlebih lagi jika kedua pemahaman tersebut dapat diintegrasikan (Nakhleh, 1995). Oleh karena itu, *conditional knowledge* dapat menjadi jawaban untuk mengintegrasikan pengetahuan konseptual dan pengetahuan prosedural siswa untuk memperoleh pemahaman yang baik dalam kimia.

*Conditional knowledge* juga dapat membantu siswa untuk mengorganisasikan pengetahuan yang dimilikinya

dalam merencanakan proses pemecahan masalah melalui langkah-langkah kerja (Jong, G. M., dan Hessler, 1996) karena *conditional knowledge* membutuhkan penerapan keterampilan berpikir kritis (Amolloh, Lilian, & Wanjiru, 2018). Keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah merupakan bagian dari keterampilan yang dibutuhkan pada abad ke-21 (Buchwald *et al.*, 2017; Wechsler *et al.* 2018). Keterampilan abad ke-21 ini membantu siswa dalam mempersiapkan diri menjadi generasi masa depan yang siap dan adaptif dalam menghadapi segala tuntutan zaman (Cahyani dan Setyawati, 2016; Fuad *et al.*, 2017). Terutama pada keterampilan pemecahan masalah, Levy dan Murnane (2005) dalam bukunya yang berjudul *The New Division of Labor: How Computers Are Creating The Next Job Market* menjelaskan bahwa keterampilan pemecahan masalah sangat penting sebagai prasyarat kesuksesan siswa dalam pembelajaran di sekolah dan bahkan untuk masa depan yang lebih jauh lagi.

*Conditional knowledge* yang terkait dengan keterampilan pemecahan masalah dan keterampilan mengidentifikasi masalah lebih menekankan pada *long-life learning*. *Conditional knowledge* dapat menjadi stimulasi untuk mempersiapkan siswa menjadi *problem solver*

dimana pun dia berada menggunakan ilmu kimianya. Hal ini sesuai dengan pendapat Jayadi, Putri, & Johan (2020) yang menjelaskan bahwa setiap orang yang berpendidikan harus memiliki keterampilan yang memungkinkan dia untuk berpikir logis serta dapat memecahkan masalah secara efektif dan mandiri.

Peranan *conditional knowledge* yang begitu penting mendorong peneliti untuk melakukan penelitian dengan judul “**Analisis Pemahaman Konsep Siswa Kelas XI pada Materi Stoikiometri Berbasis *Conditional Knowledge* di MAN 1 Lamongan**”. Data hasil penelitian kemudian diharapkan dapat membantu guru mengetahui kondisi pemahaman siswa pada konsep stoikiometri. Data hasil penelitian juga diharapkan dapat dijadikan acuan tindak lanjut untuk mencari solusi yang tepat untuk meningkatkan pemahaman konsep dan *conditional knowledge* siswa, sehingga keterampilan siswa yang dibutuhkan pada abad ke-21 juga dapat berkembang.

## **B. Identifikasi Masalah**

Permasalahan yang diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Siswa kelas XI di MAN 1 Lamongan mengalami kesulitan dalam mempelajari materi stoikiometri dan



mengintegrasikan pengetahuan konseptual beserta proseduralnya dalam menyelesaikan masalah

2. Urgensi *conditional knowledge* untuk meningkatkan keterampilan abad ke-21 dan dapat digunakan untuk mengidentifikasi pemahaman konsep siswa

### **C. Fokus Masalah**

Peneliti membatasi masalah dan memfokuskan penelitian pada analisis pemahaman konsep dan letak kesulitan siswa kelas XI pada materi stoikiometri berbasis *conditional knowledge* di MAN 1 Lamongan.

### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana pemahaman konsep dan letak kesulitan siswa kelas XI pada materi stoikiometri berbasis *conditional knowledge* di MAN 1 Lamongan?

### **E. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pemahaman konsep dan letak kesulitan siswa kelas XI pada materi stoikiometri berbasis *conditional knowledge* di MAN 1 Lamongan.

## F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian baik secara teoritis-akademis maupun secara praktis adalah sebagai berikut:

1. Secara teoritis-akademis, manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pemahaman konsep dan letak kesulitan siswa kelas XI pada materi stoikiometri berbasis *conditional knowledge* di MAN 1 Lamongan
2. Secara praktis, analisis pemahaman konsep siswa pada materi stoikiometri berbasis *conditional knowledge* dapat menjadi evaluasi pembelajaran untuk perbaikan pembelajaran selanjutnya di MAN 1 Lamongan agar lebih menekankan konsep serta melatih *conditional knowledge*
3. Data hasil penelitian dapat membimbing guru dan dijadikan pertimbangan dalam merencanakan pembelajaran yang sesuai untuk membangun pemahaman konsep siswa pada materi stoikiometri dan *conditional knowledge* siswa

## **BAB II**

### **ANALISIS PEMAHAMAN KONSEP SISWA PADA MATERI STOIKIOMETRI BERBASIS *CONDITIONAL KNOWLEDGE***

#### **A. Kajian Teori**

##### **1. Pengertian Pemahaman Konsep**

Pemahaman dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) berasal dari kata paham yang berarti memiliki pengetahuan banyak atau mengerti dengan benar akan sesuatu. Pemahaman diartikan sebagai suatu proses yang terdiri atas kemampuan menerangkan, menginterpretasikan, memberikan gambaran atau contoh, serta menjelaskan atau memberikan uraian yang memadai terhadap sesuatu (Mawaddah dan Maryanti, 2016). Adapun konsep merupakan abstraksi-abstraksi yang didasarkan pada fakta, pengalaman, dan peristiwa yang dapat mengalami perubahan sesuai dengan fakta dan pengetahuan baru (Astuti, 2017). Berdasarkan definisi-definisi tersebut, Uno (2009) menjelaskan bahwa pemahaman konsep adalah kompetensi yang dimiliki siswa dalam memahami dan melakukan prosedur (perhitungan) secara akurat, luwes, tepat, dan efisien.

Tidak ada orang yang memiliki pengalaman sama, sehingga pemahaman konsep-konsep yang dibentuk oleh setiap orang kemungkinan berbeda. Pada pemahaman konsep kimia misalnya, seorang siswa yang mengalami kesulitan memahami suatu konsep terkadang membuat penafsiran sendiri untuk mengatasi kesulitan belajarnya, padahal penafsiran tersebut belum tentu sesuai dengan konsep kimia yang disampaikan para ahli (Murniati, Enawaty, & Lestari, 2018). (Sanjaya, 2009) menyampaikan bahwa ada beberapa indikator yang terkandung dalam pemahaman konsep, antara lain:

- a. Mampu menjelaskan secara verbal tentang apa yang telah dicapai
- b. Mampu menyajikan situasi matematika kedalam berbagai cara serta mengetahui perbedaannya
- c. Mampu mengklasifikasikan objek-objek berdasarkan dipenuhi atau tidaknya persyaratan yang membentuk konsep tersebut
- d. Mampu menerapkan hubungan antara konsep dan prosedur
- e. Mampu memberikan contoh dan bukan contoh dari konsep yang dipelajari
- f. Mampu menerapkan konsep secara algoritma

g. Mampu mengembangkan konsep yang telah dipelajari

Ilmu kimia memiliki karakteristik bersifat abstrak dan kompleks sehingga dipandang sebagai ilmu yang sulit dipahami (Hikaya, Lukum, & Botutihe, 2018). Kean dan Middlecamp (1994) mendefinisikan ilmu kimia sebagai bagian dari ilmu pengetahuan alam yang mempelajari materi bersifat abstrak dan mikroskopis (membahas atom dan molekul yang tidak tampak), namun disamping itu juga mengkaji hitungan kimia. Terdapat dua jenis pengetahuan dalam ilmu kimia, yaitu pengetahuan konseptual dan pengetahuan prosedural (Anderson, 1990).

Pengetahuan konseptual berkaitan dengan konsep, uraian konsep, sifat, dan juga kemampuan dalam menjelaskan teks, diagram, dan fenomena yang melibatkan teori-teori pokok ilmu kimia, sedangkan pengetahuan prosedural berhubungan dengan serangkaian prosedur atau perhitungan matematika yang digunakan untuk memecahkan suatu masalah (Kristiawan, Hairida, & Lestari, 2019). Pengetahuan konseptual dan prosedural dalam mempelajari ilmu kimia tidak dapat dipisahkan satu sama lain. Pemahaman siswa akan pengetahuan konseptual dan

prosedural sangat diperlukan agar siswa memiliki pemahaman konsep kimia yang utuh, terlebih lagi jika kedua pemahaman tersebut dapat diintegrasikan (Nakhleh, 1995).

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengetahui hubungan antara pemahaman konseptual dan pemahaman prosedural. Niaz & Robinson (1992) menyatakan bahwa siswa yang mampu menyelesaikan permasalahan perhitungan kimia tidak menjamin memiliki pemahaman konseptual yang baik, sedangkan Chiu (2001) menyatakan bahwa siswa yang dapat memecahkan permasalahan perhitungan kimia berarti memiliki pemahaman konseptual yang baik. Penelitian-penelitian ini kemudian dilanjutkan oleh Hikaya, Lukum, & Botutihe (2018) yang mencoba untuk mengkomparasikan pemahaman konseptual dan prosedural mahasiswa jurusan kimia pada materi asam basa. Hasil penelitian Hikaya, Lukum, & Botutihe (2018) menunjukkan bahwa pemahaman konseptual mahasiswa lebih tinggi dibandingkan dengan pemahaman prosedural mahasiswa. Berdasarkan hasil penelitian Hikaya, Lukum, & Botutihe (2018) dapat disimpulkan bahwa pemahaman konseptual yang baik juga tidak dapat menjamin pemahaman prosedural

yang baik pula pada siswa, namun kedua pengetahuan ini sangat diperlukan dan saling mempengaruhi dalam proses pemecahan masalah (Buchwald *et al.*, 2017).

2. Pengertian *Conditional Knowledge* (Pengetahuan Kondisional)

*Conditional knowledge* (pengetahuan kondisional) merupakan pengetahuan tentang informasi mana yang dapat digunakan oleh siswa secara fungsional dalam situasi yang sedang mereka hadapi (Tosun dan Senocak, 2013). Jika dikaitkan dengan konsep kimia, maka *conditional knowledge* adalah pengetahuan tentang bagaimana mengaplikasikan konsep dan rumus kimia yang sesuai dengan kondisi dan situasi permasalahan yang terjadi. Pengetahuan ini dapat membantu siswa dalam menentukan strategi yang tepat untuk memecahkan permasalahan sehingga didapatkan langkah pemecahan yang efektif (Sansom, Suh, & Plummer, 2019).

Sangguro, Ibrahim, & Surif (2020) mengkategorikan *conditional knowledge* menjadi 3, yaitu: *high conditional knowledge*, *medium conditional knowledge*, dan *low conditional knowledge*. Siswa dapat dikatakan memiliki *high conditional knowledge* jika

mereka mampu menunjukkan konsep saintifik yang tepat, urut, dan logis untuk diadaptasikan pada situasi kehidupan nyata. Siswa dikatakan memiliki *medium conditional knowledge* jika mereka mengetahui konsep saintifik namun tidak mengetahui fungsi konsep atau kesesuaian konsep dengan situasi di kehidupan nyata, sehingga mereka kadang menggunakan *framework* alternatif untuk menyelesaikan masalah (terjadi miskonsepsi). Sedangkan siswa yang dapat dikatakan memiliki *low conditional knowledge* adalah siswa yang seringkali menggunakan *framework* alternatif untuk menyelesaikan masalah karena mereka tidak mengetahui konsep saintifik dan tidak memiliki ide untuk menghubungkan konsep saintifik dengan situasi pada kehidupan nyata.

Ada beberapa langkah yang perlu dilakukan oleh siswa dalam proses memecahkan masalah, yaitu: mengidentifikasi masalah, mengasosiasi masalah dengan konsep pokok yang spesifik, memilih persamaan atau prosedur perhitungan yang sesuai dengan konsep, dan melaksanakan atau menerapkan prosedur untuk memecahkan masalah. Peneliti kimia dan pendidikan sains mengeksplor kesulitan siswa dalam tiga tahap pertama, yaitu: mengidentifikasi



masalah, mengasosiasi konsep, dan memilih prosedur perhitungan yang tepat untuk memecahkan masalah. Proses identifikasi masalah, mengasosiasi konsep, dan memilih prosedur yang tepat secara bersama-sama menjadi indikator penyusun dalam *conditional knowledge* (pengetahuan kondisional) (Sansom, Suh, & Plummer, 2019).

Identifikasi masalah merupakan indikator pertama dari *conditional knowledge* sekaligus prosedur awal yang menjadi tantangan siswa ketika akan memecahkan masalah (Cahyani dan Setyawati, 2016). Mengidentifikasi masalah berarti mengidentifikasi apa saja yang diketahui dan tidak diketahui yang meliputi: jumlah, hubungan, dan pengaruhnya dengan apa yang akan dicari atau dipecahkan (Polya, 1957). Proses identifikasi masalah dapat dilakukan dengan cara mencatat kata kunci dan menyatakan kembali masalah dengan bahasa yang lebih mudah dipahami (Krulik dan Rudnick, 1987). Hasil dari proses mengidentifikasi masalah adalah memahami masalah. Polya (1957) membagi indikator memahami masalah menjadi dua, yaitu: mengetahui apa saja yang dinyatakan dalam masalah dan dapat menjelaskan masalah dengan kalimat sendiri.

Indikator kedua dari *conditional knowledge* adalah mengasosiasi konsep. Pada konsep kimia, pengetahuan konseptual dibagi menjadi tiga aspek, yaitu: aspek makroskopis, mikroskopis, dan simbolik. Ketiga aspek tersebut kemudian disebut sebagai tiga level representasi kimia (Treagust dan Chittleborough, 2001). Level makroskopis merujuk pada fenomena di kehidupan yang dapat diamati oleh panca indra (Treagust dan Chittleborough, 2001), level mikroskopis merujuk pada apa yang tidak bisa disentuh sehingga hanya bisa diamati melalui visualisasi (Bucat dan Mocerino, 2009), sedangkan level simbolik merujuk pada simbol, formula, maupun persamaan yang mewakili bahan kimia (Taber, 2013). Konektivitas dari tiga level representasi kimia sangat berpengaruh penting terhadap pencapaian siswa dalam pembelajaran kimia (Sangguro, Ibrahim, & Surif, 2020).

Kemampuan memilih prosedur juga merupakan bagian dari indikator *conditional knowledge*. Meskipun siswa telah mampu mengidentifikasi masalah dan mengkorelasikan masalah dengan konsep yang sesuai, masih ada kemungkinan siswa tidak dapat memilih prosedur pemecahan masalah yang tepat dan sesuai

(Sansom, Suh, & Plummer, 2019). Sebaliknya, sebagian besar siswa juga dilaporkan menggunakan teknik algoritmik untuk memecahkan masalah tanpa memahami konsep saintifik yang melatarbelakangi suatu masalah (Sangguro, Ibrahim, & Surif, 2020). Oleh karena itu, pengetahuan prosedural siswa sangat penting disamping pengetahuan konseptual siswa (Chiu, 2001).

*Conditional knowledge* dapat dikatakan sebagai kombinasi komprehensif antara dua bentuk pengetahuan yang menyusun konsep kimia, yaitu: pengetahuan konseptual dan pengetahuan prosedural (Mthethwa-Kunene, Ownu, & de Villiers, 2015; Buchwald *et al.*, 2017; Sun dan Li, 2019). Pengetahuan konseptual dan pengetahuan prosedural dalam mempelajari kimia tidak dapat dipisahkan dan sangat diperlukan oleh siswa untuk memperoleh pemahaman konsep kimia yang utuh, terlebih lagi jika kedua pemahaman tersebut dapat diintegrasikan (Nakhleh, 1995). Oleh karena itu, *conditional knowledge* dapat menjadi jawaban untuk mengintegrasikan pengetahuan konseptual dan pengetahuan prosedural siswa untuk memperoleh pemahaman yang baik dalam kimia.

*Conditional knowledge* juga dapat membantu siswa untuk mengorganisasikan pengetahuan yang dimilikinya dalam merencanakan proses pemecahan masalah melalui langkah-langkah kerja (Jong, G. M., dan Hessler, 1996) karena *conditional knowledge* membutuhkan penerapan keterampilan berpikir kritis (Amolloh, Lilian, & Wanjiru, 2018). Keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah merupakan bagian dari keterampilan yang dibutuhkan pada abad ke-21 (Buchwald *et al.*, 2017; Wechsler *et al.* 2018). Keterampilan abad ke-21 ini membantu siswa dalam mempersiapkan diri menjadi generasi masa depan yang siap dan adaptif dalam menghadapi segala tuntutan zaman (Cahyani dan Setyawati, 2016; Fuad *et al.*, 2017). Terutama pada keterampilan pemecahan masalah, Levy dan Murnane (2005) dalam bukunya yang berjudul *The New Division of Labor: How Computers Are Creating The Next Job Market* menjelaskan bahwa keterampilan pemecahan masalah sangat penting sebagai prasyarat kesuksesan siswa dalam pembelajaran di sekolah dan bahkan untuk masa depan yang lebih jauh lagi.

Peranan *conditional knowledge* yang begitu penting, memberikan pandangan bahwa *conditional*

*knowledge* perlu dikembangkan. *Conditional knowledge* dapat dilatih dan diajarkan kepada siswa melalui pembelajaran maupun forum pelatihan (Buchwald *et al.*, 2017) karena *conditional knowledge* dapat berkembang dari waktu ke waktu berdasarkan pengalaman (Sangguro, Ibrahim, & Surif, 2020). Bentuk *conditional knowledge* pada materi kimia dapat dicontohkan melalui upaya yang harus dilakukan siswa untuk memecahkan masalah kimia pada gambar 2.1.

Paman Kun adalah seorang petani sayuran. Suatu hari ia pergi ke sebuah toko tanaman untuk membeli pupuk. Paman Kun menyadari bahwa pupuk sangat penting untuk tanaman, terlebih lagi kandungan nitrogen yang tinggi pada pupuk dapat menambah pertumbuhan sayuran. Pupuk yang dijual di toko tanaman tersebut antara lain:  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  (amonium sulfat),  $\text{NH}_2\text{CONH}_2$  (urea), dan  $\text{N}_2\text{H}_4$  (*hydrazine*). Berikan pendapatmu, manakah pupuk yang sebaiknya dibeli paman Kun? Jelaskan juga alasannya! (Massa atom relatif:  $\text{H} = 1$ ,  $\text{C} = 12$ ,  $\text{N} = 14$ ,  $\text{O} = 16$ ,  $\text{S} = 32$ ).  
(diadaptasi dari Sangguro, Ibrahim, & Surif, 2020).

Gambar 2.1 Contoh soal *conditional knowledge*

Soal tersebut merupakan contoh permasalahan yang dapat terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Siswa perlu membaca, memahami, merencanakan, dan mempertimbangkan pengetahuan konseptual dan pengetahuan prosedural manakah yang sesuai dengan masalah. Sebagai hasil akhir, siswa perlu menentukan pupuk yang sebaiknya dibeli oleh paman Kun. Langkah-langkah yang dilakukan siswa dalam

memecahkan masalah tersebut menginterpretasikan indikator-indikator penyusun *conditional knowledge*.

### 3. Pembelajaran Kimia di MAN 1 Lamongan

MAN 1 Lamongan menerapkan program Sistem Kredit Semester (SKS) dalam pelaksanaan pembelajaran di sekolah sejak tahun pelajaran 2019/2020. Program SKS merupakan program yang memfasilitasi siswa untuk dapat menyelesaikan beban belajar sesuai dengan bakat, minat, kemampuan, dan kecepatan belajarnya. Melalui program SKS, siswa memungkinkan dapat menempuh pendidikan sekolah menengah selama 2 tahun atau 4 semester. Program SKS diterapkan melalui pengorganisasian pembelajaran yang variatif melalui bantuan unit-unit pembelajaran utuh pada setiap mata pelajaran yang dikenal dengan Unit Kegiatan Belajar Mandiri (UKBM) (Septiana, Listyono, & Ismail, 2020).

UKBM adalah unit pembelajaran yang disusun dari materi yang mudah hingga yang sukar berdasarkan kompetensi dasar yang harus dicapai oleh siswa (Munaweroh, 2020). Penyusunan UKBM semacam ini dimaksudkan agar siswa dapat belajar secara bertahap dan berkelanjutan. Setiap sekolah yang telah menerapkan program SKS diharuskan

untuk menerapkan UKBM sebagai bahan ajar pembantu.

MAN 1 Lamongan menggunakan UKBM dalam bentuk buku cetak pada tiap mata pelajaran sebagai bahan ajar pendukung selain BTP (Buku Teks Pelajaran). UKBM ini disusun setiap awal tahun melalui forum MGMP (Musyawarah Guru Mata Pelajaran), sehingga memungkinkan adanya perubahan dan perbedaan antar UKBM pada tahun pelajaran yang berbeda. UKBM yang disusun oleh guru mata pelajaran dalam forum MGMP disesuaikan dengan karakter siswa, utamanya untuk melatih kebiasaan belajar mandiri siswa.

Keefektifan UKBM sebagai bahan ajar telah terbukti berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Kurniawati (2019) dalam skripsinya yang berjudul Efektivitas Pelaksanaan UKBM (Unit Kegiatan Belajar Mandiri) pada Pembelajaran Matematika di Kabupaten Sidoarjo. Hasil penelitian Kurniawati (2019) menunjukkan bahwa aktivitas siswa selama pembelajaran berbantu UKBM termasuk dalam kondisi baik, respon kemandirian siswa termasuk dalam kategori positif, dan hasil belajar siswa setelah adanya pembelajaran berbantu UKBM dinyatakan tuntas.



Sebaliknya, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ramadhan (2018) menunjukkan bahwa penggunaan UKBM sebagai bahan ajar pendukung pembelajaran ekonomi tidak kondusif, selain itu siswa kadang mengalami kebingungan dengan bahan pembelajaran yang tertera di UKBM meskipun komponen yang disusun dalam UKBM sudah lengkap. Banyak hal yang dapat mempengaruhi keefektifan UKBM dalam pembelajaran.

UKBM MAN 1 Lamongan tersusun atas komponen-komponen yang ada dalam Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), seperti: identitas mata pelajaran, kompetensi dasar (KD), materi pokok, alokasi waktu, tujuan pembelajaran, materi pelajaran dalam bentuk ringkasan dan daftar pustaka sumber belajar, kegiatan belajar, hingga soal latihan. Pada mata pelajaran kimia, UKBM juga dilengkapi dengan prosedur eksperimen yang dapat dilakukan oleh siswa untuk menjawab permasalahan yang tercantum dalam UKBM. Selain itu, di bagian akhir UKBM dilengkapi dengan tabel refleksi diri siswa tentang pemahaman materi yang sudah dipelajari.

Aktivitas pembelajaran program SKS di MAN 1 Lamongan, utamanya pada pembelajaran kimia tidak

jauh berbeda dengan pembelajaran kurikulum 2013 pada umumnya. Aspek pembedanya yaitu saat pembelajaran berlangsung, terdapat alokasi waktu dimana siswa diberikan kebebasan untuk menyelesaikan UKBM masing-masing. Pada kondisi ini, guru bertugas sebagai pembimbing dan fasilitator jika ada siswa yang mengalami kesulitan dalam menyelesaikan UKBM. Hal ini dikarenakan dalam satu kelas terdapat siswa dengan kemampuan heterogen dan tahap UKBM yang berbeda.

Model pembelajaran yang biasa digunakan dalam pembelajaran kimia adalah model pembelajaran *discovery learning*. Model pembelajaran ini juga biasa digunakan dalam penyusunan UKBM. Siswa yang telah menyelesaikan UKBM suatu KD selanjutnya dapat meminta tes formatif kepada guru mata pelajaran sebelum berlanjut mempelajari UKBM KD berikutnya. Sementara itu, penilaian program SKS berbantu UKBM di MAN 1 Lamongan hanya dilakukan melalui ulangan harian dan PAS (Penilaian Akhir Semester), PTS (Penilaian Tengah Semester) pada pembelajaran program SKS berbantu UKBM tidak berlaku.

Tujuan program SKS berbantu UKBM yang diterapkan di MAN 1 Lamongan adalah untuk

mempercepat masa belajar siswa, namun pada realitanya, belum ada siswa yang dapat menempuh masa belajar selama 2 tahun. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi ketercapaian tujuan adanya program SKS berbantu UKBM di MAN 1 Lamongan, misalnya pada pembelajaran berbantu UKBM mata pelajaran kimia. Berdasarkan penuturan guru mata pelajaran, secara teori penerapan UKBM pada mata pelajaran kimia sudah bagus, namun dalam prakteknya masih belum maksimal. Tidak semua siswa mau menyelesaikan UKBM, terlebih lagi pada masa pandemi *covid-19* seperti sekarang, pelaksanaan pembelajaran UKBM sedikit terhambat.

Selama pandemi *covid-19*, MAN 1 Lamongan menerapkan pembelajaran daring melalui *e-learning* dan *WhatsApp*. Pada pembelajaran kimia, siswa diberikan materi pembelajaran berupa *file powerpoint*, video milik MGMP Kimia Indonesia yang ada di *Youtube* dan latihan-latihan soal yang berasal dari BTP. Seiring berjalannya waktu, pelaksanaan pembelajaran daring sudah dapat dikombinasikan dengan pembelajaran tatap muka terbatas dan bergilir dengan tetap mematuhi protokol kesehatan dari pemerintah.

#### 4. Konsep Stoikiometri

Stoikiometri berasal dari bahasa Yunani, yaitu *stoicheion* yang artinya unsur dan *metron* yang berarti mengukur (Susilowati dan Harjani, 2013). Stoikiometri merupakan ilmu yang mempelajari kuantitas dari reaktan dan produk dalam reaksi kimia (Raymond, 2005). Berikut konsep-konsep yang dipelajari dalam stoikiometri:

##### a. Hukum-Hukum Dasar Kimia

###### 1) Hukum Lavoisier

Hukum ini disebut juga sebagai hukum kekekalan massa. Hukum ini bermula saat seorang ahli kimia bernama Antoine Laurent Lavoisier melakukan penyelidikan mengenai hubungan massa zat sebelum reaksi dengan massa zat sesudah reaksi. Hasil penyelidikan tersebut memperoleh hasil bahwa massa zat sebelum dan sesudah reaksi selalu sama.

###### 2) Hukum Proust

Hukum Proust disebut juga hukum perbandingan tetap. Hukum ini dikemukakan oleh ilmuwan Prancis bernama Joseph Louis Proust. Berdasarkan rangkaian penelitiannya, Proust menyatakan bahwa perbandingan

massa-massa unsur dalam suatu senyawa adalah tetap. Misalnya, massa oksigen dengan hidrogen dalam senyawa air yang memiliki perbandingan 1:8. Jika massa zat yang bereaksi tidak sama dengan perbandingan tersebut, maka salah satu reaktan akan tersisa.

### 3) Hukum Dalton

Hukum Dalton disebut juga hukum kelipatan perbandingan. Menurut hukum Dalton, jika suatu unsur dapat membentuk lebih dari satu senyawa, maka perbandingan massa unsur tersebut pada tiap senyawa merupakan bilangan bulat dan sederhana.

### 4) Hukum Gay-Lussac

Hukum Gay-Lussac disebut juga hukum perbandingan volume. Berdasarkan hasil penelitiannya mengenai berbagai reaksi gas, Joseph Gay-Lussac mengemukakan bahwa volume gas yang ikut dalam reaksi kimia jika diukur pada suhu dan tekanan yang sama berbanding sebagai bilangan bulat sederhana.

### 5) Hukum Avogadro

Hukum Avogadro dikemukakan oleh seorang ilmuwan Italia bernama Amedeo

Avogadro untuk memberikan penjelasan lebih lanjut mengenai hukum Gay-Lussac. Avogadro menyatakan bahwa pada suhu dan tekanan yang sama, suatu zat memiliki jumlah molekul yang sama pula. Hal ini memberikan konsekuensi bahwa perbandingan volume gas juga merupakan perbandingan dari jumlah molekul yang terlibat reaksi kimia.

b. Massa Atom Relatif dan Massa Molekul Relatif

1) Massa Atom Relatif

Massa atom relatif ( $A_r$ ) merupakan perbandingan massa rata-rata atom dengan massa satu atom yang tetap atau satuan massa atom (sma). Satu atom karbon memiliki massa tepat sebesar 12 sma, sehingga satu sma didefinisikan sebagai  $\frac{1}{12}$  massa atom  $^{12}\text{C}$ . Jadi, massa atom relatif adalah perbandingan massa rata-rata atom terhadap  $\frac{1}{12}$  massa satu atom  $^{12}\text{C}$  (DeMeo, 2006). Secara matematis, pernyataan tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:

$$A_r \text{ Unsur X} = \frac{\text{massa rata-rata atom X}}{\frac{1}{12} \text{ massa 1 atom } ^{12}\text{C}}$$

## 2) Massa Molekul Relatif

Molekul yaitu gabungan dari beberapa atom, sehingga massa molekul relatif ( $M_r$ ) merupakan penjumlahan dari massa atom relatif. Secara matematis, dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$M_r Y = \frac{\text{massa rata-rata 1 molekul Y}}{\frac{1}{12} \text{ massa 1 atom } ^{12}\text{C}}$$

### c. Konsep Mol

Mol merupakan satuan untuk menyatakan jumlah partikel. Mol dilambangkan dengan  $n$ . Satuan mol serupa dengan jenis-jenis satuan seperti lusin, kodi, rim, dan gros. Satu mol diartikan sebagai jumlah partikel yang terdapat dalam 12 gram atom  $^{12}\text{C}$ , sedangkan jumlah partikel dalam 12 gram atom  $^{12}\text{C}$  didapatkan melalui hasil eksperimen, yaitu sebanyak  $6,02 \times 10^{23}$  partikel. Bilangan ini kemudian disebut juga sebagai tetapan Avogadro dan dilambangkan dengan  $N_A$ . Sehingga, jumlah partikel dalam  $n$  mol suatu zat dapat dirumuskan sebagai  $n \times 6,02 \times 10^{23}$  partikel (Susilowati dan Harjani, 2013).

Atom atau molekul memiliki ukuran yang sangat kecil sehingga membutuhkan satuan untuk memudahkan pengukuran, yaitu mol. Massa 1 mol

zat diistilahkan dengan massa molar ( $M_m$ ) yang memiliki satuan gram/mol. Massa molar berkaitan dengan massa atom relatif dan massa molekul relatif, dimana nilai massa molar suatu zat setara dengan massa atom relatif atau massa molekul relatifnya (DeMeo, 2006). Massa molar dibutuhkan untuk membantu konversi jumlah zat dalam satuan mol menjadi massa zat dalam satuan gram atau sebaliknya. Secara matematis, dapat dituliskan sebagai berikut:

$$n = \frac{m}{M_m}$$

Keterangan:

n = mol zat (mol)

m = massa zat (gram)

$M_m$  = massa molar zat (gram/mol)

Berbeda dengan zat yang berupa padatan, zat yang berwujud gas berlaku volume molar ( $V_m$ ). Volume molar merupakan volume 1 mol zat gas. Volume molar sangat dipengaruhi oleh suhu dan tekanan, namun dalam kimia kondisi suhu  $0^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm dianggap sebagai kondisi standar atau biasa disebut kondisi STP (*Standard Temperature and Pressure*). Pada keadaan tersebut, volume 1 mol zat sebanding dengan 22,4 L. Jika 1



mol gas diukur pada suhu dan tekanan tertentu maka persamaan yang digunakan untuk menghitung volume molar adalah persamaan umum gas:

$$PV = nRT$$

$$V = \frac{nRT}{P}$$

Keterangan:

P = tekanan gas (atm)

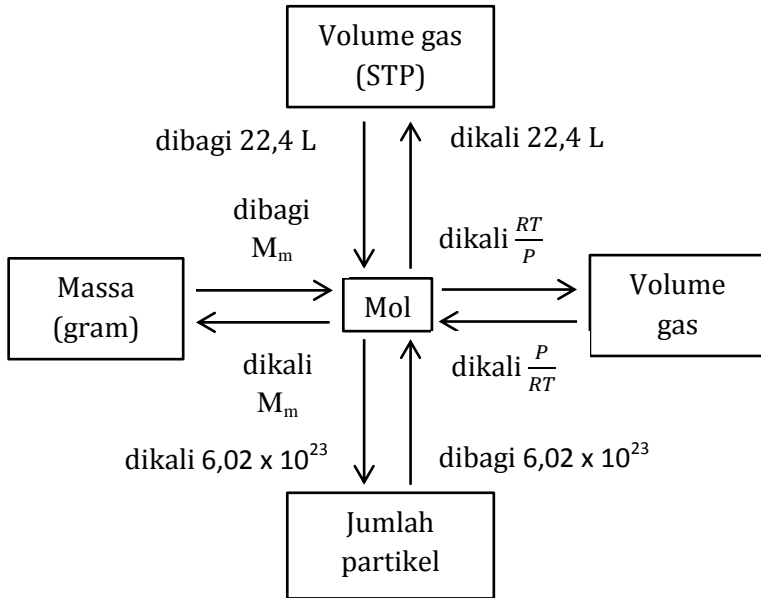
V = volume gas (L)

n = jumlah mol

R = tetapan gas (0,0821 atm L/mol K)

T = suhu (K)

Secara keseluruhan, persamaan konsep mol dapat disajikan pada gambar 2.2.



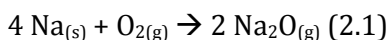
Gambar 2.2 Hubungan persamaan konsep mol

#### d. Persamaan Reaksi Kimia

Persamaan reaksi kimia merupakan sebutan untuk menyatakan reaksi kimia. Reaksi kimia adalah reaksi atau proses pembentukan zat baru. Reaksi kimia dapat ditandai dengan adanya perubahan warna, terbentuknya gas atau endapan, dan pelepasan atau penyerapan kalor (Petrucci, 1989).

## 1) Menuliskan Persamaan Reaksi Kimia

Persamaan reaksi kimia terdiri atas reaktan dan produk. Reaktan adalah zat yang bereaksi sedangkan produk merupakan hasil dari reaksi kimia. Pada penulisan persamaan reaksi kimia, reaktan ditulis di sisi kiri dan produk ditulis di sisi kanan. Penulisan reaktan dan produk dipisahkan dengan tanda panah yang mengarah ke produk. Berikut contoh persamaan reaksi pembentukan natrium oksida ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) dari logam natrium ( $\text{Na}$ ) yang bereaksi dengan oksigen ( $\text{O}_2$ ):



Huruf kecil dalam tanda kurung menunjukkan fase zat yang bereaksi. Huruf s berasal dari kata *solid* yang berarti padatan, g berasal dari kata gas, l berasal dari kata *liquid* yang berarti cairan, dan aq berasal dari kata *aqueous* yang berarti larutan. Adapun angka yang terdapat di depan nama senyawa kimia menyatakan koefisien reaksi. Koefisien reaksi merupakan perbandingan sederhana dari partikel yang terlibat dalam reaksi.

## 2) Menyetarakan Persamaan Reaksi

Zat-zat yang terlibat dalam suatu reaksi kimia harus memiliki perbandingan yang setara antara sisi kiri (reaktan) dengan sisi kanan (produk). Penyetaraan persamaan reaksi merupakan penerapan hukum Lavoisier (hukum kekekalan massa) yang menyatakan bahwa massa sebelum dan sesudah reaksi adalah sama. Penyetaraan reaksi dilakukan dengan cara menambahkan koefisien di depan rumus kimia senyawa seperti contoh sebagai berikut:

Reaksi belum setara:



Reaksi sudah setara:



## 3) Pereaksi Pembatas

Hukum kekekalan massa menyatakan bahwa jumlah massa zat sebelum dan sesudah bereaksi adalah sama. Hal ini memberikan konsekuensi bahwa jumlah reaktan dan produk dalam persamaan reaksi kimia harus setara. Akan tetapi, ada kalanya suatu proses pembuatan senyawa tertentu hanya

menginginkan perubahan satu reaktan secara sempurna menjadi produk, sehingga digunakan reaktan-reaktan lain yang berlebih untuk menjamin perubahan sempurna ini. Zat yang bereaksi sempurna dan menentukan produk yang dihasilkan disebut pereaksi pembatas (Petrucci, 1989). Penentuan pereaksi pembatas dilakukan dengan membandingkan mol zat yang terlibat dalam reaksi dengan koefisien reaksi persamaan berimbang. Jika pereaksi pembatas telah ditentukan maka bobot hasil reaksi juga dapat ditentukan.

e. Perhitungan Konsentrasi

1) Persentase Komposisi

Persentase atau kadar merupakan perbandingan massa dari masing-masing unsur dalam senyawa (Petrucci, 1989). Berikut istilah-istilah yang biasa digunakan untuk menyatakan persentase:

a) Persentase Massa

Persentase massa merupakan perbandingan antara bobot zat terlarut dengan bobot larutan dikali 100%.

$$\% \text{ massa} = \frac{\text{massa zat terlarut}}{\text{massa larutan}} \times 100\%$$

b) Persentase Volume

Persentase volume yaitu perbandingan antara volume zat yang terlarut dengan larutannya dikalikan 100%.

$$\% \text{ volume} = \frac{\text{volume zat terlarut}}{\text{volume larutan}} \times 100\%$$

c) Persentase Berat per Volume

Persen berat per volume menyatakan banyaknya zat yang dilarutkan dalam sejumlah pelarut untuk memperoleh volume larutan yang diinginkan.

$$\% = \frac{\text{massa zat terlarut (gram)}}{\text{volume larutan (mL)}} \times 100\%$$

2) Molaritas

Molaritas menyatakan jumlah mol zat terlarut dalam 1 liter larutan. Molaritas biasanya disimbolkan dengan M.

$$M = \frac{\text{mol zat terlarut}}{\text{volume larutan (L)}}$$

3) Molalitas

Molalitas menyatakan jumlah mol zat terlarut dalam 1 kg pelarut. Molalitas disimbolkan dengan m.

$$m = \frac{\text{mol zat terlarut}}{\text{massa pelarut (kg)}}$$

#### 4) Bagian per Juta (bpj)

Bagian per juta menyatakan banyaknya zat terlarut dalam satuan mg dalam 1 liter larutan atau dalam 1 kg larutan padat. Bpj juga dikenal dengan satuan ppm (*part per million*).

$$\text{bpj (ppm) massa} = \frac{\text{massa komponen}}{\text{massa campuran}} \times 10^6 \text{ bpj}$$

#### f. Penentuan Rumus Empiris dan Rumus Molekul

Rumus empiris merupakan rumus kimia suatu senyawa yang menunjukkan jumlah relatif masing-masing atom dan perbandingan mol dari masing-masing atom yang berbeda, namun perbandingan tersebut bukan menunjukkan angka yang sebenarnya (Petrucci, 1989). Rumus empiris juga disebut sebagai rumus perbandingan (Susilowati dan Harjani, 2013). Adapun rumus molekul merupakan rumus yang menyatakan jenis dan jumlah atom yang menyusun suatu senyawa (Petrucci, 1989). Rumus molekul biasanya merupakan kelipatan dari rumus empirisnya. Contohnya, molekul glukosa memiliki rumus empiris  $\text{CH}_2\text{O}$ , sedangkan rumus molekulnya adalah  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ . Rumus molekul dapat ditentukan berdasarkan rumus empiris dan berat molekul.

g. Senyawa Hidrat

Senyawa hidrat merupakan sebutan untuk senyawa yang dalam rumus molekulnya mengandung air kristal (kristal yang mengandung molekul air), sedangkan senyawa yang tidak mengandung air kristal disebut sebagai senyawa anhidrat. Beberapa contoh rumus senyawa hidrat antara lain:  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , dan  $\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Rumus senyawa hidrat ditentukan melalui perbandingan mol molekul air dengan mol molekul senyawa yang mengikat air.

## B. Kajian Penelitian yang Relevan

Kajian penelitian yang relevan digunakan untuk mendapatkan teori dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Tujuan dari adanya kajian ini adalah untuk menghindari adanya pengulangan penelitian dengan permasalahan yang sama. Beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya adalah sebagai berikut:

1. Jurnal penelitian Fauziah *et al.* (2020) yang berjudul "Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Cerita Program Linear Berdasarkan Prosedur Polya"

Penelitian yang dilakukan Fauziah *et al.* (2020) memiliki kesamaan dengan penelitian yang akan



dilakukan, yaitu tergolong jenis penelitian deskriptif, namun pendekatan yang digunakan berbeda. Teknik pengumpulan sampel yang digunakan juga berbeda, yaitu melalui *purposive sampling* sedangkan penelitian yang akan dilakukan menggunakan teknik *simple random sampling*. Perbedaan lain penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan terletak pada objek dan metode penelitian. Penelitian Fauziyah *et al.* (2020) dilakukan pada materi matematika dan berfokus pada kesalahan siswa dengan menggunakan prosedur Polya, sedangkan penelitian yang akan dilakukan mengkaji pemahaman konsep siswa yang berbasis *conditional knowledge*. Namun keduanya sama-sama menggunakan instrumen soal tes untuk memperoleh data.

Hasil penelitian (Fauziyah dan Pujiastuti, 2020) adalah berupa persentase letak kesalahan yang dilakukan siswa saat menyelesaikan soal tes, seperti: kesalahan mengecek kembali jawaban soal (37,59%), kesalahan memahami masalah soal cerita (11,35%), kesalahan membuat perencanaan (21,28%) dan kesalahan melaksanakan perencanaan (29,79%). Nilai persentase ini kemudian dikategorikan kedalam kategori, tinggi, sedang, atau rendah.

2. Jurnal penelitian Mellyzar dan Muliaman (2020) yang berjudul “Analisis Kesalahan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Soal Ikatan Kimia”

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kesalahan-kesalahan mahasiswa dalam mengerjakan soal ikatan kimia. Penelitian ini termasuk kedalam jenis penelitian deskriptif kualitatif. Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan data bahwa mahasiswa jurusan kimia memiliki kemampuan pemahaman konsep dasar ikatan kimia yang rendah sehingga menyebabkan persentase kesalahan mereka saat mengerjakan soal ikatan kimia menjadi tinggi. Beberapa konsep ikatan kimia yang belum dipahami oleh mahasiswa berdasarkan hasil penelitian antara lain: konsep kestabilan dan penulisan konfigurasi elektron dan struktur Lewis, perbedaan konsep pembentukan ikatan ion dan kovalen yang mempengaruhi bentuk geometri molekul, serta konsep keelektronegatifan molekul.

Penelitian yang akan dilakukan bertujuan untuk memperoleh hasil berupa persentase dan letak kesulitan siswa dalam memahami konsep sebagaimana penelitian Mellyzar dan Muliaman (2020), namun ada beberapa hal yang menjadi pembeda. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan

terletak pada pendekatan dalam memperoleh hasil penelitian. Penelitian yang akan dilakukan menggunakan basis *conditional knowledge* dalam menyusun instrumen tes dan untuk menganalisis pemahaman siswa terhadap konsep kimia, sedangkan penelitian Mellyzar dan Muliaman (2020) tidak menggunakan pendekatan khusus dalam menyusun instrumen tes dan menganalisis data penelitian berdasarkan kesalahan yang dilakukan mahasiswa.

3. Jurnal penelitian Zakiyah, Widodo, & Tukiran (2020) yang berjudul "*Profile of Student's Conception in Implementation of Predict-Observe-Explain (POE) Strategy on Thermochemistry Concept*"

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh strategi *Predict-Observe-Explain* (POE) dalam meningkatkan pemahaman siswa kelas XI SMA Kemala Bhayangkari 3 Porong terhadap konsep termokimia. Penelitian ini menggunakan *three tier diagnostic test* untuk mengetahui konsep siswa. Penelitian yang akan dilakukan juga berkaitan dengan kemampuan siswa dalam memahami materi kimia, akan tetapi lebih terfokus pada studi identifikasi untuk memperoleh profil pemahaman siswa. Penelitian yang akan dilakukan tidak menggunakan perlakuan tertentu

kepada siswa, hal inilah yang menjadi pembeda dengan penelitian yang telah dilakukan Zakiyah, Widodo, & Tukiran (2020).

Penelitian yang dilakukan Zakiyah, Widodo, & Tukiran (2020) mendapatkan hasil bahwa strategi POE dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep materi termokimia. Awalnya, sebanyak 72,80% siswa mengalami miskonsepsi pada materi termokimia, 15,14% tidak mengetahui konsep termokimia, dan 12,78% siswa mengetahui konsep termokimia. Persentase ini berubah setelah strategi POE diimplementasikan. Persentase siswa yang mengetahui konsep termokimia meningkat menjadi 92,78%, persentase siswa yang tidak mengetahui konsep menurun menjadi 3,06%, dan persentase siswa yang masih mengalami miskonsepsi juga menurun menjadi 4,17%.

4. Jurnal penelitian Ningsih (2016) yang berjudul “Kemampuan Pemahaman Konsep Matematika Mahasiswa Melalui Penerapan Lembar Aktivitas Mahasiswa (LAM) Berbasis Teori APOS pada Materi Turunan”

Penelitian Ningsih (2016) bertujuan untuk mengetahui kemampuan pemahaman konsep

matematika mahasiswa melalui penerapan Lembar Aktivitas Mahasiswa (LAM) berdasarkan teori APOS (Aksi-Proses-Objek-Skema). Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan melalui tes dan wawancara mahasiswa Program Studi Matematika Universitas PGRI Palembang pada materi turunan. Hasil penelitian yang didapatkan menunjukkan bahwa rata-rata kemampuan pemahaman konsep matematika mahasiswa pada materi turunan tergolong dalam kategori cukup.

Penelitian yang dilakukan Ningsih (2016) memiliki kesamaan dengan penelitian yang akan dilakukan dari segi teknik pengumpulan data, yaitu teknik pengumpulan data melalui tes dan wawancara, sedangkan pendekatan penelitiannya berbeda. Penelitian Ningsih (2016) menggunakan pendekatan penelitian deskriptif kualitatif, sedangkan penelitian yang akan dilakukan menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Selain itu, perbedaan yang lain terdapat pada aspek analisis data. Penelitian Ningsih menggunakan LAM berbasis teori APOS, sedangkan penelitian yang akan dilakukan menggunakan instrumen berbasis *conditional knowledge*.

Penelitian yang berkaitan dengan pemahaman konsep siswa memang sudah banyak dilakukan. Beberapa variasi pendekatan penelitian dan teknik analisis data juga telah dikembangkan untuk mendapatkan data penelitian tentang pemahaman konsep siswa yang lebih baik. Penelitian yang akan dilakukan bermaksud untuk meninjau kembali penelitian pemahaman konsep sebelumnya menggunakan basis *conditional knowledge*. Hal ini dikarenakan *conditional knowledge* terkait dengan keterampilan pemecahan masalah dan keterampilan mengidentifikasi masalah yang lebih menekankan pada *long-life learning* serta kebermaknaan pembelajaran. *Conditional knowledge* dapat menjadi stimulasi untuk mempersiapkan siswa menjadi *problem solver* dimana pun mereka berada menggunakan ilmu kimianya.

### **C. Kerangka Berpikir**

Pemahaman konsep merupakan kompetensi yang dimiliki siswa dalam memahami dan melakukan prosedur (perhitungan) secara akurat, luwes, tepat, dan efisien (Uno dalam Iswanly, Pomalato, dan Djabar, 2018). Definisi pemahaman konsep ini sesuai dengan keadaan materi yang dipelajari dalam ilmu kimia, dimana ilmu kimia tersusun atas dua pengetahuan, yaitu pengetahuan

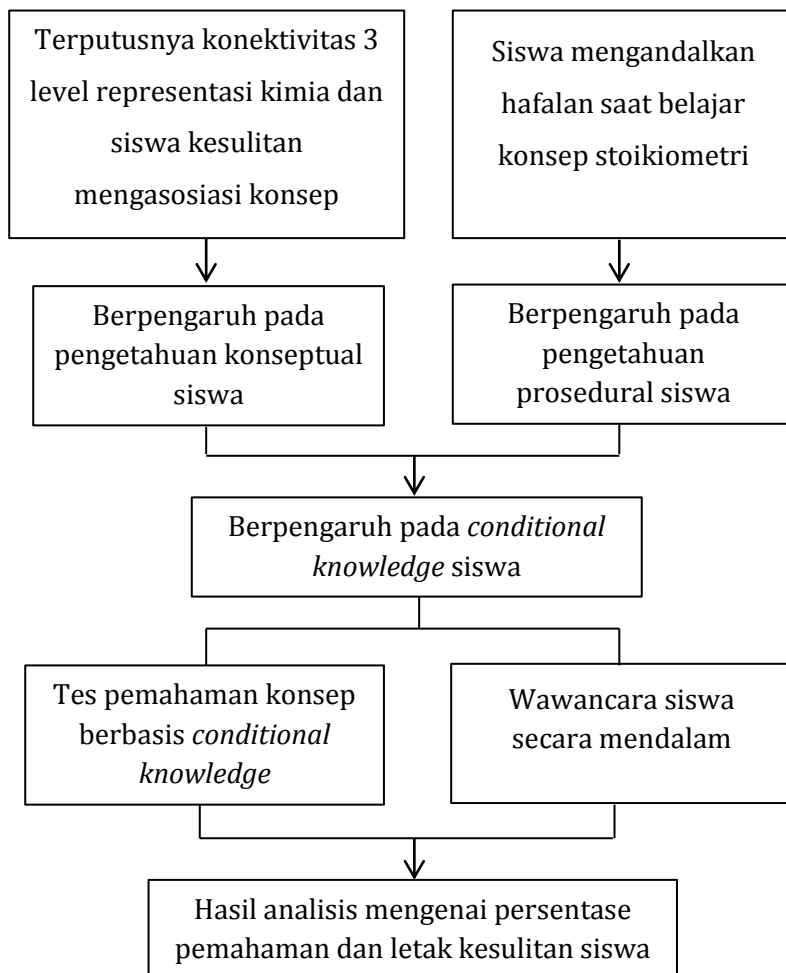
konseptual dan pengetahuan prosedural (Anderson, 1990). Seorang siswa dapat sukses dalam pembelajaran kimia jika siswa memiliki pemahaman yang baik pada pengetahuan konseptual dan prosedural serta dapat mengintegrasikan keduanya (Nakhleh, 1995). Hasil integrasi atau kombinasi dari pengetahuan konseptual dan prosedural adalah *conditional knowledge* (pengetahuan kondisional) (Mthethwa-Kunene, Ownu, & de Villiers, 2015; Buchwald *et al.*, 2017; Sun dan Li, 2019). *Conditional knowledge* dapat membantu siswa membentuk *framework* yang sistematis untuk memudahkan siswa dalam memecahkan masalah (Jong, G. M., dan Hessler, 1996), yaitu melalui identifikasi masalah, mengasosiasi konsep, dan memilih prosedur. Siswa dengan pemahaman dan *conditional knowledge* yang baik akan mampu memahami masalah, mengintegrasikan masalah dengan konsep yang telah dipelajari (Chiu, 2001), dan memahami fungsi algoritma atau rumus yang digunakan untuk memecahkan masalah (Sangguro, Ibrahim, & Surif, 2020). Keterampilan pemecahan masalah merupakan keterampilan yang penting untuk dimiliki siswa di abad ke-21 (Buchwald *et al.*, 2017).

Hasil pra riset menunjukkan bahwa siswa merasa kesulitan dalam mempelajari materi stoikiometri. Siswa

merasa kesulitan menghubungkan masalah dengan konsep yang telah dipelajari ketika diberikan soal pemecahan masalah. Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, hal ini dapat disebabkan karena terputusnya konektivitas tiga level representasi kimia dalam diri siswa (Langitasari, 2016; Safitri, Nursaadah, & Wijayanti, 2019; Fibonacci *et al.*, 2021). Sebanyak 21 dari 69 (30%) siswa juga mengaku menggunakan metode hafalan dalam mempelajari materi kimia. Hasil pra riset tersebut sesuai dengan pernyataan Novak (1988) dan Treagust dan Chittleborough (2001) bahwa ada kecenderungan siswa menggunakan metode hafalan saat mempelajari konsep kimia. Hal ini dapat membawa dampak pada tingkat pemahaman siswa terhadap konsep stoikiometri dan *conditional knowledge* siswa. Berdasarkan hal tersebut, peneliti bermaksud untuk menganalisis pemahaman konsep siswa pada materi stoikiometri berbasis *conditional knowledge* untuk mendapatkan profil pemahaman konsep siswa pada materi stoikiometri yang berupa persentase tingkat pemahaman dan letak kesulitan siswa. Penelitian ini merupakan studi awal yang data hasil penelitiannya diharapkan dapat digunakan guru sebagai pertimbangan dalam merencanakan pembelajaran yang mampu meningkatkan pemahaman konsep siswa



sekaligus melatih *conditional knowledge* siswa. Adapun kerangka berpikir penelitian disajikan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Bagan kerangka berpikir

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis Penelitian**

Penelitian ini termasuk jenis penelitian kuantitatif, yakni data penelitian yang dikumpulkan berupa angka-angka dan persentase lalu diolah secara deskriptif untuk mendeskripsikan objek yang diteliti melalui data sebagaimana adanya, tanpa melakukan analisis dan membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum (Sugiyono, 2017). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan mendeskripsikan pemahaman konsep siswa kelas XI di MAN 1 Lamongan pada materi stoikiometri.

#### **B. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di MAN 1 Lamongan yang beralamatkan di Jalan Veteran No. 43, Lamongan. Tahapan pertama penelitian, yaitu tahap *pra riset* dilakukan pada 21 September 2020 dan 6 April 2021, sedangkan pengambilan data riset dilakukan pada 16 Juni 2021 dan 18 Juni 2021 secara *online*.

### **C. Populasi dan Sampel Penelitian**

Populasi dalam penelitian ini adalah siswa kelas XI MIPA MAN 1 Lamongan tahun pelajaran 2020/2021. Sampel penelitian diambil dengan menggunakan teknik *simple random sampling*, yaitu teknik pengumpulan sampel secara acak dari populasi yang ada (Sugiyono, 2017). Sampel yang diambil adalah XI MIPA 2.

### **D. Definisi Operasional Variabel**

Variabel merupakan suatu sifat, nilai, atau atribut dari orang maupun kegiatan yang mempunyai variasi tertentu dan ditetapkan oleh peneliti sebagai objek yang akan dipelajari (Sugiyono, 2017). Variabel yang dipelajari pada penelitian ini adalah pemahaman konsep siswa pada materi stoikiometri berbasis *conditional knowledge*, yaitu kompetensi siswa dalam memahami konsep stoikiometri dan melakukan prosedur secara tepat dan sesuai berdasarkan kondisi serta situasi yang diberikan. Variabel ini tergolong sebagai variabel kontinum ordinal, yaitu variabel yang menunjukkan tata urutan berdasarkan tingkatannya, seperti: sangat baik, baik, cukup, rendah, dan sangat rendah (Winarno.M.E., 2013).

## E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Teknik atau metode yang digunakan untuk mengumpulkan data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

### 1. Metode Wawancara Guru Mata Pelajaran

Metode wawancara dilakukan melalui tanya jawab dengan guru mata pelajaran kimia kelas XI di MAN 1 Lamongan. Kegiatan wawancara berlangsung pada 21 September 2020. Tujuan wawancara ini adalah untuk mengetahui kegiatan pembelajaran kimia di MAN 1 Lamongan dan keadaan siswa selama mengikuti pembelajaran kimia.

### 2. Metode Angket Siswa

Metode angket dilakukan melalui penyebaran angket yang berupa *google form* kepada siswa kelas XI MIPA 1 dan XI MIPA 2 di MAN 1 Lamongan untuk mengetahui keadaan dan kesulitan siswa selama mempelajari materi kimia. Kegiatan ini berlangsung pada 6 April 2021.

### 3. Instrumen Tes

Tes adalah suatu alat yang berisi pertanyaan-pertanyaan yang digunakan untuk mengukur pengetahuan dan kemampuan siswa. Instrumen tes berfungsi untuk mengumpulkan data berupa

pengetahuan maupun keterampilan dengan menggunakan angka atau skala tertentu (Winarno.M.E., 2013). Tes yang dilakukan dalam penelitian ini berupa soal pemecahan masalah (uraian) untuk mengukur pemahaman konsep siswa kelas XI pada materi stoikiometri berbasis *conditional knowledge* di MAN 1 Lamongan. Butir soal dikonsultasikan dan divalidasi oleh dosen ahli (*judgment expert*) dan diuji coba di kelas XII MIPA 5 di MAN 1 Lamongan pada 8 Juni 2021. Selanjutnya soal tes yang sudah valid diujikan kepada siswa kelas XI MIPA 2 di MAN 1 Lamongan pada 16 Juni 2021.

#### 4. Metode Wawancara Siswa

Metode wawancara siswa merupakan metode lanjutan yang dilakukan setelah diperoleh hasil pengerjaan instrumen tes. Metode ini bertujuan untuk mengetahui pendapat dan mengkonfirmasi jawaban instrumen tes dari siswa, serta menguatkan hasil analisis data yang telah diperoleh dari instrumen tes, yaitu berupa pemahaman konsep dan letak kesulitan siswa kelas XI pada materi stoikiometri berbasis *conditional knowledge* di MAN 1 Lamongan. Wawancara dilakukan kepada 8 siswa kelas XI MIPA 2 di MAN 1 Lamongan pada 18 Juni 2021.

## 5. Metode Dokumentasi

Metode dokumentasi merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mencatat data-data yang diperoleh dari dokumen-dokumen. Dokumen dapat berupa tulisan, gambar, maupun sesuatu yang lain (Hardani *et al.*, 2020).

## F. Validitas dan Reliabilitas Instrumen

### 1. Validitas Instrumen Tes

Uji validitas digunakan untuk mengukur tingkat kevalidan suatu instrumen agar butir instrumen sesuai dengan variabel yang akan diteliti. Validitas tes dapat dihitung dengan menggunakan korelasi *product moment* sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n(\sum X^2) - (\sum X)^2][n(\sum Y^2) - (\sum Y)^2]}}$$

Keterangan:

$r_{xy}$  = koefisien korelasi antara variabel X dan variabel Y

$\sum X$  = jumlah skor item (jawaban responden)

$\sum Y$  = jumlah skor item total (jawaban responden)

$\sum XY$  = hasil perkalian antara skor item dengan skor total

$\sum X^2$  = kuadrat dari skor item

$\sum Y^2$  = kuadrat dari skor total

n = jumlah responden

Nilai  $r_{hitung}$  yang didapatkan dibandingkan dengan harga  $r_{tabel}$  dengan taraf kesalahan 5%. Bila harga  $r_{hitung} > r_{tabel}$ , maka butir soal valid. Jika sebaliknya, harga  $r_{hitung} < r_{tabel}$  maka soal tidak valid (Sugiyono, 2017).

Banyak butir soal pada instrumen yang diuji validitas adalah sebanyak 24 soal. Hasil uji validitas menunjukkan bahwa 6 dari 24 soal tergolong sebagai soal tidak valid, dan 18 soal terbukti valid. Hanya soal valid yang akan digunakan untuk mengambil data penelitian. Namun, peneliti hanya menggunakan 10 dari 18 soal valid untuk mengambil data penelitian dengan mempertimbangkan indikator dari *conditional knowledge* dan indikator materi stoikiometri yang diwakili oleh tiap soal.

## 2. Reliabilitas Instrumen Tes

Uji reliabilitas digunakan untuk menilai ketepatan atau konsistensi suatu instrumen dalam mengukur variabel yang diteliti. Suatu tes dapat dikatakan mempunyai taraf kepercayaan tinggi jika tes tersebut dapat memberikan hasil yang tetap. Analisis tes menggunakan teknik *Alfa Cronbach*:

$$r_{11} = \left( \frac{n}{n-1} \right) \left( 1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_t^2} \right)$$

Keterangan:

$r_{11}$  = reliabilitas tes yang dicari

$n$  = banyaknya soal

$\sum \sigma_i^2$  = jumlah *varians* skor tiap-tiap butir

$\sigma_t^2$  = *varians* total

Rumus untuk *varians* total dan *varians item*:

$$\sigma_t^2 = \frac{\sum X_t^2}{n} - \frac{(\sum X_t)^2}{n^2}$$

$$\sigma_i^2 = \frac{JK_i}{n} - \frac{JK_s}{n^2}$$

Keterangan:

JK = jumlah kuadrat seluruh skor item

JKs = jumlah kuadrat subjek

Harga  $r_{11}$  yang diperoleh dibandingkan dengan harga  $r_{\text{tabel}}$  *product moment* dengan taraf kesalahan 5%. Soal dikatakan reliabel jika harga  $r_{11} > r_{\text{tabel}}$ .

Kriteria untuk acuan reliabilitas dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 3.1 Kriteria acuan reliabilitas instrumen tes

Koefisien Korelasi	Kriteria Reliabilitas
0,80 – 1,00	Sangat tinggi
0,60 – 0,79	Tinggi
0,40 – 0,59	Cukup
0,20 – 0,39	Rendah
0,00 – 0,19	Sangat rendah

(Sugiyono, 2017)



Hasil uji reliabilitas menunjukkan bahwa instrumen soal tes yang telah dibuat memiliki koefisien korelasi sebesar 0,88. Berdasarkan nilai koefisien korelasi tersebut, instrumen soal tes tergolong kedalam kriteria reliabilitas sangat tinggi sehingga dapat digunakan untuk mengambil data penelitian.

## **G. Teknik Analisis Data**

### **1. Analisis Instrumen Tes**

Berdasarkan pedoman penskoran instrumen tes, skor hasil instrumen tes dianalisis secara statistik dan dikategorikan menjadi 5 interval, yaitu: sangat tinggi, tinggi, sedang, rendah, dan sangat rendah berdasarkan selisih skor maksimal dengan skor minimal (Widoyoko, 2012) lalu disesuaikan dengan kategori dalam *conditional knowledge* sebagaimana tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kategori conditional knowledge

Kriteria	Keterangan
<i>High Conditional Knowledge</i>	Mampu menunjukkan konsep saintifik yang tepat, urut, dan logis
<i>Medium Conditional Knowledge</i>	Mengetahui konsep saintifik namun tidak mengetahui fungsi konsep atau kesesuaian konsep dengan situasi, menggunakan beberapa <i>framework</i> alternatif
<i>Low Conditional Knowledge</i>	Tidak mengetahui konsep saintifik dan tidak memiliki ide untuk menghubungkan konsep saintifik dengan situasi

(Sangguro, Ibrahim, & Surif, 2020)

## 2. Analisis wawancara siswa

Hasil wawancara mengenai pemahaman konsep siswa kelas XI pada materi stoikiometri berbasis *conditional knowledge* di MAN 1 Lamongan dianalisis, kemudian bersama dengan hasil pengerjaan instrumen tes, pemahaman siswa yang berupa angka-angka dan letak kesulitan siswa pada konsep stoikiometri dideskripsikan melalui kata-kata, sehingga data akhir penelitian yang diperoleh dapat menjadi satu-kesatuan yang utuh.

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### A. Deskripsi Hasil Penelitian

*Conditional knowledge* mengarah pada pengetahuan tentang kapan dan mengapa suatu strategi dapat digunakan untuk memecahkan masalah (Rompayom *et al.*, 2010). *Conditional knowledge* merupakan kombinasi dari pengetahuan konseptual dan pengetahuan prosedural (Sun dan Li, 2019) atau dapat dikatakan sebagai hasil integrasi antara pengetahuan konseptual dan pengetahuan prosedural yang digunakan untuk menyelesaikan masalah melalui langkah-langkah kerja (Jong, G. M., dan Hessler, 1996). Oleh karena itu, untuk memiliki *conditional knowledge* yang baik, siswa perlu memiliki pemahaman yang baik pula terhadap pengetahuan konseptual dan pengetahuan prosedural suatu materi. Adanya keterkaitan *conditional knowledge* dengan pengetahuan konseptual dan pengetahuan prosedural ini mendorong penulis untuk melakukan penelitian mengenai analisis pemahaman konsep siswa berbasis *conditional knowledge*.

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengetahui *conditional knowledge* siswa adalah melalui instrumen tes pemecahan masalah sebagaimana yang

telah dilakukan oleh Sangguro, Ibrahim, & Surif (2020), karena *conditional knowledge* berangkat dari situasi yang ada di kehidupan nyata yang kemudian membutuhkan pengetahuan konseptual dan pengetahuan prosedural untuk menyelesaikannya (Sangguro, Ibrahim, & Surif, 2020). Berdasarkan hal tersebut, maka penulis menggunakan instrumen tes berupa soal pemecahan masalah untuk menganalisis pemahaman konsep siswa pada materi stoikiometri berbasis *conditional knowledge*.

Data penelitian ini didapatkan dari hasil instrumen tes analisis pemahaman konsep siswa pada materi stoikiometri berbasis *conditional knowledge*. Pengambilan data dilakukan pada Rabu, 16 Juni 2021 secara *online* melalui *google formulir* pukul 09.00 hingga 11.00 WIB. Sebanyak 35 siswa yang merupakan siswa kelas XI MIPA 2 MAN 1 Lamongan tahun ajaran 2020/2021 berpartisipasi menjadi responden dari pengambilan data penelitian mengenai pemahaman konsep siswa pada materi stoikiometri berbasis *conditional knowledge*.

Tes analisis pemahaman konsep siswa pada materi stoikiometri berbasis *conditional knowledge* terdiri dari 5 soal uraian yang pada beberapa nomor soal diturunkan menjadi sub soal, sehingga jumlah keseluruhan soal tes adalah 10 soal uraian. Pembagian soal tes menjadi 5

bagian tersebut didasarkan pada potongan artikel yang diberikan. Potongan artikel tersebut meliputi: artikel mengenai kandungan sulfur dalam batu bara, artikel mengenai fenomena pemanasan global, artikel mengenai MSG (*Monosodium Glutamat*) sebagai bahan aditif pada makanan, artikel mengenai logam tembaga, dan artikel mengenai emisi karbon dioksida dari pesawat terbang. Setiap soal tes pemahaman konsep siswa pada materi stoikiometri berbasis *conditional knowledge* mewakili satu indikator dari *conditional knowledge*, yaitu: mengidentifikasi masalah, mengasosiasi konsep, dan memilih prosedur (Sansom, Suh, & Plummer, 2019). Soal nomor 2A, 4A, dan 5A mewakili indikator *conditional knowledge* berupa mengidentifikasi masalah, soal nomor 2B, 4B, dan 5B mewakili indikator *conditional knowledge* berupa mengasosiasi konsep, sedangkan soal nomor 1, 3, 4C, dan 5C mewakili indikator *conditional knowledge* berupa memilih prosedur. Sehingga dapat disimpulkan, soal tes pemahaman konsep siswa pada materi stoikiometri berbasis *conditional knowledge* terdiri atas 3 soal berindikator mengidentifikasi masalah, 3 soal berindikator mengasosiasi konsep, dan 4 soal berindikator memilih prosedur.

Setiap soal tes pemahaman konsep siswa pada materi stoikiometri berbasis *conditional knowledge* juga mewakili satu indikator materi stoikiometri. Dari 11 indikator materi stoikiometri yang dipelajari siswa di sekolah, soal tes pemahaman konsep siswa pada materi stoikiometri berbasis *conditional knowledge* mewakili 10 indikator materi stoikiometri. Adapun indikator materi stoikiometri yang diwakili dalam setiap soal ditunjukkan pada tabel 4.1. Seluruh soal tes pemahaman konsep siswa pada materi stoikiometri berbasis *conditional knowledge* telah divalidasi oleh dosen program studi Pendidikan Kimia UIN Walisongo dan telah diujicobakan kepada 20 siswa kelas XII MIPA 5 MAN 1 Lamongan. Hasil uji coba soal tes untuk memperoleh validitas dan reliabilitas instrumen disajikan pada lampiran 7.

Tabel 4.1 Indikator materi stoikiometri yang diwakili tiap soal tes

Nomor Soal	Indikator Materi Stoikiometri
1	Siswa mampu menghitung banyaknya zat dalam campuran (persen massa dan bagian per juta)
2A	Siswa mampu menganalisis penerapan hukum Gay-Lussac dalam menentukan perbandingan volume zat yang terlibat reaksi kimia
2B	Siswa mampu menentukan hubungan antara mol, massa molar, dan volume molar gas berdasarkan data yang diberikan
3	Siswa mampu menentukan jumlah mol, massa molar, dan jumlah partikel yang terlibat dalam persamaan kimia
4A	Siswa mampu menentukan massa atom relatif dari suatu unsur melalui persen kelimpahan unsur di alam
4B	Siswa mampu menganalisis persen komposisi unsur untuk menentukan rumus empiris suatu senyawa
4C	Siswa mampu merumuskan senyawa hidrat untuk mengetahui banyak molekul air dalam senyawa hidrat
5A	Siswa mampu menuliskan dan menyetarakan persamaan reaksi kimia
5B	Siswa mampu menentukan pereaksi pembatas dari suatu reaksi kimia
5C	Siswa mampu memilih dan menerapkan konsep mol yang sesuai untuk memprediksikan suatu peristiwa

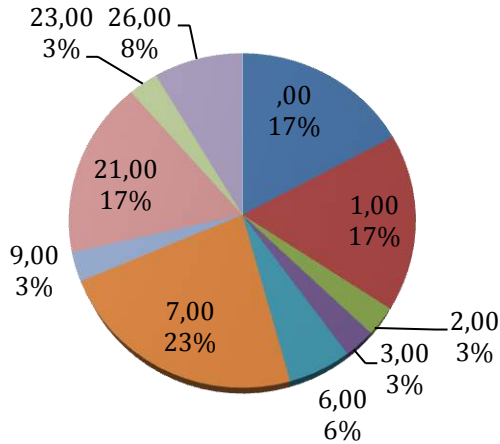
Tes pemahaman konsep siswa pada materi stoikiometri berbasis *conditional knowledge* memberikan hasil sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Statistik hasil tes pemahaman konsep siswa pada materi stoikiometri berbasis *conditional knowledge*

<i>Statistics</i>		
Skor		
N	Valid	35
	<i>Missing</i>	0
<i>Mean</i>		9
<i>Median</i>		7
<i>Mode</i>		7
<i>Std. Deviation</i>		9,29
<i>Variance</i>		86,24
<i>Range</i>		26
<i>Minimum</i>		0
<i>Maximum</i>		26

Skor ideal soal tes pemahaman konsep siswa pada materi stoikiometri berbasis *conditional knowledge* adalah 50, namun berdasarkan tabel 4.2 dapat diketahui bahwa skor tes yang diperoleh oleh 35 siswa berada pada rentang 0 – 26 yang berarti skor tes tertinggi adalah 26 dan skor tes terendah adalah 0. Skor tes dari 35 siswa memiliki rata-rata sebesar 9, nilai tengah (median) yang membagi hasil tes 35 siswa sebesar 7, dan skor tes yang paling banyak didapatkan siswa (modus) adalah 7. Adapun sebaran skor tes dan banyak siswa dapat ditunjukkan pada gambar 4.1.





Gambar 4.1 Grafik distribusi skor tes siswa

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa sebanyak 3% siswa (1 siswa) memperoleh skor tes 2,00, 3,00, 9,00, dan 23,00, sebanyak 6% siswa (2 siswa) memperoleh skor tes 6,00, sebanyak 8% siswa (3 siswa) memperoleh skor tes 26,00, sebanyak 17% siswa (6 siswa) memperoleh skor tes 0,00, 1,00, dan 21,00, dan sebanyak 23% siswa (8 siswa) memperoleh skor tes 7,00. Selanjutnya, skor tes 35 siswa dikategorikan menjadi 5 kategori berdasarkan Widoyoko (2012) yaitu dengan menghitung jarak interval.

$$\text{Jarak interval} = \frac{(\text{Skor maks} \times \text{butir soal}) - (\text{Skor min} \times \text{butir soal})}{\text{kelas interval}}$$

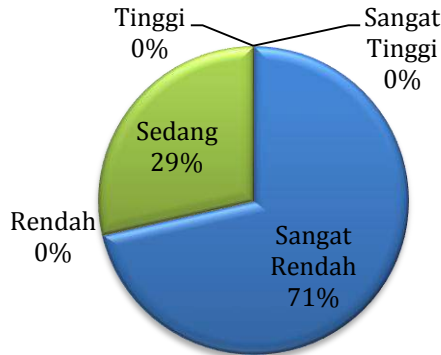
$$\begin{aligned} \text{Jarak interval} &= \frac{(5 \times 10) - (0 \times 10)}{5} \\ &= 10 \end{aligned}$$

Adapun hasil kategorisasi disajikan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Kriteria skor tes 35 siswa

Kriteria	Interval
Sangat Rendah	0 – 10
Rendah	11 – 20
Sedang	21 – 30
Tinggi	31 – 40
Sangat Tinggi	41 – 50

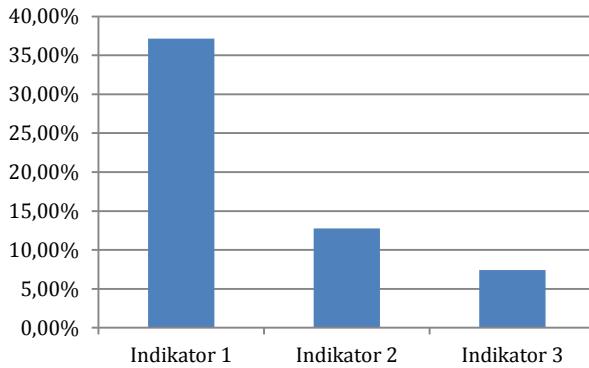
Skor tes yang didapatkan siswa ini menunjukkan tingkat kemampuan siswa dalam menyelesaikan soal tes pemahaman konsep pada materi stoikiometri berbasis *conditional knowledge*. Kemampuan siswa dalam menyelesaikan soal tes menunjukkan tingkat pemahaman konsep siswa pada materi stoikiometri. Siswa yang memiliki pemahaman konsep yang baik terhadap suatu materi akan dapat menyelesaikan soal pada materi tersebut dengan baik (Maryanih *et al.*, 2018). Hasil analisis skor tes memberikan informasi bahwa tingkat pemahaman konsep siswa pada materi stoikiometri didominasi dengan pemahaman konsep berkriteria sangat rendah (71%) dan sisanya (29%) merupakan pemahaman konsep berkriteria sedang. Gambar 4.2 menunjukkan persentase kriteria skor siswa.



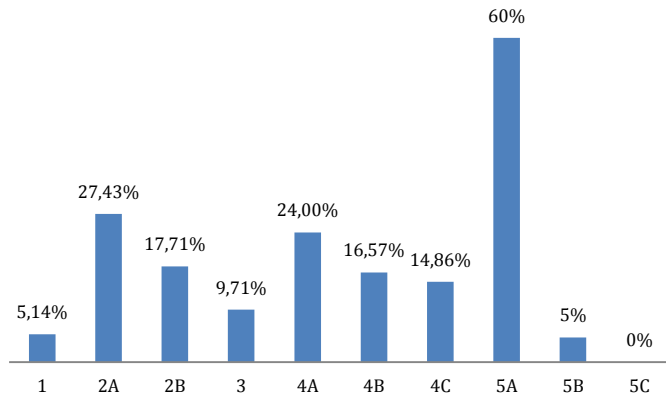
Gambar 4.2 Persentase kriteria skor siswa

Analisis pemahaman konsep siswa pada materi stoikiometri selanjutnya ditinjau berdasarkan indikator *conditional knowledge*. Berdasarkan jawaban yang diberikan oleh 35 siswa, dapat diketahui bahwa keberhasilan siswa dalam menyelesaikan setiap soal tes bervariasi. Rata-rata keberhasilan tertinggi diperoleh siswa dalam menyelesaikan soal berindikator *conditional knowledge* berupa mengidentifikasi masalah, yaitu sebesar 37,14%, selanjutnya disusul dengan rata-rata keberhasilan siswa dalam menyelesaikan soal berindikator *conditional knowledge* berupa mengasosiasi konsep sebesar 12,95%, dan rata-rata keberhasilan terendah diperoleh siswa dalam menyelesaikan soal berindikator *conditional knowledge* berupa memilih prosedur, yaitu sebesar 7,43%.

Hasil ini menunjukkan bahwa indikator *conditional knowledge* tersusun secara berjenjang. Dalam menyelesaikan suatu masalah, siswa perlu mengidentifikasi masalah terlebih dahulu untuk dapat menghubungkan masalah dengan konsep yang sesuai dan menggunakan prosedur untuk menemukan solusi yang tepat. Sehingga rendahnya keberhasilan siswa dalam menyelesaikan soal berindikator *conditional knowledge* berupa memilih prosedur dapat terjadi karena siswa belum memiliki kemampuan yang cukup dalam mengidentifikasi masalah dan mengasosiasi konsep dari soal yang diberikan. Mensah dan Morabe (2018) menjelaskan bahwa hal ini dapat terjadi jika siswa lebih mengandalkan ingatan dan hafalan algoritmik dibandingkan menggunakan pengetahuan konseptual untuk mendapatkan solusi yang tepat (Mensah dan Morabe, 2018). Rata-rata persentase capaian siswa dalam menyelesaikan soal tes pada tiap indikator disajikan pada gambar 4.3, sedangkan persentase capaian jawaban siswa pada tiap soal disajikan pada gambar 4.4.



Gambar 4.3 Rata-rata capaian siswa pada tiap indikator conditional knowledge



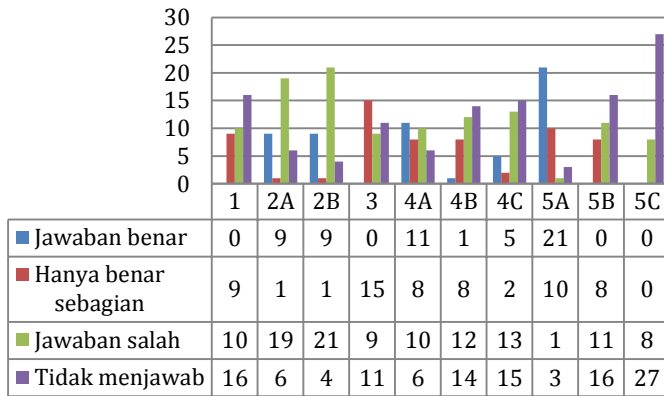
Gambar 4.4 Persentase rata-rata capaian jawaban siswa pada tiap soal tes

Tiga rata-rata capaian tertinggi (60%, 27,43%, dan 24,00%) berturut-urur diperoleh siswa dalam menyelesaikan soal nomor 5A, 2A, dan 4A, yaitu pada soal

berindikator *conditional knowledge* berupa mengidentifikasi masalah yang secara berurutan mewakili indikator materi stoikiometri berupa: penyetaraan persamaan reaksi kimia, penerapan hukum Gay-Lussac dalam menentukan perbandingan volume zat yang terlibat dalam reaksi kimia, dan penentuan massa atom relatif dari suatu unsur berdasarkan persen kelimpahan unsur di alam. Rata-rata capaian selanjutnya sebesar 17,71% dan 16,57% secara berurutan diperoleh siswa dalam menyelesaikan soal nomor 2B dan 4B, yaitu soal berindikator *conditional knowledge* berupa mengasosiasi konsep yang masing-masing mewakili indikator materi stoikiometri berupa: penentuan hubungan antara mol, massa molar, dan volume molar gas, serta penentuan rumus empiris suatu senyawa berdasarkan persen komposisi unsur. Rata-rata capaian selanjutnya sebesar 14,86%, 9,71%, dan 5,14% diperoleh siswa dalam menyelesaikan soal nomor 4C, 3, dan 1 yang berindikator *conditional knowledge* berupa memilih prosedur dan berturut-urur mewakili indikator materi stoikiometri berupa: perumusan senyawa hidrat, penentuan jumlah mol, massa molar, dan jumlah partikel yang terlibat dalam persamaan reaksi, serta perhitungan banyak zat dalam campuran. Sedangkan dua rata-rata capaian terendah

diperoleh siswa dalam menyelesaikan soal nomor 5B (5%) dengan indikator *conditional knowledge* berupa mengasosiasi konsep dan mewakili indikator materi stoikiometri berupa penentuan pereaksi pembatas dari suatu reaksi kimia, serta soal nomor 5C (0%) yang berindikator *conditional knowledge* berupa memilih prosedur dan mewakili indikator materi stoikiometri berupa penerapan konsep mol untuk memprediksi suatu peristiwa.

Persentase rata-rata capaian siswa dalam menyelesaikan soal yang bervariasi diperoleh melalui perhitungan skor total yang diperoleh siswa dibagi dengan skor ideal yang seharusnya diperoleh siswa. Tidak semua siswa dapat menyelesaikan soal dengan baik dan ada pula yang tidak memberikan jawaban pada soal. Hal inilah yang mempengaruhi tinggi rendahnya persentase rata-rata capaian siswa dalam menyelesaikan soal. Adapun banyak siswa dan jawaban yang diberikan siswa pada tiap soal disajikan pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Banyak siswa dan jawaban yang diberikan siswa pada tiap soal tes

Data penelitian pada penelitian ini bukan hanya diperoleh melalui soal tes, akan tetapi juga diperoleh melalui hasil wawancara dari 8 siswa kelas XI MIPA 2 untuk menggali lebih jauh lagi terkait pemahaman konsep dan kesulitan siswa dalam materi stoikiometri. Pemilihan responden wawancara didasarkan pada perwakilan dari ragam jawaban yang diberikan oleh siswa. Adapun transkrip hasil wawancara disajikan pada lampiran 13.

## B. Pembahasan

Profil pemahaman konsep siswa pada materi stoikiometri berbasis *conditonal knowledge* diperoleh berdasarkan hasil soal tes pemahaman konsep materi stoikiometri dan wawancara siswa. Berdasarkan hasil soal



tes, diketahui bahwa sebanyak 71% siswa tergolong memiliki pemahaman konsep yang sangat rendah pada materi stoikiometri, dan sebanyak 29% siswa tergolong memiliki pemahaman konsep yang sedang pada materi stoikiometri. Selanjutnya hasil soal tes dikuatkan dengan hasil wawancara siswa sehingga diperoleh kesimpulan bahwa sebanyak 71% siswa yang dikategorikan memiliki pemahaman konsep materi stoikiometri sangat rendah juga tergolong kedalam kategori *low conditional knowledge*, sedangkan 29% siswa yang memiliki pemahaman konsep materi stoikiometri berkriteria sedang tergolong kedalam kategori *medium conditional knowledge*.

Siswa dengan *low conditional knowledge* ditunjukkan dengan adanya banyak *framework* alternatif yang digunakan oleh siswa dalam menyelesaikan soal tes, siswa tidak memiliki ide untuk menghubungkan pertanyaan dalam soal dengan konsep saintifik yang sesuai, atau bahkan siswa tidak mengetahui konsep saintifik yang ditanyakan pada soal tes. Sementara siswa dengan *medium conditional knowledge* ditunjukkan dengan adanya beberapa *framework* alternatif yang digunakan oleh siswa dalam menyelesaikan soal tes, dimana siswa mengetahui konsep stoikiometri namun

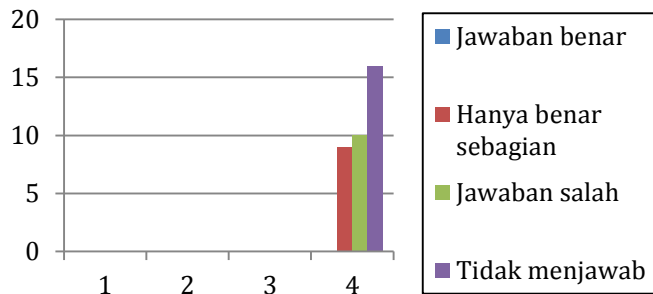
mereka tidak mengetahui fungsi atau kecocokan konsep tersebut dengan masalah yang dihadapinya (Sangguro, Ibrahim, & Surif, 2020).

*Conditional knowledge* siswa kelas XI MIPA 2 yang didominasi oleh *low conditional knowledge* jika ditinjau berdasarkan indikator *conditional knowledge*, siswa mengalami kesulitan tertinggi dalam memilih prosedur yang tepat untuk menyelesaikan masalah. Hal ini dapat terjadi karena pemahaman siswa kurang mendalam pada materi stoikiometri, terlebih lagi jika siswa lebih mengandalkan hafalan konsep, sehingga mereka cenderung mudah lupa akan konsep yang telah dipelajari (Maryanih *et al.*, 2018). Berikut rincian pembahasan untuk kriteria pemahaman konsep siswa dan kategori *conditional knowledge* siswa pada masing-masing soal dan indikator materi stoikiometri:

1. Pemahaman Konsep Siswa Berbasis *Conditional Knowledge* pada Indikator Materi Stoikiometri Perhitungan Banyak Zat dalam Campuran

Pemahaman konsep siswa pada indikator materi stoikiometri berupa perhitungan banyak zat dalam campuran dapat diketahui melalui soal tes nomor 1. Soal tes nomor 1 mewakili indikator *conditional knowledge* berupa memilih prosedur untuk

menentukan persen massa dan konsentrasi (ppm) unsur S (sulfur) dalam batu bara yang dapat disumbangkan dalam pembentukan  $\text{SO}_2$ . Adapun jawaban yang diberikan oleh siswa dapat disajikan pada gambar 4.6



Gambar 4.6 Jawaban siswa pada soal tes nomor 1

Gambar 4.6 menunjukkan bahwa tidak ada siswa yang dapat menjawab dengan benar pada soal tes nomor 1 (0%). Sebanyak 9 siswa (25,71%) menjawab benar sebagian, 10 siswa (48,57%) menjawab salah, dan 16 siswa (45,71%) tidak menjawab soal. Contoh jawaban siswa pada soal tes nomor 1 yang dikategorikan sebagai sebagian jawaban benar dan jawaban salah ditunjukkan pada gambar 4.7.

<p>1. <math>S_8 + O_2 \rightarrow SO_2</math></p> <p><math>A \times B_4</math></p> $\% A = \frac{x \cdot Ar A}{Mr A \times B_4} \times 100\%$ $\% S = \frac{x \cdot Ar S}{Mr SO_2} \times 100\%$ $= \frac{1 \cdot 32}{64} \times 100\%$ $= 0,5$ $\text{ppm} = \frac{250}{64}$ $= 3,9$	<p>1. 246 %</p>
---	-----------------

Sebagian jawaban benar

Jawaban salah

Gambar 4.7 Contoh jawaban siswa pada soal tes nomor 1

Jawaban pada gambar 4.7 yang dikategorikan sebagai sebagian jawaban benar adalah jawaban siswa yang hanya mampu menuliskan prosedur penentuan persen massa dari S meskipun terdapat kesalahan dalam perhitungan. Sementara itu, siswa tidak mampu menentukan konsentrasi ppm dari S yang disumbangkan dalam pembentukan  $SO_2$  dengan benar. Ketidakmampuan siswa dalam menentukan konsentrasi ppm dikarenakan siswa kurang memahami apa itu konsentrasi ppm. Hal ini sesuai dengan hasil wawancara antara peneliti (P) dengan siswa (R).

P : “Apakah kamu mengetahui apakah ppm itu? Apakah prosedur menentukan ppm yang ada pada jawaban kamu sudah benar?”

R : “Untuk menghitung ppm itu saya lupa caranya, jadi saya ngawur. Yang 250 itu di soal itu kan tertera ada suatu massa dan yang 64 itu dari  $\text{Mr SO}_2$ ”

P : “Apakah kamu mengetahui apakah ppm itu?”

R : “Ppm itu konsentrasi kak”

P : “Konsentrasi yang bagaimana?”

R : “Ppm itu konsentrasi untuk zat terlarut”

P : “Apa perbedaan konsentrasi ppm dengan konsentrasi zat terlarut yang lain seperti molaritas dan molalitas?”

R : “Maaf kurang tau kak”

Jawaban selanjutnya yang dikategorikan sebagai jawaban salah adalah jawaban siswa yang tidak sesuai dengan jawaban ideal, baik berdasarkan prosedur penyelesaian maupun berdasarkan jawaban akhir. Alasan siswa menjawab salah tersebut karena siswa memang belum memahami konsep mengenai persen massa dan konsentrasi ppm. Hal ini dibuktikan melalui wawancara antara peneliti (P) dengan siswa (R).

P : “Pada soal nomor 1, kamu menuliskan jawaban bahwa % massa dari S adalah 246%, dari manakah angka tersebut diperoleh? Selain menentukan % massa, soal

nomor 1 juga menanyakan kadar S dalam ppm, namun kamu tidak menjawabnya. Apakah kamu tahu, apakah ppm itu? Bagaimana cara menentukan ppm?”

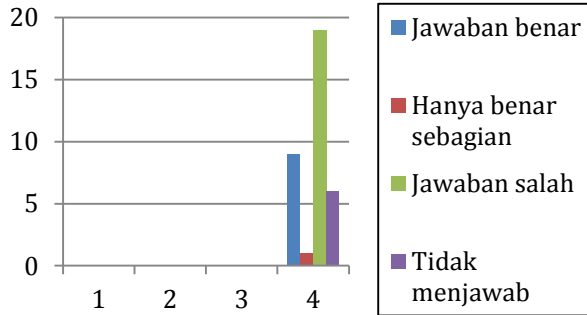
R : “Mohon maaf *mbak*, itu saya nomor 1 nggak tau caranya, soalnya saya kebingungan dan juga gak begitu paham kimia, waktunya juga sudah mepet”

Hasil tes dan wawancara siswa pada soal tes nomor 1 memberikan kesimpulan bahwa pemahaman konsep siswa pada indikator perhitungan banyak zat dalam campuran didominasi pemahaman konsep yang berkriteria sangat rendah. Sebagian besar siswa tidak mengetahui prosedur penentuan konsentrasi zat dalam campuran baik persen massa maupun ppm, bahkan siswa tidak dapat memberikan definisi yang tepat dari konsentrasi zat yang ditanyakan dalam soal. Berdasarkan hasil wawancara yang lain, sebagian kecil siswa hanya dapat menjelaskan bahwa persen massa merupakan perbandingan antara massa zat terlarut dengan massa larutan (Petrucci, 1989). Sementara untuk mendefinisikan konsentrasi ppm, siswa terlihat masih kebingungan sehingga tidak dapat menjelaskan dengan baik dan tidak dapat menuliskan perhitungan matematisnya. Hal ini kemudian memberikan kesimpulan juga bahwa *conditional knowledge* siswa pada indikator perhitungan banyak zat dalam

campuran juga tergolong kedalam *low conditional knowledge*.

2. Pemahaman Konsep Siswa Berbasis *Conditional Knowledge* pada Indikator Materi Stoikiometri Penerapan Hukum Gay-Lussac dalam Menentukan Perbandingan Volume Zat

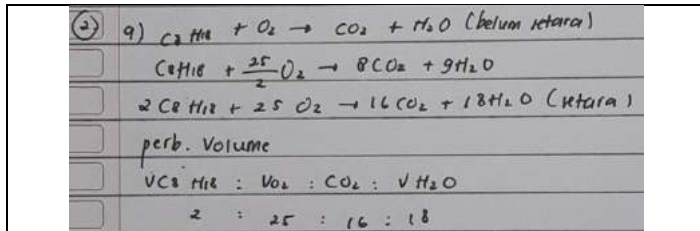
Pemahaman konsep siswa pada indikator materi stoikiometri berupa penerapan hukum dasar kimia yang dalam hal ini diwakili dengan penerapan hukum Gay-Lussac dalam menentukan perbandingan volume zat dapat diketahui melalui soal tes nomor 2A. Soal tes nomor 2A mewakili indikator *conditional knowledge* berupa mengidentifikasi masalah, yaitu melalui penentuan perbandingan volume gas yang dapat diperoleh dari proses penyetaraan reaksi kimia dalam keadaan STP yang sudah diketahui. Adapun jawaban yang diberikan oleh siswa dapat disajikan pada gambar 4.8.



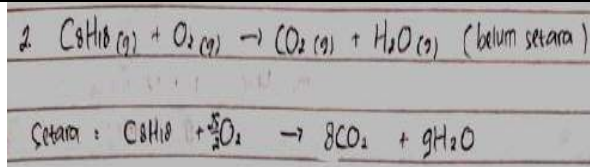
Gambar 4.8 Jawaban siswa pada soal tes nomor 2A

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa pada soal tes nomor 2A, sebanyak 9 siswa (25,71%) dapat menjawab dengan benar. Sebanyak 1 siswa (2,86%) menjawab benar sebagian, 19 siswa (54,29%) menjawab salah, dan 6 siswa (17,14%) tidak menjawab soal. Contoh jawaban siswa pada soal tes nomor 2A yang dikategorikan sebagai jawaban benar, sebagian jawaban benar, dan jawaban salah ditunjukkan pada gambar 4.9.

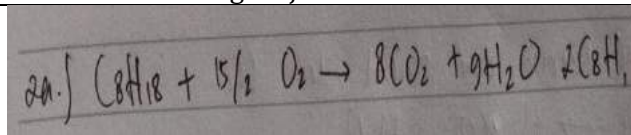




Jawaban benar



Sebagian jawaban benar



Jawaban salah

Gambar 4.9 Contoh jawaban siswa pada soal tes nomor 2A

Jawaban siswa yang dikategorikan sebagai jawaban benar adalah jawaban siswa yang menuliskan tahapan penyelesaian soal tes secara lengkap, yaitu dimulai dari penyetaraan reaksi kimia lalu menyimpulkan perbandingan volume gas berdasarkan koefisien dari persamaan reaksi setara. Jawaban siswa yang dikategorikan sebagai sebagian jawaban benar adalah jawaban siswa yang menyetarakan persamaan reaksi kimia tanpa memberikan kesimpulan dari

persamaan reaksi setara yang telah dituliskan. Awalnya hal ini diasumsikan peneliti bahwa siswa lupa memberikan kesimpulan pada jawaban, akan tetapi setelah dilakukan wawancara, ternyata siswa memang tidak mengetahui makna hukum Gay-Lussac yang menjelaskan bahwa volume gas yang diukur pada suhu dan tekanan yang sama (STP) berbanding sebagai bilangan bulat sederhana (Petrucci, 1989). Perbandingan ini dapat diketahui melalui koefisien dari persamaan reaksi setara. Berikut kutipan wawancara yang membuktikan bahwa siswa tidak memahami hubungan koefisien persamaan reaksi kimia pada keadaan STP dengan volume zat.

P : “Berdasarkan jawaban kamu pada soal nomor 2A, kamu menuliskan persamaan reaksi dari pembakaran isooktana. Lalu, bagaimana perbandingan masing-masing volume gas pada reaksi pembakaran isooktana?”

R : “Aku nggak tau *mbak*, aku nggak jago kimia. Itu aku cuma menyetarakan reaksinya”

P : “Apakah penyetaraan reaksi yang kamu tulis sudah setara?. Koefisien  $O_2$  yang kamu tulis itu  $25/2$  atau  $15/2$ ?”

R : “*25 kayake mbak*, aku *wes lupa*”

Jawaban siswa selanjutnya yang dikategorikan sebagai jawaban salah adalah jawaban siswa yang sudah tidak tepat pada tahap penyetaraan persamaan

reaksi kimia, berdasarkan kutipan wawancara, hal ini juga mengindikasikan bahwa siswa tidak mengetahui hubungan koefisien persamaan reaksi kimia pada keadaan STP dengan volume gas.

P : “Berdasarkan jawaban kamu pada soal nomor 2A, kamu menuliskan persamaan reaksi dari pembakaran isooktana. Lalu, bagaimana perbandingan masing-masing volume gas pada reaksi pembakaran isooktana?”

R : “Saya tidak tahu kak”

P : “Apakah menurut kamu reaksi pembakaran isooktana yang kamu tuliskan sudah setara?”

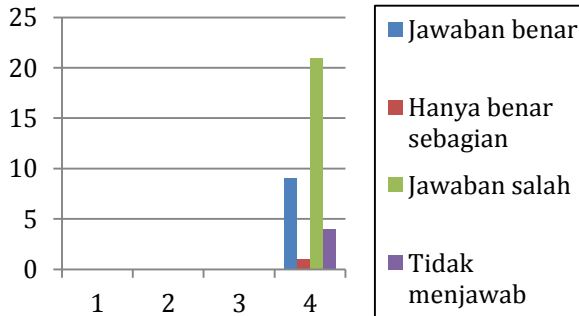
R : “Menurut saya kurang kak, tapi saya kurang tahu karena saya kurang memahami pelajaran kimia dan ditambah dengan keadaan sekarang yang pembelajarannya daring. Jadi saya kurang paham tentang pelajarannya”

Hasil tes dan wawancara siswa pada soal tes nomor 2A memberikan kesimpulan bahwa pemahaman konsep siswa pada indikator penerapan hukum dasar kimia yang dalam hal ini diwakili dengan penerapan hukum Gay-Lussac untuk menentukan perbandingan volume gas didominasi pemahaman konsep berkriteria rendah. Hanya sebagian kecil siswa yang mampu menjawab soal tes nomor 2A dengan benar yang artinya hanya sebagian kecil pula siswa yang memahami hubungan hukum Gay-Lussac dengan

volume gas pada keadaan STP. Hal ini kemudian memberikan kesimpulan juga bahwa *conditional knowledge* siswa pada indikator penerapan hukum dasar kimia yang dalam hal ini diwakili dengan penerapan hukum Gay-Lussac untuk menentukan perbandingan volume gas juga tergolong kedalam *low conditional knowledge*.

3. Pemahaman Konsep Siswa Berbasis *Conditional Knowledge* pada Indikator Materi Stoikiometri Hubungan Mol, Massa Molar, dan Volume Molar Gas

Pemahaman konsep siswa pada indikator materi stoikiometri berupa hubungan mol, massa molar, dan volume molar gas dapat diketahui melalui soal tes nomor 2B. Soal tes nomor 2B mewakili indikator *conditional knowledge* berupa mengasosiasi konsep, yaitu melalui penentuan mol zat dan massa molar lalu mengkonversikan mol kedalam satuan volume. Adapun jawaban yang diberikan oleh siswa dapat disajikan pada gambar 4.10.



Gambar 4.10 Jawaban siswa pada soal tes nomor 2B

Gambar 4.10 menunjukkan bahwa pada soal tes nomor 2B, sebanyak 9 siswa (25,71%) dapat menjawab dengan benar. Sebanyak 1 siswa (2,86%) menjawab benar sebagian, 21 siswa (60,00%) menjawab salah, dan 4 siswa (11,43%) tidak menjawab soal. Contoh jawaban siswa pada soal tes nomor 2B yang dikategorikan sebagai jawaban benar, sebagian jawaban benar, dan jawaban salah ditunjukkan pada gambar 4.11.

2b) Diketahui :

massa = 500 gram

Ar C = 12 g/mol } Ar CO<sub>2</sub> = 44 g/mol

Ar O = 16 g/mol

$$\frac{\text{gram}}{\text{Mr}} = \frac{V}{22,4}$$

$$\frac{500}{44} = \frac{V}{22,4}$$

$$44V = 11.200$$

$$V = 254,5 \text{ L}$$

Jawaban benar

2b.) Dikete = massa = 500 gram

Ditanya : Volume gas karbon ? dalam keadaan STP

Jawab :  $n \text{ C}_8\text{H}_{18} \dots = \text{Koefisien C}_8\text{H}_{18}$

$n \text{ CO}_2 \dots = \text{Koefisien CO}_2$

$$= \frac{1}{8} = \frac{1}{8}$$

$x = 8 \text{ mol}$

$$V \text{ CO}_2 = n \times 22,4$$

$$= 8 \times 22,4$$

$$V \text{ CO}_2 = 179,2 \text{ liter}$$

Sebagian jawaban benar

2. b) % C =  $\frac{M_c}{M_{campuran}} \times 100\%$

90% =  $\frac{m_c}{1} \times 100\%$

120 = 100 m<sub>c</sub>

m<sub>c</sub> = 1,2 gram

M unsur =  $\frac{\text{J. unsur}}{\text{Mr}} \times \text{M senyawa}$

12 =  $\frac{12 \times 2}{44} \times m \text{ CO}_2$

52,8 = 12 m CO<sub>2</sub>, m CO<sub>2</sub> = 4,4 gr.

Jawaban salah

Gambar 4.11 Contoh jawaban siswa pada soal tes nomor 2B

Jawaban siswa yang dikategorikan sebagai jawaban benar adalah jawaban siswa yang menuliskan tahapan penyelesaian soal tes nomor 2B secara

lengkap, yaitu dimulai dari melakukan perhitungan massa molar gas  $\text{CO}_2$ , melakukan perhitungan mol gas  $\text{CO}_2$ , lalu mengkonversikan mol gas  $\text{CO}_2$  kedalam satuan volume, hingga menuliskan satuan liter. Jawaban siswa yang dikategorikan sebagai sebagian jawaban benar adalah jawaban siswa yang menuliskan prosedur penyelesaian soal dengan benar, namun siswa tidak mampu mengenali data dan mengasosiasikan konsep dengan data yang diberikan pada soal tes. Kutipan wawancara memberikan bukti bahwa siswa tidak menyadari akan kesalahannya, namun siswa ragu akan kebenaran dari jawabannya, bahkan saat siswa ditanya mengenai maksud dari keadaan STP, siswa tidak dapat menjelaskan dengan baik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pemahaman siswa dalam konsep mol dan hubungan mol dengan volume molar gas masih kurang.

P : “Berdasarkan jawaban kamu pada nomor 2B, mengapa kamu membandingkan mol  $\text{C}_8\text{H}_{18}$  dengan mol  $\text{CO}_2$  serta membandingkan koefisien  $\text{C}_8\text{H}_{18}$  dengan koefisien  $\text{CO}_2$ ?”

R : “Karena itu rumusnya, eh gak tau *deng* kalau salah”

P : “Lalu, bagaimana kamu dapat mengetahui jika mol dari  $\text{C}_8\text{H}_{18}$  itu 1?”

R : “Iya ya, *ndak* tau dapat dari mana”

P : "Lalu, apakah kamu tahu apa itu keadaan STP?"

R : "Standar bukan?"

P : "Standar apa?"

R : "Keadaan STP itu keadaan standar? Aku agak lupa soal kelas 10 itu"

P : "(Mengulangi pernyataan responden), lalu apa pengaruh keadaan standar terhadap zat-zat yang terlibat dalam reaksi kimia?"

R : "*Ndak tau mbak*"

Jawaban siswa selanjutnya yang dikategorikan sebagai jawaban salah adalah jawaban siswa yang tidak memiliki kesesuaian dengan pertanyaan pada soal tes sehingga tidak dapat menjawab pertanyaan pada soal tes. Hal ini mengindikasikan bahwa siswa tidak dapat mengasosiasikan konsep yang tepat berdasarkan data-data yang telah disajikan dalam soal tes. Kutipan wawancara memberikan bukti bahwa siswa tidak mengetahui hubungan antara mol zat dan faktor konversi volume molar gas dalam keadaan STP.

P : "Pada soal nomor 2B, mengapa kamu menggunakan prosedur tersebut? Apakah prosedur tersebut dapat digunakan untuk menentukan volume gas suatu senyawa dalam reaksi kimia?"

R : "Saya tidak tahu kak"

Hasil tes dan wawancara siswa pada soal tes nomor 2B memberikan kesimpulan bahwa

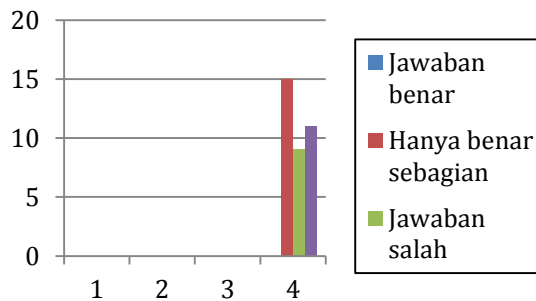


pemahaman konsep siswa pada indikator hubungan mol, massa molar, dan volume molar gas didominasi pemahaman konsep yang berkriteria sangat rendah. Hanya sebagian kecil siswa yang mampu menjawab soal tes nomor 2B dengan benar yang artinya hanya sebagian kecil pula siswa yang memahami hubungan mol, massa molar, dan volume molar gas. Hal ini kemudian memberikan kesimpulan mengenai *conditional knowledge* siswa. Ada beberapa siswa yang tergolong kedalam *medium conditional knowledge* yang ditunjukkan dari proses wawancara bahwa siswa mengetahui konsep dari hubungan mol, massa molar, dan volume molar gas, serta mengetahui prosedur matematisnya. Namun, pada indikator hubungan mol, massa molar, dan volume molar gas ini *conditional knowledge* siswa yang lebih dominan adalah *low conditional knowledge*.

#### 4. Pemahaman Konsep Siswa Berbasis *Conditional Knowledge* pada Indikator Materi Stoikiometri Hubungan Mol, Massa Molar, dan Jumlah Partikel yang Terlibat dalam Reaksi Kimia

Pemahaman konsep siswa pada indikator materi stoikiometri berupa hubungan mol, massa molar, dan jumlah partikel dapat diketahui melalui

soal tes nomor 3. Soal tes nomor 3 mewakili indikator *conditional knowledge* berupa memilih prosedur, yaitu melalui penentuan mol zat dan massa molar lalu mengkonversikan mol kedalam satuan molekul jumlah zat. Adapun jawaban yang diberikan oleh siswa dapat disajikan pada gambar 4.12.



Gambar 4.12 Jawaban siswa pada soal tes nomor 3

Gambar 4.12 menunjukkan bahwa pada soal tes nomor 3, tidak ada siswa yang dapat menjawab dengan benar. Sebanyak 15 siswa (42,86%) menjawab benar sebagian, 9 siswa (25,71%) menjawab salah, dan 11 siswa (31,43%) tidak menjawab soal. Contoh jawaban siswa pada soal tes nomor 3 yang dikategorikan sebagai sebagian jawaban benar dan jawaban salah ditunjukkan pada gambar 4.13.

3:	$m = C_{12} H_{22} O_{11} = (12 \times 12) + (22 \times 1) + (11 \times 16)$
	$= (12 \times 12) + (22 \times 1) + (11 \times 16)$
	$= 392$
	$\text{mol gula} : n = \frac{\text{massa}}{Mr} = \frac{5}{392 \text{ g/mol}} = 0,02 \text{ mol}$
	$= 0,02 \times 6,02 \times 10^{23}$
	$= 12,04 \times 10^{21} \text{ molekul gula}$

Sebagian jawaban benar

$$3. n = \frac{5}{180} \times \frac{1}{0,5}$$

$$n = \frac{5}{90}$$

$$n = 0,05 \text{ mol}$$

Jawaban salah

Gambar 4.13 Contoh jawaban siswa pada soal tes nomor 3

Jawaban siswa yang dikategorikan sebagai sebagian jawaban benar adalah jawaban siswa yang mampu menunjukkan prosedur penyelesaian soal dengan benar, namun siswa tidak mampu mengenali data dan mensubstitusikan data secara tepat. Selain itu, siswa juga salah memahami konsep. Hal ini ditunjukkan pada kutipan wawancara bahwa siswa tidak mengetahui nilai bilangan Avogadro secara tepat.

P : “Berdasarkan jawaban kamu pada nomor 3, jumlah molekul gula apa yang kamu hitung ( $C_{12}H_{22}O_{11}$  atau  $C_6H_{12}O_6$ )? Apakah bilangan Avogadro itu? Mengapa perlu dikalikan dengan bilangan Avogadro? Berapa nilai bilangan Avogadro?”

R : “Lupa *mbak*. Oiya itu hasilnya harusnya pangkat 2, bukan pangkat 21”

P : “Jadi, bilangan Avogadro nilainya  $6,02 \times 10^{23}$ ?”

R : “Kok saya jadi bingung. Gak tau *mbak* yang bener gimana”

Jawaban siswa selanjutnya yang dikategorikan sebagai jawaban salah adalah jawaban yang kurang sesuai dengan pertanyaan pada soal tes. Pada kasus contoh jawaban salah pada gambar 4.13, siswa salah memahami bahwa banyak molekul suatu senyawa kimia dinyatakan dalam mol. Kutipan wawancara menunjukkan bahwa siswa tidak menyadari akan kesalahannya tersebut dan meyakini bahwa jawaban yang telah dia berikan adalah benar.

P : “Berdasarkan jawaban kamu pada soal nomor 3, apakah jawaban yang kamu tuliskan tersebut sudah dapat menjawab pertanyaan dari soal nomor 3? Dari prosedur yang kamu tuliskan, dari manakah angka-angka tersebut didapatkan?”

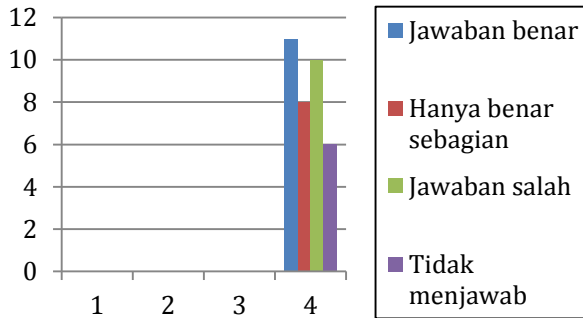
R : “Saya rasa sudah *mbak*, angka 5 didapatkan dari massa gula dan untuk 180 itu Mr nya, dan 0,5 itu volumenya”

Hasil tes dan wawancara siswa pada soal tes nomor 3 memberikan kesimpulan bahwa pemahaman konsep siswa pada indikator hubungan mol, massa molar, dan jumlah partikel didominasi dengan

pemahaman konsep yang berkriteria sangat rendah. Siswa mengalami miskonsepsi dalam mengenali dan memahami konsep, seperti konsep bilangan Avogadro dan memandang mol sebagai satuan dari jumlah molekul. Hal ini kemudian memberikan kesimpulan bahwa *conditional knowledge* siswa pada indikator hubungan mol, massa molar, dan jumlah partikel didominasi dengan *low conditional knowledge*.

5. Pemahaman Konsep Siswa Berbasis *Conditional Knowledge* pada Indikator Materi Stoikiometri Penentuan Massa Atom Relatif dari Suatu Unsur

Pemahaman konsep siswa pada indikator materi stoikiometri berupa penentuan massa atom relatif dapat diketahui melalui soal tes nomor 4A. Soal tes nomor 4A mewakili indikator *conditional knowledge* berupa mengidentifikasi masalah, yaitu melalui penentuan massa atom relatif dari unsur Cu berdasarkan persen kelimpahan isotopnya di alam. Penentuan massa atom relatif ini hanya bersifat pembuktian saja karena massa atom relatif dari Cu sudah biasa ditemui pada tabel periodik unsur. Adapun jawaban yang diberikan oleh siswa dapat disajikan pada gambar 4.14.



Gambar 4.14 Jawaban siswa pada soal tes nomor 4A

Gambar 4.14 menunjukkan bahwa pada soal tes nomor 4A, sebanyak 11 siswa (31,43%) dapat menjawab dengan benar. Sebanyak 8 siswa (22,86%) menjawab benar sebagian, 10 siswa (28,57%) menjawab salah, dan 6 siswa (17,14%) tidak menjawab soal. Contoh jawaban siswa pada soal tes nomor 4A yang dikategorikan sebagai jawaban benar, sebagian jawaban benar, dan jawaban salah ditunjukkan pada gambar 4.15.

<p> <math display="block">\text{Ar Cu} = (\% \text{ isotope 1} \times \text{massa isotope 1}) + (\% \text{ isotope 2} \times \text{massa isotope 2})</math> <math display="block">\text{Ar Cu} = (69,09\% \times 62,93) + (30,91\% \times 64,9278)</math> <math display="block">= 63,54751998</math> <p>Jadi, massa atom relatif Cu adalah 63,5475...</p> </p>
<p>Jawaban benar</p>
<p> <math display="block">4. \text{ a) } \text{massa relatif atom Cu adalah } 63,5</math> </p>
<p>Sebagian jawaban benar</p>
<p> <math display="block">4. \text{ Massa rata-rata atom dapat dicari massa relatif (Ar) atom tsb. sdgkan}</math> <math display="block">\text{massa relatif suatu unsur adalah hasil perkalian massa relatif}</math> <math display="block">\text{isotop unsur itu dg persentase kelimpahan isotop di alam,}</math> <math display="block">\text{jadi massa relatif atom Cu adalah } 63,5 = 105 + 10 - 22 \text{ gr} \cdot \text{mol}^{-1}</math> </p>
<p>Jawaban salah</p>

Gambar 4.15 Contoh jawaban siswa pada soal tes nomor 4A

Jawaban siswa yang dikategorikan sebagai jawaban benar adalah jawaban siswa yang mampu menunjukkan prosedur penyelesaian soal dengan benar, yaitu dengan mengalikan persen kelimpahan isotop Cu dan massa rata-rata isotop Cu di alam hingga memberikan satuan berupa sma (satuan massa atom). Pada jawaban benar soal tes nomor 4A, siswa mampu menyelesaikan prosedur penentuan massa atom relatif, tetapi siswa tidak menyertakan satuan pada massa atom relatif yang diperoleh. Sehingga meskipun jawaban yang diberikan siswa benar, akan tetapi dalam hal ini siswa tidak memperoleh skor ideal. Berdasarkan hasil wawancara, ternyata siswa mengalami miskonsepsi dalam menyatakan satuan

massa molar dan massa atom relatif. Berikut kutipan wawancara antara peneliti (P) dengan siswa (R).

P : “Berdasarkan jawaban kamu pada nomor 4A, kamu sudah berhasil menentukan massa atom relatif dari Cu, namun kamu tidak menyertakan satuan. Apa satuan dari massa atom relatif?”

R : “Gram/mol *mbak*”

P : “Apakah satuan massa atom relatif dengan massa molar sama?”

R : “Sama *mbak*”

Jawaban siswa yang dikategorikan sebagai sebagian jawaban benar adalah jawaban siswa yang mampu menuliskan nilai dari massa atom relatif Cu tetapi tidak menunjukkan prosedur perhitungan massa atom relatif Cu. Kutipan wawancara menunjukkan bahwa siswa tidak mengetahui bagaimana prosedur untuk menentukan massa atom relatif, tetapi siswa mengetahui definisi dari massa atom relatif.

P : “(Mengirim gambar jawaban), berdasarkan jawaban kamu pada nomor 4A, apakah kamu tahu apa itu massa atom relatif? Dari manakah angka pada jawaban kamu didapatkan?”

R : “Massa atom relatif itu massa suatu atom yang didapat dari rasio perbandingan standarnya *mbak*, itu kan ada di tabel periodik, maaf *mbak* nggak tau caranya”



Jawaban selanjutnya yang dikategorikan sebagai jawaban salah adalah jawaban siswa yang tidak sesuai dengan pertanyaan, yaitu siswa menyatakan bahwa massa atom relatif dari Cu adalah  $1,05 \times 10^{-22}$  gram. Meskipun pernyataan mengenai definisi massa atom relatif yang diberikan siswa benar, namun siswa tidak mampu menyajikan penyelesaian soal tes dalam bentuk perhitungan matematis, terlebih lagi siswa menyatakan nilai massa atom relatif Cu sebesar  $1,05 \times 10^{-22}$  gram. Jawaban yang diberikan oleh siswa juga mengindikasikan bahwa selain siswa tidak memahami definisi dari massa atom relatif, siswa juga mengalami kesalahan konsep dalam mengenali satuan dari massa atom relatif sebagaimana siswa yang memberikan jawaban benar tanpa satuan pada soal tes nomor 4A.

Massa atom relatif merupakan perbandingan massa rata-rata atom dengan massa satu atom tetap yang dalam hal ini adalah massa atom  $^{12}\text{C}$ , sehingga satuan massa atom relatif adalah satuan massa atom (sma), sedangkan satuan gram merupakan satuan dari massa molar, yaitu massa zat dalam satu mol. Massa molar dan massa atom relatif memang memiliki nilai yang sama, akan tetapi keduanya memiliki satuan yang

berbeda (DeMeo, 2006). Kutipan wawancara menunjukkan bahwa siswa hanya mengetahui definisi dari massa atom relatif tetapi siswa tidak benar-benar memahami akan massa atom relatif.

P : “Berdasarkan jawaban kamu pada nomor 4A, apakah kamu tahu apa itu massa atom relatif? Dari manakah angka pada jawaban kamu didapatkan?”

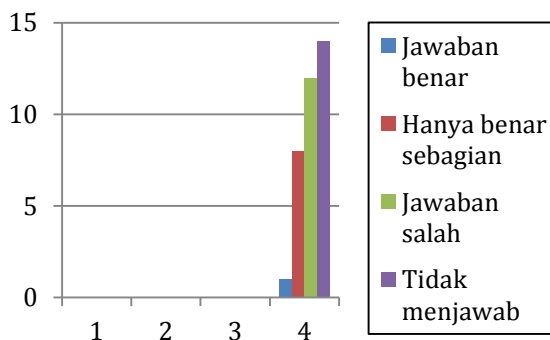
R : “E... sebelumnya mohon maaf kak, saya nggak tau darimana saya menjawabnya kemarin. Tapi disini saya mau menjawab pengertian massa atom relatif itu. Massa atom relatif ini itu massa suatu atom yang ditentukan dengan massa atom standar, yang dijadikan standar pengukuran itu atom karbon”

Hasil tes dan wawancara siswa pada soal tes nomor 4A memberikan kesimpulan bahwa pemahaman konsep siswa pada indikator penentuan massa atom relatif didominasi dengan pemahaman konsep yang ber kriteria rendah karena siswa hanya mengetahui definisi massa atom relatif tetapi siswa tidak benar-benar memahaminya. Selain itu, siswa juga mengalami miskonsepsi tentang satuan dari massa atom relatif dengan satuan massa molar. Hal ini kemudian memberikan kesimpulan bahwa *conditional knowledge* siswa pada indikator penentuan massa

atom relatif didominasi dengan *low conditional knowledge*.

6. Pemahaman Konsep Siswa Berbasis *Conditional Knowledge* pada Indikator Materi Stoikiometri Penentuan Rumus Empiris Suatu Senyawa

Pemahaman konsep siswa pada indikator materi stoikiometri berupa penentuan rumus empiris suatu senyawa dapat diketahui melalui soal tes nomor 4B. Soal tes nomor 4B mewakili indikator *conditional knowledge* berupa mengasosiasi konsep, yaitu melalui penentuan rumus empiris dari oksida tembaga berdasarkan persen unsur-unsur penyusunnya. Adapun jawaban yang diberikan oleh siswa dapat disajikan pada gambar 4.16.



Gambar 4.16 Jawaban siswa pada soal tes nomor 4B

Gambar 4.16 menunjukkan bahwa pada soal tes nomor 4B, hanya 1 siswa (2,86%) yang dapat menjawab dengan benar. Sebanyak 8 siswa (22,86%) menjawab benar sebagian, 12 siswa (34,29%) menjawab salah, dan 14 siswa (40,00%) tidak menjawab soal. Contoh jawaban siswa pada soal tes nomor 4B yang dikategorikan sebagai sebagian jawaban benar dan jawaban salah ditunjukkan pada gambar 4.17.

<p>4b) diketahui : komposisi Cu 88 %            komposisi O 12 %            Ar Cu = 63,5, S = 32, O = 16            ditanya : rumus empiris ?            jawab = RE = <math>Cu_xO_y</math>            = <math>\frac{\text{massa Cu}}{\text{Ar Cu}} : \frac{\text{massa O}}{\text{Ar O}}</math></p>	<p>Cu O            = <math>\frac{88}{63,5} : \frac{12}{16}</math>            = 1,385 ; 0,75            1,385 : 0,75 = 1,84 atau 2            jadi, rumus empirisnya adalah <math>Cu_2O</math></p>
<p>Jawaban benar</p>	
<p>b. Cu = 88 %  <math>n_{Cu} = \frac{88}{63,5}</math>            O = 12 %  <math>n_O = \frac{12}{16}</math></p> <p><math>\frac{1,3}{2} : 0,75 \times 10</math>  <math>\frac{13}{2} : 7,5</math>            2 : 1</p>	
<p>Sebagian jawaban benar</p>	
<p>b) <math>CuO</math>            tembaga = CuO            oksida / senyawa oksigen = 0, oksida =            maka jadi <math>CuO</math>.</p>	
<p>Jawaban salah</p>	

Gambar 4.17 Contoh jawaban siswa pada soal tes nomor 4B

Jawaban siswa yang dikategorikan sebagai jawaban benar adalah jawaban siswa yang mampu menuliskan prosedur penentuan rumus empiris senyawa oksida tembaga dengan benar, yaitu dimulai dengan menghitung mol Cu dan O, membandingkan mol Cu dan O, hingga memberikan kesimpulan rumus empiris dari oksida tembaga. Sedangkan jawaban siswa yang dikategorikan sebagai sebagian jawaban benar adalah jawaban siswa yang mampu menuliskan prosedur penentuan rumus empiris senyawa oksida tembaga dengan benar, namun tanpa memberikan kesimpulan rumus empiris dari oksida tembaga. Berdasarkan wawancara, siswa tersebut hanya lupa memberikan kesimpulan bukan karena siswa tidak dapat menyimpulkan rumus empiris oksida tembaga.

P : “Berdasarkan jawaban kamu pada soal tes nomor 5B?, bagaimana rumus empiris dari oksida tembaga tersebut?”

R : “Cu<sub>2</sub>O mbak”

Jawaban selanjutnya adalah jawaban yang dikategorikan sebagai jawaban salah, yaitu jawaban yang memang tidak tepat baik secara prosedur perhitungan maupun berdasarkan kesimpulan dari rumus empiris oksida tembaga yang dituliskan siswa. Kutipan wawancara menunjukkan bahwa siswa

memang tidak mengetahui prosedur penentuan rumus empiris sehingga dapat disimpulkan siswa juga tidak mengetahui hubungan antara persen komposisi unsur pada suatu senyawa dengan rumus empiris.

P : "Kamu menuliskan jawaban bahwa rumus empiris oksida tembaga tersebut adalah  $\text{CuO}$ , bagaimana kamu dapat mengetahui hal tersebut?"

R : "Iya ya, gak tau *mbak* kenapa, lupa"

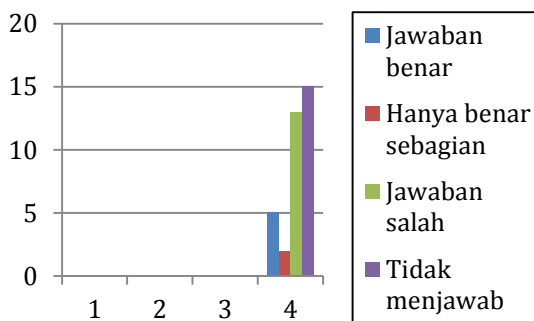
P : "Kalau cara yang tepat untuk menentukan rumus empiris bagaimana?"

R : "Gak tau *mbak*"

Hasil tes dan wawancara siswa pada soal tes nomor 4B memberikan kesimpulan bahwa pemahaman konsep siswa pada indikator penentuan rumus empiris suatu senyawa didominasi dengan pemahaman konsep yang berkriteria sangat rendah karena hanya 1 siswa yang dapat menjawab dengan benar. Selain itu, sebagian besar siswa juga tidak mengetahui konsep penentuan rumus empiris suatu senyawa dan hubungan antara persen komposisi unsur dalam suatu senyawa dengan rumus empiris suatu senyawa. Hal ini kemudian memberikan kesimpulan bahwa *conditional knowledge* siswa pada indikator penentuan rumus empiris suatu senyawa didominasi dengan *low conditional knowledge*.

7. Pemahaman Konsep Siswa Berbasis *Conditional Knowledge* pada Indikator Materi Stoikiometri Perumusan Senyawa Hidrat

Pemahaman konsep siswa pada indikator materi stoikiometri berupa perumusan senyawa hidrat dapat diketahui melalui soal tes nomor 4C. Soal tes nomor 4C mewakili indikator *conditional knowledge* berupa memilih prosedur, yaitu melalui penentuan rumus senyawa hidrat berdasarkan massa  $\text{CuSO}_4$  sebelum dan sesudah proses kristalisasi. Adapun jawaban yang diberikan oleh siswa dapat disajikan pada gambar 4.18.



Gambar 4.18 Jawaban siswa pada soal tes nomor 4C

Gambar 4.18 menunjukkan bahwa pada soal tes nomor 4C, sebanyak 5 siswa (14,29%) yang dapat

menjawab dengan benar. Sebanyak 2 siswa (5,71%) menjawab benar sebagian, 13 siswa (37,14%) menjawab salah, dan 15 siswa (42,86%) tidak menjawab soal. Contoh jawaban siswa pada soal tes nomor 4C yang dikategorikan sebagai jawaban benar, sebagian jawaban benar, dan jawaban salah ditunjukkan pada gambar 4.19.

<p>4C. <math>\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuSO}_4 + x \text{H}_2\text{O}</math></p> <p>10 gram      6.4 gram      3.6 g      <math>\text{Mr CuSO}_4 = 63.5 + 32 + (4 \times 16)</math></p> <p><math>\text{H}_2\text{O} = 10 - 6.4 \text{ g} = 3.6 \text{ g}</math>      <math>\text{Mr H}_2\text{O} = (1 \times 2) + 16 = 18 \text{ g/mol}</math></p> <p><math>n = \frac{\text{massa}}{\text{Mr}}</math>      <math>\text{Mr CuSO}_4 = 160</math>      <math>\text{Mr H}_2\text{O} = 18 \text{ g/mol}</math></p> <p><math>n \text{ CuSO}_4 = \frac{\text{massa}}{\text{Mr}} = \frac{6.4}{160} = 0.04 \text{ mol}</math></p> <p><math>n \text{ H}_2\text{O} = \frac{\text{massa}}{\text{Mr}} = \frac{3.6}{18} = 0.2 \text{ mol}</math></p> <p><math>n \text{ CuSO}_4 : n \text{ H}_2\text{O} = 0.04 : 0.2 = 1 : 5</math></p> <p><math>x = 5</math></p> <p>Jawaban benar</p>
<p>4C. <math>\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}</math></p> <p>Sebagian jawaban benar</p>
<p>4C. <math>\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}</math></p> <p>menjadi <math>\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}</math></p> <p>Jawaban salah</p>

Gambar 4.19 Contoh jawaban siswa pada soal tes nomor 4C



Jawaban siswa yang dikategorikan sebagai jawaban benar adalah jawaban siswa yang mampu menuliskan prosedur penentuan rumus senyawa hidrat  $\text{CuSO}_4$  dengan benar, mulai dari perhitungan massa senyawa  $\text{CuSO}_4$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ , perhitungan mol  $\text{CuSO}_4$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ , perbandingan mol  $\text{CuSO}_4$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ , hingga memberikan kesimpulan rumus senyawa hidrat dari  $\text{CuSO}_4$ . Sedangkan jawaban siswa yang dikategorikan sebagai sebagian jawaban benar adalah jawaban siswa yang hanya menuliskan rumus senyawa hidrat  $\text{CuSO}_4$  tanpa menuliskan prosedur penentuan rumus senyawa hidrat. Kutipan wawancara menunjukkan bahwa siswa mengetahui maksud dari senyawa hidrat, namun siswa tidak mengetahui prosedur penentuan rumus senyawa hidrat.

P : “Berdasarkan jawaban kamu pada nomor 4C, apakah kamu mengetahui apakah senyawa hidrat itu? Bagaimana kamu dapat menentukan bahwa rumus senyawa hidrat tersebut adalah  $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$ ?”

R : “Maaf kak saya kurang tahu, kemarin jawabnya ngawur”

P : “Kalau mengenai senyawa hidrat, tahukah kamu senyawa apa itu?”

R : “Senyawa yang mengandung molekul-molekul air yang biasanya dihilangkan melalui pemanasan kalau tidak salah kak”

Kategori jawaban selanjutnya adalah jawaban salah, yaitu jawaban yang tidak dapat menjawab pertanyaan dari soal tes. Jawaban salah yang diberikan siswa adalah siswa menuliskan persamaan reaksi dari senyawa  $\text{CuSO}_4$  dengan air, namun persamaan reaksi tersebut terlihat hanya spontanitas dalam menjawab soal tanpa ada teori yang mendasari. Sebagaimana siswa yang dikategorikan menjawab dengan sebagian jawaban benar, siswa yang menjawab soal tes dengan jawaban salah juga mengetahui apa yang dimaksud dengan senyawa hidrat, tetapi mereka tidak mengetahui prosedur penentuan dari senyawa hidrat. Hal ini diketahui melalui kutipan wawancara antara peneliti (P) dengan siswa (R).

P : “(Mengirim jawaban siswa), berdasarkan jawaban kamu pada nomor 4C, apakah kamu mengetahui apakah senyawa hidrat itu? Mengapa kamu menuliskan persamaan reaksi tersebut? Dan dari manakah angka 5 pada persamaan reaksi tersebut berasal?”

R : “Yang dimaksud dari hidrat kan air, lah senyawa hidrat itu adalah senyawa yang mengandung sejumlah molekul air”

P : “Soal nomor 4C menanyakan tentang rumus senyawa hidrat, apakah dengan menuliskan persamaan reaksi seperti jawaban kamu nanti akan dapat diketahui rumus hidrat dari senyawa hidrat tersebut?”

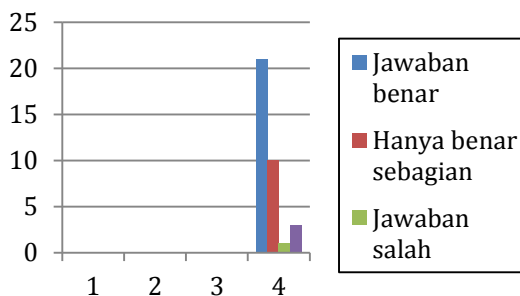
R : “Nggak kak”

Hasil tes dan wawancara siswa pada soal tes nomor 4C memberikan kesimpulan bahwa pemahaman konsep siswa pada indikator perumusan senyawa hidrat didominasi dengan pemahaman konsep yang berkriteria sangat rendah karena siswa hanya mengetahui definisi dari senyawa hidrat tetapi siswa tidak mengetahui prosedur perumusan senyawa hidrat. Hal ini kemudian memberikan kesimpulan bahwa *conditional knowledge* siswa pada indikator penentuan rumus empiris suatu senyawa didominasi dengan *low conditional knowledge*.

#### 8. Pemahaman Konsep Siswa Berbasis *Conditional Knowledge* pada Indikator Materi Stoikiometri Penyetaraan Persamaan Reaksi Kimia

Pemahaman konsep siswa pada indikator materi stoikiometri berupa penyetaraan persamaan reaksi kimia dapat diketahui melalui soal tes nomor 5A. Soal tes nomor 5A mewakili indikator *conditional knowledge* berupa mengidentifikasi masalah, yaitu melalui penyetaraan persamaan reaksi antara NaOH

dengan CO<sub>2</sub> pada pesawat. Adapun jawaban yang diberikan oleh siswa dapat disajikan pada gambar 4.20.



Gambar 4.20 Jawaban siswa pada soal tes nomor 5A

Gambar 4.20 menunjukkan bahwa pada soal tes nomor 5A, sebanyak 21 siswa (60,00%) yang dapat menjawab dengan benar. Sebanyak 10 siswa (28,57%) menjawab benar sebagian, 1 siswa (2,86%) menjawab salah, dan 3 siswa (8,57%) tidak menjawab soal. Contoh jawaban siswa pada soal tes nomor 5A yang dikategorikan sebagai jawaban benar, sebagian jawaban benar, dan jawaban salah ditunjukkan pada gambar 4.21.

5A	$\text{NaOH (aq)} + \text{CO}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ (aq)} + \text{H}_2\text{O (l)}$ $2 \text{NaOH (aq)} + \text{CO}_2 \text{ (g)} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ (aq)} + \text{H}_2\text{O (l)}$
Jawaban benar	
<p>5.) a.) <math>\text{CO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}</math></p> <p>→ ruas kiri dan kanan sudah sama apabila NaOH dikali koefisien 2.</p> <p style="text-align: center;">Sebagian jawaban benar</p>	
<p>5.) a. NaOH dan CO<sub>2</sub> → persamaan reaksi setara ?</p> $\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ <p style="text-align: center;">Jawaban salah</p>	

Gambar 4.21 Contoh jawaban siswa pada soal tes nomor 5A

Jawaban siswa yang dikategorikan sebagai jawaban benar adalah jawaban siswa yang menuliskan persamaan reaksi setara antara NaOH dengan CO<sub>2</sub> secara tepat. Penyetaraan persamaan reaksi kimia dilakukan dengan cara membubuhkan koefisien di depan senyawa untuk menyeimbangkan jumlah atom reaktan dan jumlah atom produk (Susilowati dan Harjani, 2013). Sedangkan jawaban siswa yang dikategorikan sebagai sebagian jawaban benar adalah jawaban siswa yang hanya memberikan prosedur penyetaraan reaksi kimia tanpa menuliskan persamaan reaksi setara dari NaOH dengan CO<sub>2</sub>. Namun, hasil wawancara menunjukkan bahwa siswa

memahami bagaimana prosedur penyetaraan reaksi meskipun tidak menuliskan persamaan reaksi setara dari reaksi NaOH dan CO<sub>2</sub>.

P : “Coba jelaskan maksud dari pernyataan kamu pada jawaban nomor 5A! Apakah koefisien itu? Mengapa NaOH perlu dikali dengan koefisien 2?”

R : “Ya itu *mbak*, kalo NaOH nya dikasih koefisien 2, reaksinya jadi setara. Koefisien itu angka yang di depan senyawa”

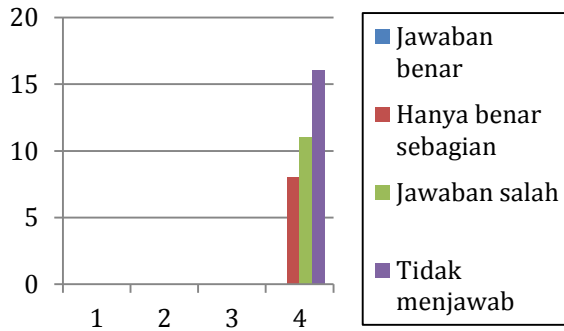
Jawaban selanjutnya adalah jawaban yang dikategorikan sebagai jawaban salah, yaitu jawaban siswa yang tidak mampu menjawab pertanyaan dari soal tes. Siswa hanya menulis kembali persamaan reaksi antara NaOH dengan CO<sub>2</sub>, namun mengubah tanda panah dengan tanda sama dengan. Hal ini tidak sesuai dengan teori yang ada dan tidak memberikan pengaruh pada jumlah atom yang ada pada reaktan dan produk. Hal ini memberikan pandangan bahwa siswa tidak memiliki pemahaman yang cukup terhadap apa yang dimaksud dengan persamaan reaksi setara dan prosedur menyetarakan persamaan reaksi kimia.

Secara keseluruhan, hasil tes dan wawancara siswa pada soal tes nomor 5A memberikan kesimpulan bahwa pemahaman konsep siswa pada indikator

penyetaraan persamaan reaksi kimia didominasi dengan pemahaman konsep yang berkriteria sedang karena sebagian besar siswa mampu menuliskan persamaan reaksi setara dari NaOH dan CO<sub>2</sub>. Hal ini kemudian memberikan kesimpulan bahwa *conditional knowledge* siswa pada indikator penyetaraan persamaan reaksi kimia didominasi dengan *medium conditional knowledge*.

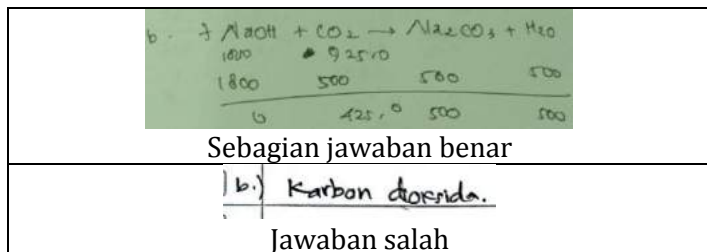
9. Pemahaman Konsep Siswa Berbasis *Conditional Knowledge* pada Indikator Materi Stoikiometri Penentuan Pereaksi Pembatas

Pemahaman konsep siswa pada indikator materi stoikiometri berupa perumusan senyawa hidrat dapat diketahui melalui soal tes nomor 5B. Soal tes nomor 5B mewakili indikator *conditional knowledge* berupa mengasosiasi konsep, yaitu melalui penentuan zat yang akan habis ketika sejumlah reaktan NaOH dan CO<sub>2</sub> direaksikan. Adapun jawaban yang diberikan oleh siswa dapat disajikan pada gambar 4.22.



Gambar 4.22 Jawaban siswa pada soal tes nomor 5B

Gambar 4.22 menunjukkan bahwa pada soal tes nomor 5B, tidak ada siswa yang dapat menjawab dengan benar. Sebanyak 8 siswa (22,86%) menjawab benar sebagian, 11 siswa (31,43%) menjawab salah, dan 16 siswa (45,71%) tidak menjawab soal. Contoh jawaban siswa pada soal tes nomor 5B yang dikategorikan sebagai sebagian jawaban benar dan jawaban salah ditunjukkan pada gambar 4.23.



Gambar 4.23 Contoh jawaban siswa pada soal tes nomor 5B



Jawaban siswa yang dikategorikan sebagai sebagian jawaban benar adalah jawaban siswa yang menunjukkan sebagian prosedur penyelesaian yang tepat, yaitu menuliskan persamaan reaksi mrs (mula-mula – reaksi – sisa) dalam menentukan zat yang habis bereaksi, namun siswa melakukan kesalahan dalam mensubstitusikan angka, dimana siswa tidak menyatakan zat dalam mol terlebih dahulu sebelum menuliskan persamaan reaksi mrs. Berikut kutipan wawancara antara peneliti (P) dengan siswa (R).

P : “Berdasarkan jawaban kamu pada nomor 5B, apakah zat yang habis bereaksi dapat diketahui secara langsung melalui operasi pengurangan massa reaktan?”

R : “Iya *mbak* bisa”

P : “Bagaimana jika pakai mol? Apakah nanti hasilnya sama?”

R : “Iya mungkin *mbak*, tapi menurutku sih benar *mbak*”

Kutipan wawancara tersebut, menunjukkan adanya miskonsepsi pada siswa dalam prosedur menentukan pereaksi pembatas. Dalam hal ini, secara tidak langsung siswa meyakini bahwa massa zat dalam satu mol adalah sama. Keyakinan ini menyalahi teori yang ada. Siswa terbalik dalam memahami konsep mol. Secara teori mol serupa dengan jenis-jenis satuan

seperti lusin, kodi, dan rim, sehingga massa suatu zat dalam 1 mol berbeda dengan massa dari 1 mol zat yang lain (Susilowati dan Harjani, 2013).

Jawaban selanjutnya adalah jawaban yang dikategorikan sebagai jawaban salah, yaitu jawaban siswa yang tidak mampu menunjukkan prosedur penentuan pereaksi pembatas dan memberikan kesimpulan yang salah pada zat yang habis bereaksi. Dalam hal ini, siswa terlihat spontanitas dalam menjawab soal. Berikut adalah kutipan wawancara antara peneliti (P) dengan siswa (R).

P : “Berdasarkan jawaban kamu pada nomor 5B, mengapa kamu menjawab bahwa zat yang habis bereaksi adalah CO<sub>2</sub>? Apa buktinya?”

R : “Kemarin soal 5B gimana *mbak*?”

P : (Mengirim gambar soal 5B)

R : “Kalo soal 5B kayaknya nggak gitu. Pake cara itungnya”

P : “Bagaimana caranya?”

R : “Lupa *mbak*. Maaf kalo jawabannya kurang memuaskan *mbak*”

P : “Baik, terima kasih”

Kutipan wawancara menunjukkan bahwa siswa menyadari jika jawaban yang telah ia berikan bukan jawaban yang tepat, namun siswa tidak mengetahui

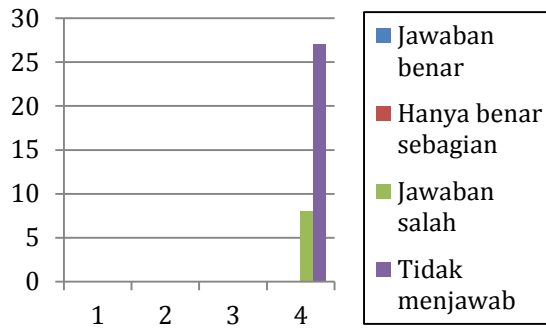
prosedur penyelesaian soal tes yang tepat karena lupa. Hal ini disebabkan kurangnya pemahaman konsep siswa pada topik pereaksi pembatas sehingga siswa kesulitan, lupa, dan tidak dapat menyelesaikan soal tes (Maryanih *et al.*, 2018).

Secara keseluruhan, hasil tes dan wawancara siswa pada soal tes nomor 5B memberikan kesimpulan bahwa pemahaman konsep siswa pada indikator penentuan pereaksi pembatas didominasi dengan pemahaman konsep yang berkriteria sangat rendah karena seluruh siswa tidak mampu menunjukkan prosedur yang tepat untuk menentukan pereaksi pembatas. Hal ini kemudian memberikan kesimpulan bahwa *conditional knowledge* siswa pada indikator penyetaraan persamaan reaksi kimia didominasi dengan *low conditional knowledge*.

#### 10. Pemahaman Konsep Siswa Berbasis *Conditional Knowledge* pada Indikator Materi Stoikiometri Penerapan Konsep Mol Untuk Memprediksi Suatu Peristiwa

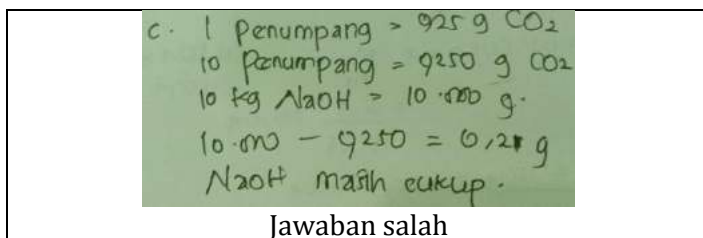
Pemahaman konsep siswa pada indikator materi stoikiometri berupa penerapan konsep mol untuk memprediksi suatu peristiwa dapat diketahui melalui soal tes nomor 5C. Soal tes nomor 5C mewakili

indikator *conditional knowledge* berupa memilih prosedur, yaitu melalui penerapan konsep mol untuk memprediksi kecukupan senyawa NaOH dalam menghilangkan emisi gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan pesawat. Adapun jawaban yang diberikan oleh siswa dapat disajikan pada gambar 4.24.



Gambar 4.24 Jawaban siswa pada soal tes nomor 5C

Gambar 4.24 menunjukkan bahwa pada soal tes nomor 5C, tidak ada siswa yang dapat menjawab dengan benar. Tidak ada pula siswa yang dapat menjawab benar sebagian, sebanyak 8 siswa (22,86%) menjawab salah, dan 27 siswa (77,14%) tidak menjawab soal. Contoh jawaban siswa pada soal tes nomor 5C yang dikategorikan sebagai jawaban salah ditunjukkan pada gambar 4.25.



Jawaban salah

Gambar 4.25 Contoh jawaban soal tes nomor 5C

Tidak ada satu pun siswa yang dapat menyelesaikan soal tes nomor 5C dengan benar. Hanya ada sebagian kecil siswa yang menjawab dan jawaban tersebut dikategorikan sebagai jawaban salah karena prosedur penyelesaian yang ditunjukkan oleh siswa tidak tepat. Pada soal tes nomor 5C, prosedur yang seharusnya diberikan siswa adalah menghitung massa molar dan mol dari NaOH serta CO<sub>2</sub> terlebih dahulu, selanjutnya siswa perlu menuliskan persamaan reaksi mrs untuk mengetahui zat yang habis bereaksi. Melalui persamaan reaksi mrs, akan diketahui banyak zat yang terlibat dalam reaksi kimia sehingga massa gas CO<sub>2</sub> yang dapat dihilangkan dengan NaOH pun dapat diketahui dan dapat dinyatakan berdasarkan banyak penumpang.

Penyelesaian soal tes nomor 5C berkaitan dengan penyelesaian soal tes nomor 5B. Pada soal tes nomor 5B menunjukkan bahwa siswa tidak memahami

konsep penentuan pereaksi pembatas dan mengalami miskonsepsi pada konsep mol, sehingga hal ini mempengaruhi siswa untuk menyelesaikan soal tes nomor 5C melalui pendekatan massa zat, tanpa menyatakan zat dalam mol dan mempertimbangkan persamaan reaksi antara NaOH dan CO<sub>2</sub>. Berikut kutipan antara peneliti (P) dengan siswa (R).

P : “Untuk jawaban kamu nomor 5C, apakah prosedurnya sudah benar?”

R : “Sudah *mbak*”

P : “Bagaimana jika pakai mol? Apakah nanti hasilnya sama?”

R : “Iya mungkin *mbak*, tapi menurutku sih benar *mbak*”

P : “Baik, terima kasih atas jawabannya”

Hasil tes dan wawancara siswa pada soal tes nomor 5C memberikan kesimpulan bahwa pemahaman konsep siswa pada indikator penerapan konsep mol untuk memprediksi suatu peristiwa didominasi dengan pemahaman konsep yang berkriteria sangat rendah karena seluruh siswa tidak mampu menunjukkan prosedur yang tepat untuk menyelesaikan soal tes nomor 5C. Hal ini kemudian memberikan kesimpulan bahwa *conditional knowledge* siswa pada indikator penerapan konsep mol untuk

memprediksi suatu peristiwa didominasi dengan *low conditional knowledge*.

Rincian pemahaman siswa pada tiap soal tes dan wawancara memberikan informasi bahwa siswa kelas XI MIPA 2 mengalami kesulitan dalam mempelajari materi stoikiometri. Kesulitan siswa dalam materi stoikiometri tersebut terletak pada hampir seluruh konsep yang ada pada materi stoikiometri, yaitu: penerapan hukum dasar kimia, konsep massa atom relatif, konsep mol, konsep pereaksi pembatas, konsep perhitungan konsentrasi, konsep penentuan rumus empiris dan senyawa hidrat, dan beberapa siswa memiliki letak kesulitan pada konsep penyetaraan reaksi kimia.

### **C. Keterbatasan Penelitian**

Pelaksanaan penelitian tidak selalu berjalan sesuai dengan apa yang sudah direncanakan. Selama penelitian, peneliti menemukan beberapa kendala yang dapat menjadi catatan dan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya. Adapun keterbatasan penelitian yang dialami peneliti antara lain:

#### **1. Keterbatasan Media Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada masa pandemi *covid-19*, sehingga ruang gerak peneliti sangat terbatas

dan dilakukan dengan mempertimbangkan protokol kesehatan, sehingga pengambilan data dilakukan oleh peneliti secara *online* dan *offline*. Pengambilan data *offline* dilakukan untuk memperoleh data pra riset berupa wawancara dengan guru mata pelajaran. Pengambilan data pra riset angket siswa dilakukan secara *online* melalui *google formulir* dengan pengarahan secara *offline* dari peneliti di sekolah, sedangkan pengambilan data riset yang meliputi pengerjaan soal tes dan wawancara siswa dilakukan peneliti secara *online* melalui *google formulir* dan *whatsapp*.

## 2. Keterbatasan Materi

Penelitian ini hanya dilakukan pada materi stoikiometri sehingga hasil penelitian bersifat spesifik untuk mendeskripsikan pemahaman konsep siswa dan kesulitan siswa pada materi stoikiometri berbasis *conditional knowledge*.

## 3. Keterbatasan Objek Penelitian

Objek penelitian ini merupakan siswa kelas XI MIPA 2 MAN 1 Lamongan tahun ajaran 2020/2021 sehingga hasil penelitian ini hanya berlaku pada siswa kelas XI MIPA 2 MAN 1 Lamongan dan tidak berlaku pada siswa lain.



## BAB V

### SIMPULAN DAN SARAN

#### A. Simpulan

Simpulan yang didapatkan dari hasil penelitian adalah tingkat pemahaman konsep siswa kelas XI MIPA 2 yang tergolong kedalam kriteria sangat rendah sehingga *conditional knowledge* siswa kelas XI MIPA 2 juga tergolong kedalam kategori *low conditional knowledge*. Rata-rata pemahaman konsep siswa pada materi stoikiometri di kelas XI MIPA 2 adalah sebanyak 71% siswa memiliki pemahaman konsep dengan kriteria sangat rendah dan 29% siswa memiliki pemahaman konsep ber kriteria sedang. Adapun letak kesulitan siswa pada materi stoikiometri meliputi sebagian besar konsep pada materi stoikiometri, yaitu: penerapan hukum dasar kimia, konsep massa atom relatif, konsep mol, konsep pereaksi pembatas, konsep perhitungan konsentrasi, konsep penentuan rumus empiris dan senyawa hidrat, dan beberapa siswa memiliki letak kesulitan pada konsep penyetaraan reaksi kimia.

## B. Implikasi

Berdasarkan hasil penelitian, implikasi secara teoritis dan praktis dapat dikemukakan sebagai berikut:

### 1. Implikasi Teoritis

*Conditional knowledge* siswa dipengaruhi oleh pemahaman konsep siswa pada materi stoikiometri. Siswa perlu memiliki pemahaman konsep yang tinggi untuk memiliki *conditional knowledge* yang baik. *Conditional knowledge* sangat penting bagi siswa karena dapat mengembangkan keterampilan pemecahan masalah.

### 2. Implikasi Praktis

Hasil penelitian ini dapat menjadi evaluasi pembelajaran materi stoikiometri untuk perbaikan pembelajaran selanjutnya agar lebih menekankan pemahaman konsep serta melatih *conditional knowledge*.

## C. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka saran yang dapat diberikan oleh peneliti antara lain:

1. Perlu adanya penelitian serupa yang dilakukan pada materi yang berbeda sebab pemahaman konsep siswa sangat penting untuk diketahui terlebih lagi dengan

basis *conditional knowledge* yang dapat membantu siswa untuk mengembangkan keterampilan pemecahan masalah

2. Perlu adanya penelitian lanjutan yang dilakukan untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa pada materi stoikiometri berbasis *conditional knowledge*

## DAFTAR PUSTAKA

- Amolloh, Odundo P., Ganira K. Lilian, & Kinyua G. Wanjiru. 2018. "Experiential Learning, Conditional Knowledge and Professional Development at University of Nairobi, Kenya—Focusing on Preparedness for Teaching Practice." *International Education Studies* 11(7): 125–35.
- Anderson, J. R. 1990. *Cognitive Psychology and Its Implementations*. 3rd Ed. New York: W. H. Freeman & Company.
- Astuti, Lin Suciani. 2017. "Penguasaan Konsep IPA Ditinjau dari Konsep Diri dan Minat Belajar Siswa." *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA* 7(1): 40–48.
- Aswita, Rusman, & Ratu Fazlia Inda Rahmayani. 2017. "Identifikasi Kesulitan Siswa dalam Memahami Materi Termokimia dengan Menggunakan Three-Tier Multiple Choice Diagnostic Instrument di Kelas XI MIA 5 MAN MODEL Banda Aceh." *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Kimia* 2(1): 35–44.
- Baunsele, Anselmus Boy *et al.* 2020. "Peningkatan Pemahaman Terhadap ilmu Kimia Melalui Kegiatan Praktikum Kimia Sederhana di Kota Soe." *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (Aptekmas)* x(x): 43–48.
- Bernard, Martin, dan Siti Chotimah. 2018. "Improve Student Mathematical Reasoning Ability With Open-Ended Approach Using VBA for Powerpoint." In *AIP Conference Proceedings*, , 1–9.
- Bucat, Bob, dan Mauro Mocerino. 2009. "Learning at the Sub-micro Level: Structural Representations." In *Multiple Representations in Chemical Education Models and*

*Modelling in Science Education* 4, , 11–29.

Buchwald, Florian *et al.* 2017. “Training in Components of Problem-Solving Competence: An Experimental Study of Aspects of the Cognitive Potential Exploitation Hypothesis.” : 315–31.

Cahyani, Hesti, dan Ririn Wahyu Setyawati. 2016. “Pentingnya Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Melalui PBL untuk Mempersiapkan Generasi Unggul Menghadapi MEA.” In *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, , 151–60.

Chiu, Mei Hung. 2001. “Algorithmic Problem Solving and Conceptual Understanding of Chemistry by Students at a Local High School in Taiwan.” *Proc. Natl. Sci. Counc.* 11(1): 20–38.

DeMeo, Stephen. 2006. “Revisiting Molar Mass, Atomic Mass, and Mass Number: Organizing, Integrating, and Sequencing Fundamental Chemical Concepts.” *Journal of Chemical Education* 83(4): 617–21.

Effendi, M. Haris, Yusneli, & Nurul Hasanah. 2016. “Pengembangan Multimedia Interaktif Berbasis Pendekatan Saintifik pada Materi Hidrokarbon dan Minyak Bumi Kelas XI IPA di SMA Negeri 4 Kota Jambi.” *J. Indo. Soc. Integ. Chem.* 8(2): 35–44.

Fauziyah, Ratu Syifa, dan Heni Pujiastuti. 2020. “Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Cerita Program Linear Berdasarkan Prosedur Polya.” *UNION: Jurnal Pendidikan Matematika* 8(2): 253–64.

Febriani, Galuh, Siti Marfu'ah, & Ridwan Joharmawan. 2018. “Identifikasi Konsep Sukar, Kesalahan Konsep, dan

Faktor-Faktor Penyebab Kesulitan Belajar Hidrolisis Garam Siswa Salah Satu SMA Blitar.” *J-PEK (Jurnal Pembelajaran Kimia)* 3(2): 35–43.

Fibonacci, Anita *et al.* 2021. “Development of chemistry e-module flip pages based on chemistry triplet representation and unity of sciences for online learning.” *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1796(1): 1–9.

Fuad, Nur Miftahul, Siti Zubaidah, Susriyati Mahanal, dan Endang Suarsini. 2017. “Improving Junior High Schools’ Critical Thinking Skills Based on Test Three Different Models of Learning.” *International Journal of Instruction* 10(1): 101–16.

Hardani *et al.* 2020. *Buku Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif*.

Hikaya, Nur’aini, Lukum, & Botutihe. 2018. “Studi Komparasi Kemampuan Pemahaman Konseptual, Algoritmik, dan Grafis Mahasiswa Jurusan Kimia Pada Materi Asam Basa.” *Jurnal Entropi* 1(441412007): 95–102.

Jayadi, Agung, Desy Hanisa Putri, & Henny Johan. 2020. “Identifikasi Pembekalan Keterampilan Abad 21 pada Aspek Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa SMA Kota Bengkulu dalam Mata Pelajaran Fisika.” *Jurnal Kumparan Fisika* 3(1): 25–32.

Jong, Ton de, Monica G. M., dan Ferguson Hessler. 1996. “Types and Qualities of Knowledge.” *Educational Psychologist* 31(2): 105–13.

Kean, Elizabeth, dan Catherine Middlecamp. 1994. *How to Survive and Even Excel in General Chemistry*. McGraw-Hill

Companies.

Kristiawan, Wisnu, Hairida, & Ira Lestari. 2019. "Remediasi Miskonsepsi Siswa Melalui Pembelajaran Langsung Disertai Peta Konsep pada Materi Perhitungan Kimia Kelas X SMA Negeri 1 Sekayam." 8(3): 1-9.

Krulik, S, dan J A Rudnick. 1987. *Problem Solving: A Handbook for Teachers (2nd ed.)*. Boston: Allyn and Bacon.

Kurniawati, Untari Lisya. 2019. 4 Skripsi UIN Sunan Ampel Surabaya "Efektivitas Pelaksanaan UKBM (Unit Kegiatan Belajar Mandiri) pada Pembelajaran Matematika di Kabupaten Sidoarjo."

Langitasari, Indah. 2016. "Analisis Kemampuan Awal Multi Level Representasi Mahasiswa Tingkat I Pada Konsep Reaksi Redoks." *Edu Chemia* 1(1): 14-24.

Levy, F., dan R. J Murnane. 2005. *The New Devision of Labor: How Computers Are Creating The Next Job Market*. Princeton: Princeton University Press. [https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=PRhCNqnyX\\_8C&oi=fnd&pg=PP1&dq=Levy,+F.,+%26+Murnane,+R.+J.+\(2005\).+The+new+division+of+labor&ots=I9C1JCW6fB&sig=QlzSQRgyNWGLXhOqyhRjs-8b89A&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=PRhCNqnyX_8C&oi=fnd&pg=PP1&dq=Levy,+F.,+%26+Murnane,+R.+J.+(2005).+The+new+division+of+labor&ots=I9C1JCW6fB&sig=QlzSQRgyNWGLXhOqyhRjs-8b89A&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false).

Maryanih, Maryanih, Euis Eti Rohaeti, dan M Afrilianto. 2018. "Analisis Kesulitan Siswa SMP dalam Memahami Konsep Kubus Balok." *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)* 1(4): 751-58.

Mawaddah, Siti, dan Ratih Maryanti. 2016. "Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa SMP dalam Pembelajaran Menggunakan Model Penemuan

- Terbimbing (Discovery Learning).” *EDU-MAT: Jurnal Pendidikan Matematika* 4(1): 76–85.
- Mellyzar, Mellyzar, dan Agus Muliaman. 2020. “Analisis Kesalahan Mahasiswa Dalam Menyelesaikan Soal Ikatan Kimia.” *Lantanida Journal* 8(1): 40–52.
- Mensah, Alfred, dan Olebogeng Nicodimus Morabe. 2018. “Strategies Used by Grade 12 Physical Sciences Students in Solving Chemical Equilibrium Problems.” *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education* 22(2): 174–85.
- Mthethwa-Kunene, Eunice, Gilbert Oke Onwu, & Rian de Villiers. 2015. “Exploring Biology Teachers’ Pedagogical Content Knowledge in the Teaching of Genetics in Swaziland Science Classrooms.” *International Journal of Science Education* 37(7): 1140–65.
- Munaweroh, Riskiyatul. 2020. “The Use of English UKBM to Support Independent Learning in Senior High School.” *Research On English Language Teaching in Indonesia* 8(3): 1–10.
- Murniati, Sri, Eny Enawaty, & Ira Lestari. 2018. “Deskripsi Miskonsepsi Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Termokimia Pada Siswa Kelas XI MAN Kubu Raya.” *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa* 7(9): 1–8.
- Nakhleh, Mary B. 1995. “Are Our Students Conceptual Thinkers or Algorithmic Problem Solvers?” *Journal of Chemical Education* 70(1): 52–55.
- Niaz, Mansoor, dan William R. Robinson. 1992. “From ‘Algorithmic Mode’ to ‘Conceptual Gestalt’ in Understanding the Behavior of Gases: An epistemological



- perspective.” *Research in Science & Technological Education* 10(1): 53–64.
- Ningsih, Y. L. 2016. “Kemampuan Pemahaman Konsep Matematika Mahasiswa Melalui Penerapan Lembar Aktivitas Mahasiswa (LAM) Berbasis Teori APOS Pada Materi Turunan.” *Edumatica* 6(1): 1–8.
- Novak, Joseph D. 1988. “Learning Science and The Science of Learning.” *Studies in Science Education* 15(1): 77–101.
- Oktavianie, Maried Ayuningtyas, Dedi Irwandi, & Dewi Murniati. 2018. “Pengembangan Buku Pengayaan Kimia Berbasis Kontekstual Pada Konsep Elektrokimia.” *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)* 3(1): 22–31.
- Petrucci, Ralph H. 1989. *General Chemistry: Principles and Modern Application*. Edisi 5. New York: Macmillan Publishing Company.
- Polya, G. 1957. “How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method Second Edition.” In *Princeton University Press*, , 115–253.  
<http://www.jstor.org/stable/3609122?origin=crossref>.
- Putri, Puspita Cahyani, Andhea Fitriadini, Luthfi Khalid, dan Ika Nurlaili Isnainiyah. 2020. “Prototype Pembelajaran Interaktif Unsur Kimia.” In *Seminar Nasional Mahasiswa Bidang Ilmu Komputer dan Aplikasinya (SENAMIKA)*, , 545–53.
- Rahman, Iswanly, F., Sarson Pomalato, dan Mohidin, Abdul Djabar. 2018. “Analisis Pemahaman Konseptual dan Kemampuan Prosedural Matematika Ditinjau dari Tipe Kepribadian Siswa di SMP Negeri 1 Pinogaluman.” *Jurnal Riset dan Pengembangan Ilmu Pengetahuan* 03(1): 7–12.

<http://ejurnal.pps.ung.ac.id/index.php/JPS/article/view/157>.

Ramadhan, Eka Bima. 2018. "Analisis Penerapan UKBM Mata Pelajaran Ekonomi di Kelas X IPS SMA Negeri 9 Malang." Universitas Negeri Malang.

Ramiartiah, dan Nita Hidayati. 2019. "Analisis Kesulitan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Literasi Matematika pada Materi Segiempat." In *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika (Sesiomadika)*, , 99-105.

<https://journal.unsika.ac.id/index.php/sesiomadika/article/view/2309>.

Raymond, Chang. 2005. *Kimia Dasar: Konsep Konsep Inti*. Jilid 1. ed. Simarmata Lameda. Jakarta: Erlangga.

Rompayom, Patcharee, Chinda Tambunchong, Somson Wongyounoi, dan Precharn Dechsri. 2010. "The Development of Metacognitive Inventory to Measure Students' Metacognitive Knowledge Related to Chemical Bonding Conceptions." In *International Association for Educational Assessment (IAEA)*, 1-7. <http://selectscore.com/fullpaper/221.pdf>.

Safitri, Nanda Cahaya, Euis Nursaadah, & Imas Eva Wijayanti. 2019. "Analisis Multipel Representasi Kimia Siswa pada Konsep Laju Reaksi." *EduChemia (Jurnal Kimia dan Pendidikan)* 4(1): 1-12.

Sangguro, Salina Abdullah, Nor Hasniza Ibrahim, & Johari Surif. 2020. "Conditional Knowledge in Stoichiometry's Problem Solving." 17(7): 4635-47.

Sanjaya, Wina. 2009. *Strategi Pembelajaran Berorientasi*

*Standar Proses Pendidikan*. Jakarta: Prenada.

- Sansom, Rebecca L., Erica Suh, & Kenneth J. Plummer. 2019. "Decision-Based Learning: "if I Just Knew Which Equation to Use, I Know I Could Solve This Problem!"" *Journal of Chemical Education* 96(3): 445–54.
- Septiana, Reni, Listyono Listyono, & Ismail. 2020. "Unit Kegiatan Belajar Mandiri (UKBM)." *BIOEDUCA : Journal of Biology Education* 2(1): 61.
- Sun, Dan, dan Yan Li. 2019. "Effectiveness of Digital Note-Taking on Students' Performance in Declarative, Procedural and Conditional Knowledge Learning." *International Journal of Emerging Technologies in Learning* 14(18): 108–19.
- Susilowati, Endang, dan Tarti Harjani. 2013. *Kimia 1*. Solo: PT. Wangsa Jatra Lestari.
- Taber, Keith S. 2013. "Revisiting the chemistry triplet: Drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education." *Chemistry Education Research and Practice* 14(2): 156–68.
- Tosun, Cemal, dan Erdal Senocak. 2013. "The Effects of Problem-Based Learning on Metacognitive Awareness and Attitudes toward Chemistry of Prospective Teachers with Different Academic Backgrounds Recommended Citation Tosun, Cemal and Senocak, Erdal (2013) "The Effects of Problem-Based Learning." *Australian Journal of Teacher Education* 38(3): 61–73. <http://ro.ecu.edu.au/ajte/vol38/iss3/4> Available at: <http://ro.ecu.edu.au/ajte/vol38/iss3/4>.
- Treagust, David F., dan Gail Chittleborough. 2001. 8 Advances

in Research on Teaching *Chemistry: A Matter of Understanding Representations*.

Uno, Hamzah B. 2009. *Model Pembelajaran Menciptakan Proses Belajar Mengajar yang Kreatif dan Efektif*. Jakarta: PT Bumi Aksara.

Wechsler, Solange Muglia *et al.* 2018. "Creative and critical thinking: Independent or overlapping components?" *Thinking Skills and Creativity* 27(November 2017): 114–22. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2017.12.003>.

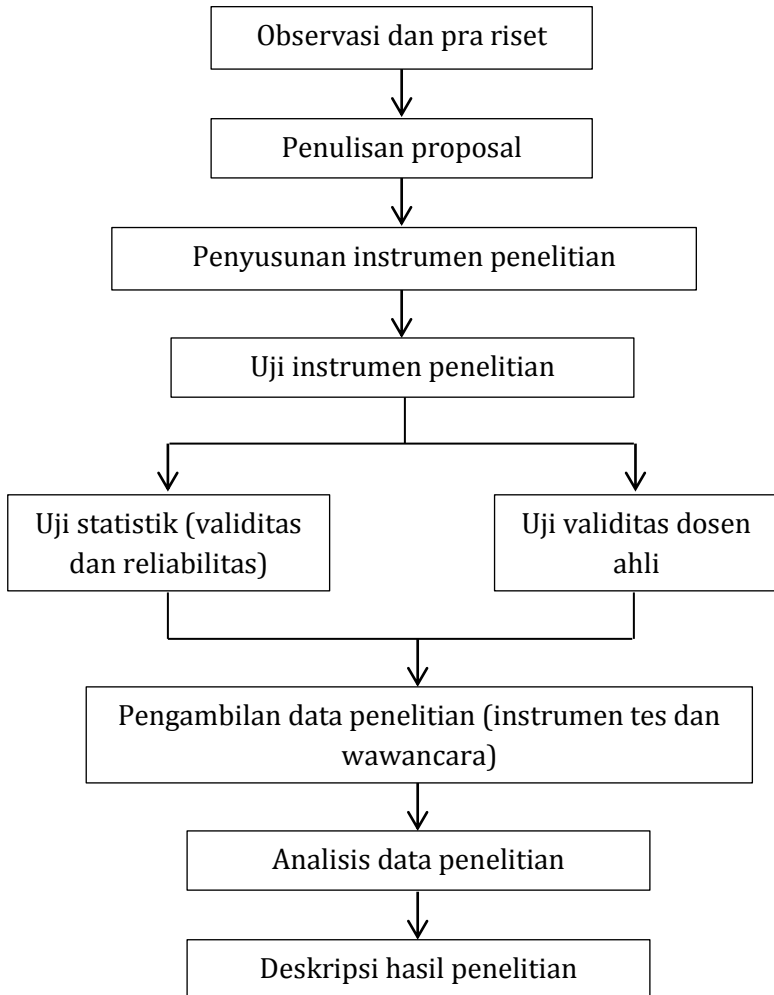
Widoyoko, Eko Putro. 2012. *Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian*. 1 ed. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

Winarno.M.E. 2013. Center For Human Capacity Development Jakarta *Metodologi Penelitian dalam Pendidikan Jasmani*.

Zakiah, I., W. Widodo, & Tukiran. 2020. "Profile of Student's Conception in Implementation of Predict-Observe-Explain (POE) Strategy on Thermochemistry Concept." *Journal of Physics: Conference Series* 1567(3): 1–6.

Lampiran 1

**Skema Kerja Penelitian**



Lampiran 2

**Kisi-Kisi Instrumen Tes Pemahaman Konsep Stoikiometri**  
**Berbasis *Conditional Knowledge***

**Kompetensi Dasar (KD)** : Menerapkan hukum-hukum dasar kimia, konsep massa molekul relatif, persamaan kimia, konsep mol, dan kadar zat untuk menyelesaikan perhitungan kimia

No	Indikator <i>Conditional</i> Sansom, Suh, & Plummer (2019)	Indikator KD Kurikulum 2013	Nomor Butir Soal	Soal
1	Mengidentifikasi masalah	Siswa mampu merumuskan definisi dari hukum Lavoisier berdasarkan persamaan reaksi kimia yang diberikan	1a	Semua reaksi kimia yang berlangsung mengikuti hukum Lavoisier, termasuk reaksi pembakaran gas sulfur di atas. Berdasarkan pernyataan tersebut, bagaimana bunyi hukum Lavoisier?
	Mengasosiasi konsep	Siswa mampu menentukan hubungan antara mol, jumlah partikel, dan massa molar berdasarkan data yang diberikan	1b	Dari pembakaran sejumlah gas sulfur, dihasilkan sebanyak 5 gram gas sulfur dioksida. Berapa banyak molekul gas sulfur dioksida yang terkandung dalam 5 gram gas sulfur dioksida? (Ar S = 32, O

				= 16)																				
	Memilih prosedur	Siswa mampu menghitung banyaknya zat dalam campuran (persen massa dan bagian per juta)	1c	Jika 250 gram batu bara dari Illionis Basin, Amerika Serikat dibakar, berapa kadar (% massa) dan konsentrasi (ppm) unsur sulfur yang disumbangkan dalam pembentukan sejumlah sulfur dioksida dari reaksi pembakaran tersebut?																				
2	Mengidentifikasi masalah	Siswa mampu merumuskan definisi dari hukum Proust berdasarkan data variasi massa reaktan dalam suatu reaksi kimia	2a	<p>Hendery mencoba untuk membuat amonia dalam skala kecil di laboratorium. Adapun gas nitrogen dan hidrogen yang direaksikan mengikuti variasi massa sebagaimana tabel berikut:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Massa Nitrogen yang direaksikan</th> <th>Massa gas H<sub>2</sub> yang direaksikan</th> <th>Massa NH<sub>3</sub> yang dihasilkan</th> <th>Massa reaktan yang tersisa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>42 gram</td> <td>9 gram</td> <td>51 gram</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>42 gram</td> <td>12 gram</td> <td>51 gram</td> <td>3 gram H</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>50 gram</td> <td>9 gram</td> <td>51 gram</td> <td>8 gram N</td> </tr> </tbody> </table> <p>Berdasarkan tabel tersebut, dapat disimpulkan bahwa reaksi pembentukan amonia mengikuti hukum</p>	No	Massa Nitrogen yang direaksikan	Massa gas H <sub>2</sub> yang direaksikan	Massa NH <sub>3</sub> yang dihasilkan	Massa reaktan yang tersisa	1	42 gram	9 gram	51 gram	-	2	42 gram	12 gram	51 gram	3 gram H	3	50 gram	9 gram	51 gram	8 gram N
No	Massa Nitrogen yang direaksikan	Massa gas H <sub>2</sub> yang direaksikan	Massa NH <sub>3</sub> yang dihasilkan	Massa reaktan yang tersisa																				
1	42 gram	9 gram	51 gram	-																				
2	42 gram	12 gram	51 gram	3 gram H																				
3	50 gram	9 gram	51 gram	8 gram N																				

				Proust, bagaimana bunyi hukum Proust?
	Mengasosiasi konsep	Siswa mampu menentukan hubungan antara mol, massa molar, dan volume molar gas berdasarkan data yang diberikan	2b	Suatu reaksi pembentukan amonia dalam keadaan STP menghasilkan sebanyak 51 gram amonia. Berdasarkan pernyataan tersebut, berapa volume gas amonia yang dihasilkan? (Ar N = 14, H = 1)
	Memilih prosedur	Siswa mampu menghitung banyaknya zat dalam campuran (persen volume, kemolaran, dan kemolalan)	2c	Pabrik pupuk Indonesia juga memproduksi amonia yang terlarut dalam air ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) sebagai pupuk tanaman. $\text{NH}_4\text{OH}$ dibuat dengan cara melarutkan amonia kedalam sejumlah air. Jika sebanyak 30 mL $\text{NH}_4\text{OH}$ 2 M diencerkan dengan menambahkan 100 mL air, berapa persen volume, molaritas, dan molalitas larutan $\text{NH}_4\text{OH}$ tersebut? (Ar N = 14, H = 1)
3	Mengidentifikasi masalah	Siswa mampu menganalisis penerapan hukum Gay-Lussac dalam menentukan perbandingan volume zat yang terlibat reaksi kimia	3a	Jika reaksi pembakaran isookatana berlangsung dalam kondisi STP, berapakah perbandingan volume gas $\text{C}_8\text{H}_{18}$ , $\text{O}_{2(g)}$ , $\text{CO}_{2(g)}$ , dan $\text{H}_2\text{O}$ ?
	Mengasosiasi konsep	Siswa mampu menentukan hubungan antara mol, massa molar, dan volume	3b	Suatu reaksi pembakaran isookatana yang berlangsung dalam keadaan STP menghasilkan sebanyak 500 gram gas



		molar gas berdasarkan data yang diberikan		karbon dioksida, Berdasarkan pernyataan tersebut, berapakah volume gas karbon dioksida yang dihasilkan? (Ar C = 12, O = 16)
	Memilih prosedur	Siswa mampu menentukan jumlah mol, massa molar, dan volume molar gas yang terlibat dalam reaksi kimia	3c	Jika dalam satu hari, setiap orang menghabiskan 1 liter bensin, maka berapa banyak volume karbon dioksida yang disumbang setiap orang dalam 1 hari? ( $\rho_{C_8H_{18}} = 0,703 \text{ kg/dm}^3$ ; Ar C = 12, H = 1, O = 16)
4	Mengidentifikasi masalah	Siswa mampu menganalisis penerapan hukum Avogadro dalam menentukan banyak molekul zat	4a	Saat Bu Wendy membuat sup ayam, Bu Wendy menambahkan 1 sendok teh MSG. Jika 1 sendok teh setara dengan 5 gram, berapa banyak molekul MSG yang ditambahkan Bu Wendy kedalam sup ayam?
	Mengasosiasi konsep	Siswa mampu menghubungkan rumus empiris dengan rumus molekul berdasarkan data persen	4b	Berdasarkan uraian diatas, bagaimana rumus molekul MSG? Apakah rumus molekul MSG sama dengan rumus empirisnya? (Ar C = 12, H = 1, N = 14, O = 16, Na = 23)
	Memilih prosedur	Siswa mampu menentukan jumlah mol, massa molar, dan jumlah partikel yang terlibat dalam persamaan	4c	Sebagai alternatif untuk mengurangi penggunaan MSG yang berlebih pada makanan, Yeri menambahkan sedikit gula saat memasak sayur bayam. Rasa

		kimia		<p>manis yang dimiliki gula akan membantu menciptakan rasa gurih pada sayur bayam yang telah dibumbui garam sebelumnya. Saat gula dilarutkan kedalam air yang dalam hal ini berupa larutan sayur bayam, gula akan mengalami reaksi hidrolisis menghasilkan gula yang lebih sederhana sebagaimana reaksi berikut:</p> $C_{12}H_{22}O_{11(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow 2 C_6H_{12}O_{6(aq)}$ <p>Jika sebanyak 5 gram gula (<math>C_{12}H_{22}O_{11}</math>) dilarutkan kedalam 500 mL air, berapa banyak molekul gula (<math>C_6H_{12}O_6</math>) yang akan dihasilkan? (Ar C = 12, H = 1, O = 16)</p>
5	Mengidentifikasi masalah	Siswa mampu menentukan massa atom relatif dari suatu unsur melalui persen kelimpahan unsur di alam	5a	Berdasarkan persen kelimpahan isotop Cu di alam, berapakah massa atom relatif dari unsur Cu?
	Mengasosiasi konsep	Siswa mampu menganalisis persen komposisi unsur untuk menentukan rumus empiris suatu senyawa	5b	Unsur tembaga dapat bereaksi dengan unsur oksigen membentuk beberapa senyawa oksida tembaga, salah satunya dengan komposisi 88% Cu dan 12% O. Berdasarkan persen komposisi unsur Cu dan O, tentukan rumus empiris dari

				senyawa oksida tembaga tersebut! (Ar Cu = 63,5, S = 32, O = 16)
	Memilih prosedur	Siswa mampu merumuskan senyawa hidrat untuk mengetahui banyak molekul air dalam senyawa hidrat	5c	Selain dapat membentuk senyawa oksida, tembaga juga dapat membentuk suatu senyawa hidrat, yaitu CuSO <sub>4</sub> (senyawa vitriol biru). Senyawa hidrat CuSO <sub>4</sub> dapat dibuat dengan cara kristalisasi. Jika sebanyak 10 gram CuSO <sub>4</sub> dipanaskan sampai semua air kristalnya menguap dan membentuk padatan CuSO <sub>4</sub> yang memiliki massa 6,4 gram, bagaimana rumus senyawa hidratnya? (Ar Cu = 63,5, S = 32, O = 16)
6	Mengidentifikasi masalah	Siswa mampu menerapkan perhitungan massa molekul relatif suatu senyawa untuk menentukan persen massa suatu zat	6a	Berapa kadar (% massa) kalsium harian Yuta yang dapat dia penuhi? (Ar C = 12, H = 1, Ca = 40, O = 16 )
	Mengasosiasi konsep	Siswa mampu menentukan pereaksi pembatas dari suatu reaksi kimia	6b	Selain kalsium laktat, senyawa kalsium karbonat juga dapat menjadi suplemen kalsium. Kalsium karbonat dapat dihasilkan melalui reaksi sebagaimana ditunjukkan pada persamaan reaksi berikut: $\text{Ca(OH)}_{2(aq)} + \text{CO}_{2(g)} \rightarrow \text{CaCO}_{3(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$

				Jika sebanyak 15 gram $\text{Ca(OH)}_2$ direaksikan dengan 10 gram $\text{CO}_2$ , reaktan manakah yang akan habis bereaksi? (Ar Ca = 40, C = 12, O = 16, H = 1)
	Memilih prosedur	Siswa mampu merumuskan senyawa hidrat untuk mengetahui banyak molekul air dalam senyawa hidrat	6c	Senyawa kalsium lain yang memiliki banyak manfaat adalah senyawa hidrat kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4$ ). Berbeda dengan kalsium laktat dan kalsium karbonat, kalsium sulfat umumnya digunakan di bidang industri, seperti industri semen, kaca, dan porselen. Jika sebanyak 17,2 gram $\text{CaSO}_4$ dipanaskan hingga semua air kristalnya menguap dan membentuk padatan yang memiliki massa 13,6 gram, bagaimana rumus senyawa hidratnya? (Ar Ca = 40, S = 32, O = 16, H = 1)
7	Mengidentifikasi masalah	Siswa mampu menuliskan dan menyetarakan persamaan reaksi kimia	7a	Tuliskan persamaan reaksi setara dari kalsium karbonat dengan asam asetat!
	Mengasosiasi konsep	Siswa mampu menentukan pereaksi pembatas dari suatu reaksi kimia	7b	Jika sebanyak 7 gram kalsium karbonat direaksikan dengan 14 gram asam asetat, manakah senyawa yang akan habis bereaksi? (Ar Ca = 40, C = 12, H =

				1, O = 16)
	Memilih prosedur	Siswa mampu memilih dan menerapkan konsep mol yang sesuai untuk memberikan pernyataan	7c	Jika sebanyak 7 gram kalsium karbonat direaksikan dengan 14 gram asam asetat, apakah massa karbon dioksida yang akan dilepaskan setara dengan massa kalsium asetat yang dihasilkan? Jelaskan! (Ar Ca = 40, C = 12, H = 1, O = 16)
8	Mengidentifikasi masalah	Siswa mampu menuliskan dan menyetarakan persamaan reaksi kimia	8a	Tuliskan persamaan reaksi setara dari NaOH dan CO <sub>2</sub> !
	Mengasosiasi konsep	Siswa mampu menentukan pereaksi pembatas dari suatu reaksi kimia	8b	Jika sebanyak 1000 gram NaOH direaksikan dengan 925,0 gram karbon dioksida, reaktan manakah yang akan habis bereaksi? (Ar C = 12, O = 16, H = 1, Na = 23)
	Memilih prosedur	Siswa mampu memilih dan menerapkan konsep mol yang sesuai untuk memprediksikan suatu peristiwa	8c	Jika rata-rata tubuh manusia melepaskan 925,0 gram karbon dioksida per hari dan pesawat menyimpan cadangan NaOH sebanyak 10 kg, apakah NaOH tersebut cukup untuk menghilangkan gas karbon dioksida yang dihasilkan oleh 10 penumpang? Jika tidak, jelaskan dengan menyertakan bukti perhitungan berapa

				banyak penumpang yang emisi gas CO <sub>2</sub> nya dapat dihilangkan dengan NaOH tersebut! (Ar C = 12, O = 16, H = 1, Na = 23)
--	--	--	--	---

Sumber: Silabus Pembelajaran Kimia SMA/MA & Sansom, Suh, & Plummer (2019)

*Lampiran 3*

**Lembar Uji Coba Soal Tes Pemahaman Konsep  
Stoikiometri Berbasis *Conditional Knowledge***

**NAMA** :  
**NIS** :  
**Kelas** :  
**Jumlah Soal** : 8 Soal  
**Pokok Bahasan** : Stoikiometri  
**Alokasi Waktu** : 150 menit

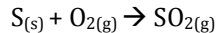
**Petunjuk Pengerjaan Soal:**

- 1. Bacalah doa sebelum mengerjakan soal!**
- 2. Tulislah identitas diri dengan lengkap dan benar!**
- 3. Bacalah soal dengan baik dan teliti!**
- 4. Tulislah jawaban Anda pada lembar jawaban yang telah disediakan!**
- 5. Hasil pengerjaan soal tidak berdampak pada apapun dan hanya dipergunakan untuk penelitian**

**Bacalah artikel 1 untuk menjawab soal nomor 1!**

**Artikel 1**

Sulfur merupakan unsur nonlogam yang memiliki penampakan warna kuning. Sulfur dapat terkandung dalam batu bara. Namun, keberadaan sulfur dalam batu bara ini membawa dampak negatif pada batu bara, yaitu dapat menurunkan nilai jual batu bara. Hal ini karena saat batu bara dibakar, sulfur diubah menjadi sulfur dioksida menurut persamaan reaksi berikut:



Sulfur dioksida sangat berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan, untuk itu sebelum batu bara didistribusikan, pabrik penghasil batu bara biasanya melakukan penyulingan untuk menghilangkan kandungan sulfur pada batu bara, proses ini disebut dengan hidrosulfurisasi. Meskipun proses hidrosulfurisasi tidak dapat menghilangkan kandungan sulfur dalam batu bara sepenuhnya, namun proses ini telah mampu menghilangkan sebagian besar kandungan sulfur dalam batu bara. Dilansir dari Buletin Sumber Daya Geologi Volume 2 Nomor 1 2007, kandungan sulfur dalam batu bara di Indonesia dapat dikatakan relatif rendah, yaitu sekitar 1,0% jika dibandingkan dengan kandungan sulfur dalam batu bara dari Illionis Basin, Amerika Serikat yang mencapai 4,0%.

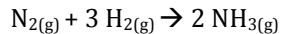


1. Soal:
  - a. Semua reaksi kimia yang berlangsung mengikuti hukum Lavoisier, termasuk reaksi pembakaran gas sulfur pada artikel 1. Hal ini berarti jika sebanyak 32 gram gas sulfur bereaksi dengan 32 gram gas oksigen, maka sebanyak 64 gram gas sulfur dioksida akan diperoleh. Berdasarkan pernyataan tersebut, bagaimana bunyi hukum Lavoisier?
  - b. Dari pembakaran sejumlah gas sulfur, dihasilkan sebanyak 5 gram gas sulfur dioksida. Berapa banyak molekul gas sulfur dioksida yang terkandung dalam 5 gram gas sulfur dioksida? (Ar S = 32 gr/mol, O = 16 gr/mol)
  - c. Jika 250 gram batu bara dari Illionis Basin, Amerika Serikat dibakar, berapa kadar (% massa) dan konsentrasi (ppm) unsur sulfur yang disumbangkan dalam pembentukan sejumlah sulfur dioksida dari reaksi pembakaran tersebut?

**Bacalah artikel 2 untuk menjawab soal nomor 2!**

**Artikel 2**

Amonia merupakan gas tidak berwarna yang memiliki bau menyengat. Amonia memiliki banyak manfaat dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya, amonia berperan penting dalam proses pembuatan pupuk, industri bahan kimia, serta industri kertas. Oleh karena itu, amonia banyak diproduksi secara besar dalam industri. Menurut data yang dikutip dari usgs.gov, pada tahun 2013, produksi amonia dunia mencapai 140 juta ton dengan China menjadi negara yang memproduksi amonia paling banyak, yaitu sebanyak 46 juta ton. Proses pembuatan amonia secara modern dan paling umum digunakan adalah proses Haber-Bosch, yaitu dengan cara mengkonversi gas alam menjadi gas hidrogen yang kemudian direaksikan dengan nitrogen untuk menghasilkan amonia sebagaimana ditunjukkan pada persamaan reaksi berikut:



2. Soal:

- a. Hendery mencoba untuk membuat amonia dalam skala kecil di laboratorium. Adapun gas nitrogen dan hidrogen yang direaksikan mengikuti variasi massa sebagaimana tabel berikut:

No	Massa Nitrogen yang direaksikan	Massa gas H <sub>2</sub> yang direaksikan	Massa NH <sub>3</sub> yang dihasilkan	Massa reaktan yang tersisa
1.	42 gram	9 gram	51 gram	-
2.	42 gram	12 gram	51 gram	3 gram H
3.	50 gram	9 gram	51 gram	8 gram N

Berdasarkan tabel tersebut, ternyata massa nitrogen dan massa hidrogen memiliki perbandingan tertentu ketika membentuk amonia, sehingga dapat disimpulkan bahwa reaksi pembentukan amonia mengikuti hukum Proust, bagaimana bunyi hukum Proust?

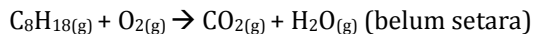
- b. Suatu reaksi pembentukan amonia dalam keadaan STP menghasilkan sebanyak 51 gram amonia. Berdasarkan pernyataan tersebut, berapa volume gas amonia yang dihasilkan? (Ar N = 14 gr/mol, H = 1 gr/mol)
- c. Pabrik pupuk Indonesia juga memproduksi amonia yang terlarut dalam air (NH<sub>4</sub>OH) sebagai pupuk tanaman. NH<sub>4</sub>OH dibuat dengan cara melarutkan amonia kedalam sejumlah air. Jika sebanyak 30 mL NH<sub>4</sub>OH 2 M diencerkan dengan menambahkan 100 mL

air, berapa persen volume, molaritas, dan molalitas larutan  $\text{NH}_4\text{OH}$  tersebut? (Ar N = 14 gr/mol, H = 1 gr/mol)

**Bacalah artikel 3 untuk menjawab soal nomor 3!**

**Artikel 3**

Pemanasan global terjadi karena adanya gas rumah kaca yang berlebih di atmosfer. Salah satu contoh gas rumah kaca adalah karbon dioksida yang dapat dihasilkan dari proses respirasi manusia dan hewan, serta pembakaran bahan bakar kendaraan yang berasal dari fosil. Bahan bakar fosil yang biasa digunakan pada kendaraan adalah bensin. Bensin tersusun atas senyawa n-heptana dan isooktana. Kualitas suatu bensin ditentukan berdasarkan bilangan oktan yang menandakan banyak isooktana yang menyusun bensin. Pembakaran isooktana dalam mesin kendaraan berlangsung sebagaimana persamaan berikut:



3. Soal:
- Jika reaksi pembakaran isooktana berlangsung dalam kondisi STP, berapakah perbandingan volume gas  $\text{C}_8\text{H}_{18}$ ,  $\text{O}_{2(g)}$ ,  $\text{CO}_{2(g)}$ , dan  $\text{H}_2\text{O}$ ?
  - Suatu reaksi pembakaran isookatana yang berlangsung dalam keadaan STP menghasilkan sebanyak 500 gram gas karbon dioksida, Berdasarkan

pernyataan tersebut, berapakah volume gas karbon dioksida yang dihasilkan? (Ar C = 12 gr/mol, O = 16 gr/mol)

- c. Jika dalam satu hari, setiap orang menghabiskan 1 liter bensin, maka berapa banyak volume karbon dioksida yang disumbang setiap orang dalam 1 hari? ( $\rho$  C<sub>8</sub>H<sub>18</sub> = 0,703 kg/dm<sup>3</sup>; Ar C = 12 gr/mol, H = 1 gr/mol, O = 16 gr/mol)

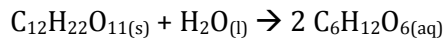
**Bacalah artikel 4 untuk menjawab soal nomor 4!**

**Artikel 4**

Monosodium glutamat (MSG) atau yang biasa dikenal dengan nama dagang vetsin merupakan zat penambah cita rasa pada makanan yang telah digunakan sejak puluhan tahun yang lalu. Komposisi MSG terdiri atas: 35,51% C, 4,77% H, 8,29% N, 37,85% O, dan 13,60% Na dengan massa tiap 1 mol sebesar 169 gram. Pada zaman dahulu, MSG dibuat secara alami melalui proses pengolahan rumput laut, namun seiring dengan perkembangan zaman, MSG dapat dibuat melalui proses fermentasi industri. Pada 1960-an, badan keamanan pangan Amerika Serikat (FDA) menerima banyak laporan mengenai efek samping yang dialami pengunjung restoran masakan China dan MSG dinyatakan sebagai penyebab "*Chinese Restaurant Syndrome*" dengan gejala sakit kepala, mual, dan nyeri dada. Meskipun beberapa penelitian termasuk FDA telah menyatakan bahwa MSG adalah bahan aditif makanan yang aman digunakan secara umum, namun anjuran untuk bijak mengatur porsi MSG sebagai bahan aditif makanan tetap diberlakukan karena masyarakat tetap harus waspada terhadap efek samping kesehatan yang disebabkan oleh konsumsi MSG yang berlebihan.

4. Soal:

- a. Saat Bu Wendy membuat sup ayam, Bu Wendy menambahkan 1 sendok teh MSG. Jika 1 sendok teh setara dengan 5 gram, berapa banyak molekul MSG yang ditambahkan Bu Wendy kedalam sup ayam?
- b. Berdasarkan uraian diatas, bagaimana rumus molekul MSG? Apakah rumus molekul MSG sama dengan rumus empirisnya? (Ar C = 12 gr/mol, H = 1 gr/mol, N = 14 gr/mol, O = 16 gr/mol, Na = 23 gr/mol)
- c. Sebagai alternatif untuk mengurangi penggunaan MSG yang berlebih pada makanan, Yeri menambahkan sedikit gula saat memasak sayur bayam. Rasa manis yang dimiliki gula akan membantu menciptakan rasa gurih pada sayur bayam yang telah dibumbuhi garam sebelumnya. Saat gula dilarutkan kedalam air yang dalam hal ini berupa larutan sayur bayam, gula akan mengalami reaksi hidrolisis menghasilkan gula yang lebih sederhana sebagaimana reaksi berikut:



Jika sebanyak 5 gram gula ( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ) dilarutkan kedalam 500 mL air, berapa banyak molekul gula ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) yang akan dihasilkan? (Ar C = 12 gr/mol, H = 1 gr/mol, O = 16 gr/mol)

**Bacalah artikel 5 untuk menjawab soal nomor 5!**

**Artikel 5**

Tembaga (Cu) merupakan logam yang telah dikenal sejak zaman dahulu. Tembaga dikenal sebagai konduktor panas dan listrik yang baik sehingga tembaga banyak digunakan pada kabel listrik, namun selain itu, tembaga juga dimanfaatkan dalam pembuatan uang koin. Di alam, tembaga dapat ditemui dalam dua isotop stabil yaitu  $^{63}\text{Cu}$  (69,09%) dan  $^{65}\text{Cu}$  (30,91%) dengan massa berturut-turut adalah 62,93 sma dan 64,9278 sma.

5. Soal:
- Berdasarkan persen kelimpahan isotop Cu di alam, berapakah massa atom relatif dari unsur Cu?
  - Unsur tembaga dapat bereaksi dengan unsur oksigen membentuk beberapa senyawa oksida tembaga, salah satunya dengan komposisi 88% Cu dan 12% O. Berdasarkan persen komposisi unsur Cu dan O, tentukan rumus empiris dari senyawa oksida tembaga tersebut! (Ar Cu = 63,5 gr/mol, S = 32 gr/mol, O = 16 gr/mol)
  - Selain dapat membentuk senyawa oksida, tembaga juga dapat membentuk suatu senyawa hidrat, yaitu  $\text{CuSO}_4$  (senyawa vitriol biru). Senyawa hidrat  $\text{CuSO}_4$  dapat dibuat dengan cara kristalisasi. Jika sebanyak 10 gram  $\text{CuSO}_4$  dipanaskan sampai semua air kristalnya



menguap dan membentuk padatan  $\text{CuSO}_4$  yang memiliki massa 6,4 gram, bagaimana rumus senyawa hidratnya? (Ar Cu = 63,5 gr/mol, S = 32 gr/mol, O = 16 gr/mol)

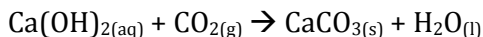
**Bacalah artikel 6 untuk menjawab soal nomor 6!**

**Artikel 6**

Kalsium merupakan salah satu unsur penting yang dibutuhkan oleh tubuh. Kalsium dapat membantu pertumbuhan pada anak-anak dan dapat mendukung kerja sistem saraf. *Institute of Medicine* (IOM) Universitas Tribhuvan merekomendasikan individu yang berusia 19-50 tahun untuk mengonsumsi setidaknya 1000 mg kalsium dalam setiap harinya. Oleh karena itu, Yuta, seorang pemuda berumur 27 tahun mengonsumsi produk makanan yang mengandung 3 gram kalsium laktat ( $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{CaO}_6$ ) untuk memenuhi kebutuhan kalsium hariannya.

6. Soal:
- Berapa kadar (% massa) kalsium harian Yuta yang dapat dia penuhi? (Ar C = 12 gr/mol, H = 1 gr/mol, Ca = 40 gr/mol, O = 16 gr/mol)
  - Selain kalsium laktat, senyawa kalsium karbonat juga dapat menjadi suplemen kalsium. Kalsium karbonat

dapat dihasilkan melalui reaksi sebagaimana ditunjukkan pada persamaan reaksi berikut:



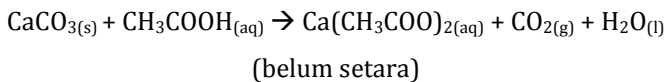
Jika sebanyak 15 gram  $\text{Ca(OH)}_2$  direaksikan dengan 10 gram  $\text{CO}_2$ , reaktan manakah yang akan habis bereaksi? (Ar Ca = 40 gr/mol, C = 12 gr/mol, O = 16 gr/mol, H = 1 gr/mol)

- c. Senyawa kalsium lain yang memiliki banyak manfaat adalah senyawa hidrat kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4$ ). Berbeda dengan kalsium laktat dan kalsium karbonat, kalsium sulfat umumnya digunakan di bidang industri, seperti industri semen, kaca, dan porselen. Jika sebanyak 17,2 gram  $\text{CaSO}_4$  dipanaskan hingga semua air kristalnya menguap dan membentuk padatan yang memiliki massa 13,6 gram, bagaimana rumus senyawa hidratnya? (Ar Ca = 40 gr/mol, S = 32 gr/mol, O = 16 gr/mol, H = 1 gr/mol)

**Bacalah artikel 7 untuk menjawab soal nomor 7!**

**Artikel 7**

Hujan asam adalah hujan yang memiliki pH air di bawah 5,6 (pH umum air hujan). Hujan asam bersifat korosif dan sangat berbahaya bagi lingkungan. Hujan asam dapat mengikis partikel-partikel lain seperti partikel kalsium karbonat yang merupakan bahan dasar patung marmer. Hujan asam dapat terjadi karena air hujan yang bereaksi dengan gas-gas polutan di udara, seperti: gas karbon dioksida, gas sulfur dioksida, dan oksida nitrogen. Hujan asam yang dapat mengikis patung marmer dapat disimulasikan melalui percobaan di laboratorium, yaitu dengan mereaksikan kalsium karbonat dan asam asetat (asam cuka) di dalam suatu gelas beaker lalu dibiarkan dalam semalam. Hal ini dikarenakan asam asetat memiliki pH yang hampir mirip dengan pH hujan asam. Saat reaksi berlangsung, gas karbon dioksida akan dilepaskan sesuai persamaan berikut:



7. Soal:

- Tuliskan persamaan reaksi setara dari kalsium karbonat dengan asam asetat!
- Jika sebanyak 7 gram kalsium karbonat direaksikan dengan 14 gram asam asetat, manakah senyawa yang

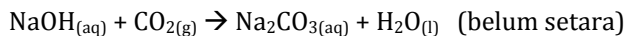
akan habis bereaksi? (Ar Ca = 40 gr/mol, C = 12 gr/mol, H = 1 gr/mol, O = 16 gr/mol)

- c. Jika sebanyak 7 gram kalsium karbonat direaksikan dengan 14 gram asam asetat, apakah massa karbon dioksida yang akan dilepaskan setara dengan massa kalsium asetat yang dihasilkan? Jelaskan! (Ar Ca = 40 gr/mol, C = 12 gr/mol, H = 1 gr/mol, O = 16 gr/mol)

**Bacalah artikel 8 untuk menjawab soal nomor 8!**

**Artikel 8**

Secara global, pesawat dapat menghasilkan 2% total produksi emisi karbon dioksida per tahun, atau sebanyak 13% dari emisi karbon dioksida yang dihasilkan dari seluruh kendaraan dan diprediksi naik menjadi 3% pada tahun 2050 (Purwanta, 2016). Emisi karbon dioksida pesawat bukan hanya dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar pesawat, tetapi juga dapat berasal dari proses respirasi penumpang pesawat. Sejak awal 1938, isu ini telah mendapat perhatian hingga penggunaan NaOH disarankan sebagai salah satu cara untuk menghilangkan karbon dioksida dari kabin pesawat menurut reaksi berikut:



8. Soal:
- a. Tuliskan persamaan reaksi setara dari NaOH dan CO<sub>2</sub>!

- b. Jika sebanyak 1000 gram NaOH direaksikan dengan 925,0 gram karbon dioksida, reaktan manakah yang akan habis bereaksi? (Ar C = 12 gr/mol, O = 16 gr/mol, H = 1 gr/mol, Na = 23 gr/mol)
- c. Jika rata-rata tubuh manusia melepaskan 925,0 gram karbon dioksida per hari dan pesawat menyimpan cadangan NaOH sebanyak 10 kg, apakah NaOH tersebut cukup untuk menghilangkan gas karbon dioksida yang dihasilkan oleh 10 penumpang? Jika tidak, jelaskan dengan menyertakan bukti perhitungan berapa banyak penumpang yang emisi gas CO<sub>2</sub>nya dapat dihilangkan dengan NaOH tersebut! (Ar C = 12 gr/mol, O = 16 gr/mol, H = 1 gr/mol, Na = 23 gr/mol)

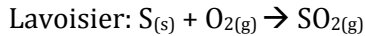
Lampiran 4

**Kunci Jawaban Lembar Uji Coba Instrumen Tes**  
**Pemahaman Konsep Stokiometri**  
**Berbasis *Conditional Knowledge***

**1. Jawaban Nomor 1**

**a. Diket:**

Persamaan reaksi pembakaran S mengikuti hukum



**Ditanya:**

Bunyi hukum Lavoisier?

**Jawab:**

Hukum Lavoisier atau hukum kekekalan massa menyatakan bahwa massa zat sebelum reaksi sama dengan massa zat setelah bereaksi

**b. Diket:**

Massa gas  $\text{SO}_2 = 5$  gram

Ar S = 32 gr/mol

Ar O = 16 gr/mol

**Ditanya:**

Banyak molekul gas  $\text{SO}_2$  yang terkandung dalam 5 gram gas  $\text{SO}_2$ ?

**Jawab:**

Setiap mol zat mengandung sebanyak  $6,02 \times 10^{23}$  partikel (molekul), sehingga banyak molekul gas  $\text{SO}_2$  dapat dihitung dengan cara mengalikan mol gas  $\text{SO}_2$  dengan tetapan Avogadro ( $6,02 \times 10^{23}$  molekul/mol)

$$\begin{aligned}\text{Massa molar SO}_2 &= (1 \times \text{Ar S}) + (2 \times \text{Ar O}) \\ &= (1 \times 32 \text{ gr/mol}) + (2 \times 16 \\ &\text{gr/mol})\end{aligned}$$

$$= (32 + 32) \text{ gr/mol}$$

$$= 64 \text{ gram/mol}$$

$$\text{Mol SO}_2 = 5 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{64 \text{ gram}}$$

$$= 0,078 \text{ mol}$$

Banyak molekul  $\text{SO}_2$  dalam 5 gram  $\text{SO}_2$

$$= 0,078 \text{ mol} \times (6,02 \times 10^{23} \text{ molekul/mol})$$

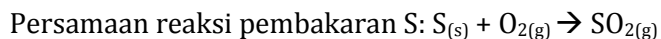
$$= 4,69 \times 10^{22} \text{ molekul}$$

Jadi, dalam 5 gram gas  $\text{SO}_2$  terdapat sebanyak  $4,69 \times 10^{22}$  molekul gas  $\text{SO}_2$

**c. Diket:**

Massa batu bara Illionis Basin, Amerika Serikat = 250 gram

Kadar S dalam batu bara Illionis Basin, Amerika Serikat = 4,0%



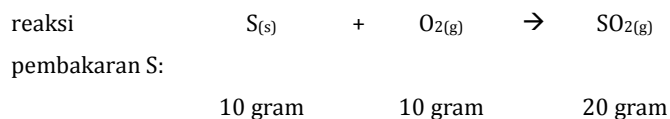
**Ditanya:**

Kadar (%) dan konsentrasi (ppm) unsur S yang disumbangkan dalam pembentukan sejumlah SO<sub>2</sub> dari reaksi pembakaran?

**Jawab:**

$$\begin{aligned}\text{Massa S dalam 250 gram batu bara} &= \frac{4,0}{100} \times 250 \text{ gram} \\ &= 10 \text{ gram}\end{aligned}$$

Persamaan reaksi pembakaran S mengikuti hukum Lavoisier dengan perbandingan mol S dan O<sub>2</sub> adalah 1:1 (ditunjukkan oleh koefisien), sehingga massa S yang bereaksi = massa O<sub>2</sub> yang bereaksi



Berdasarkan reaksi tersebut, maka sebanyak 10 gram gas S berperan dalam pembentukan 20 gram gas SO<sub>2</sub>, sehingga:

$$\begin{aligned}\text{Kadar (\% massa) S dalam SO}_2 &= \frac{\text{massa S}}{\text{massa SO}_2} \times 100\% \\ &= \frac{10 \text{ gram}}{20 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 50\%\end{aligned}$$

Kadar (% massa) gas S yang disumbangkan dalam pembentukan 20 gram gas SO<sub>2</sub> dari reaksi pembakaran adalah sebesar 50%.

$$\text{Konsentrasi berat per juta (ppm) S} = \frac{\text{massa S}}{\text{massa SO}_2} \times 10^6$$



$$= \frac{10 \text{ gram}}{20 \text{ gram}} \times 10^6$$

$$= 500000 \text{ ppm}$$

Konsentrasi gas S yang disumbangkan dalam pembentukan 20 gram SO<sub>2</sub> dari reaksi pembakaran adalah sebesar 500000 ppm.

## 2. Jawaban Nomor 2

### a. Diket:

Tabel variasi massa N dan H dalam pembentukan NH<sub>3</sub>

No	Massa Nitrogen yang direaksikan	Massa gas H <sub>2</sub> yang direaksikan	Massa NH <sub>3</sub> yang dihasilkan	Massa reaktan yang tersisa
1.	42 gram	9 gram	51 gram	-
2.	42 gram	12 gram	51 gram	3 gram H
3.	50 gram	9 gram	51 gram	8 gram N

### Ditanya:

Bunyi hukum Proust?

### Jawab:

Berdasarkan tabel variasi massa N dan H dalam pembentukan NH<sub>3</sub>, N dan H memiliki perbandingan tertentu sehingga menghasilkan zat sisa jika dalam reaksi terdapat reaktan yang berlebih dari perbandingan. Hal ini sesuai dengan hukum Proust

yang menyatakan bahwa perbandingan massa-massa unsur yang membentuk suatu senyawa adalah tetap

**b. Diket:**

$$\text{Massa NH}_3 = 51 \text{ gram}$$

$$\text{Ar N} = 14 \text{ gr/mol}$$

$$\text{Ar H} = 1 \text{ gr/mol}$$

Keadaan STP

**Ditanya:**

Volume gas NH<sub>3</sub>?

**Jawab:**

Volume molar sangat dipengaruhi oleh tekanan dan suhu. Jika dinyatakan dalam kondisi STP, volume molar tiap gas didasarkan pada volume 1 mol gas oksigen, yaitu sebanyak 22,4 L. Sehingga:

$$\text{Volume gas dalam kondisi STP} = \text{mol gas} \times 22,4 \text{ L/mol}$$

$$\begin{aligned} \text{Mm NH}_3 &= (1 \times \text{Ar N}) + (3 \times \text{Ar H}) \\ &= (1 \times 14 \text{ gr/mol}) + (3 \times 1 \text{ gr/mol}) \\ &= 17 \text{ gram/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mol NH}_3 &= \text{massa NH}_3 \times \frac{1 \text{ mol}}{\text{Mm NH}_3} \\ &= 51 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{17 \text{ gram}} \\ &= 3 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume gas NH}_3 &= \text{mol gas NH}_3 \times 22,4 \text{ L/mol} \\ &= 3 \text{ mol} \times 22,4 \text{ L/mol} \end{aligned}$$

$$= 67,2 \text{ L}$$

Jadi, volume gas  $\text{NH}_3$  yang dihasilkan adalah sebanyak 67,2 L

**c. Diket:**

$$V \text{ NH}_4\text{OH} = 30 \text{ mL}$$

$$V \text{ H}_2\text{O} = 100 \text{ mL}$$

$$\text{Ar N} = 14 \text{ gr/mol}$$

$$\text{Ar H} = 1 \text{ gr/mol}$$

$$\text{Ar O} = 16 \text{ gr/mol}$$

**Ditanya:**

% volume, M, dan molalitas  $\text{NH}_4\text{OH}$ ?

**Jawab:**

- % volume  $\text{NH}_4\text{OH}$

$$\begin{aligned} \% \text{ volume NH}_4\text{OH} &= \frac{v \text{ zat terlarut}}{v \text{ larutan}} \times 100\% \\ &= \frac{30 \text{ mL}}{(30+100) \text{ mL}} \times 100\% \\ &= \frac{30 \text{ mL}}{130 \text{ mL}} \times 100\% \\ &= 23,07\% \end{aligned}$$

Jadi, % volume  $\text{NH}_4\text{OH}$  dalam 130 mL  $\text{NH}_4\text{OH}$  adalah 23,07%

- Molaritas 130 mL  $\text{NH}_4\text{OH}$

$$\text{Mol NH}_4\text{OH}_{\text{mula-mula}} = \text{Mol NH}_4\text{OH}_{\text{akhir}}$$

$$\begin{aligned} \text{M NH}_4\text{OH}_{\text{mula-mula}} \times v \text{ NH}_4\text{OH}_{\text{mula-mula}} &= \text{M NH}_4\text{OH}_{\text{akhir}} \times \\ v \text{ NH}_4\text{OH}_{\text{akhir}} \end{aligned}$$

$$2 \text{ M} \times 0,03 \text{ L} = \text{M NH}_4\text{OH}_{\text{akhir}} \times 0,13 \text{ L}$$

$$0,06 \text{ mol} = 0,13 \times \text{M NH}_4\text{OH}_{\text{akhir}}$$

$$\frac{0,06 \text{ mol}}{0,13 \text{ L}} = \text{M NH}_4\text{OH}_{\text{akhir}}$$

$$0,46 \text{ M} = \text{M NH}_4\text{OH}_{\text{akhir}}$$

Jadi, molaritas 130 mL NH<sub>4</sub>OH adalah 0,46 M

- Molalitas 130 mL NH<sub>4</sub>OH

$$\text{Mol NH}_4\text{OH} = \text{M NH}_4\text{OH}_{\text{mula-mula}} \times V$$

$$\text{NH}_4\text{OH}_{\text{mula-mula}}$$

$$= 2 \text{ M} \times 0,03 \text{ L}$$

$$= 0,06 \text{ mol}$$

$$\text{Molalitas NH}_4\text{OH} = \frac{\text{mol zat terlarut}}{\text{massa pelarut (kg)}}$$

$$= \frac{0,06 \text{ mol}}{0,1 \text{ kg}}$$

$$= 0,6 \text{ molal}$$

Jadi, molalitas 130 mL NH<sub>4</sub>OH adalah 0,6 molal

### 3. Jawaban Nomor 3

a. Diket:

Reaksi pembakaran isooktana:  $\text{C}_8\text{H}_{18(\text{g})} + \text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{CO}_{2(\text{g})}$

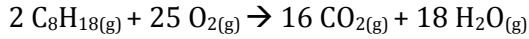
+  $\text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}$  (belum setara)

Ditanya:

Perbandingan volume gas  $\text{C}_8\text{H}_{18}$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$ , dan  $\text{H}_2\text{O}$ ?

Jawab:

Menyetarakan persamaan reaksi



Berdasarkan hukum Gay-Lussac, volume gas yang ikut dalam reaksi kimia jika diukur pada suhu dan tekanan yang sama berbanding sebagai bilangan bulat yang sederhana. Perbandingan ini ditunjukkan oleh koefisien reaksi. Jadi, perbandingan volume gas  $\text{C}_8\text{H}_{18} : \text{O}_2 : \text{CO}_2 : \text{H}_2\text{O}$  adalah 2 : 25 : 16 : 18

**b. Diket:**

Massa gas  $\text{CO}_2 = 500$  gram

Ar C = 12 gr/mol

Ar O = 16 gr/mol

Keadaan STP

**Ditanya:**

Volume gas  $\text{CO}_2$ ?

**Jawab:**

Volume molar sangat dipengaruhi oleh tekanan dan suhu. Jika dinyatakan dalam keadaan STP, volume molar tiap gas didasarkan pada volume 1 mol gas oksigen, yaitu sebanyak 22,4 L. Sehingga:

Volume gas dalam kondisi STP = mol gas x 22,4 L/mol

$$\begin{aligned} \text{Mm CO}_2 &= (1 \times \text{Ar C}) + (2 \times \text{Ar O}) \\ &= (1 \times 12 \text{ gr/mol}) + (2 \times 16 \text{ gr/mol}) \\ &= 44 \text{ gram/mol} \end{aligned}$$

$$\text{Mol CO}_2 = \text{massa CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol}}{\text{Mm CO}_2}$$

$$= 500 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{44 \text{ gram}}$$

$$= 11,36 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume gas CO}_2 &= \text{mol gas CO}_2 \times 22,4 \text{ L/mol} \\ &= 11,36 \text{ mol} \times 22,4 \text{ L/mol} \\ &= 254,46 \text{ L} \end{aligned}$$

**c. Diket:**

$$V \text{ bensin (C}_8\text{H}_{18}) = 1 \text{ L}$$

$$\rho \text{ C}_8\text{H}_{18} = 0,703 \text{ kg/dm}^3$$

$$\text{Ar C} = 12 \text{ gr/mol}$$

$$\text{Ar H} = 1 \text{ gr/mol}$$

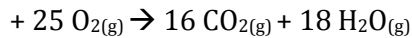
$$\text{Ar O} = 16 \text{ gr/mol}$$

**Ditanya:**

V CO<sub>2</sub> yang disumbang setiap orang dalam 1 hari?

**Jawab:**

Persamaan reaksi setara pembakaran C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>: 2 C<sub>8</sub>H<sub>18(g)</sub>



$$\text{Mm C}_8\text{H}_{18} = (8 \times \text{Ar C}) + (18 \times \text{Ar H})$$

$$= (8 \times 12 \text{ gr/mol}) + (18 \times 1 \text{ gr/mol})$$

$$= 114 \text{ gram/mol}$$

$$\text{Massa C}_8\text{H}_{18} = \rho \text{ C}_8\text{H}_{18} \times v \text{ C}_8\text{H}_{18}$$

$$= 0,703 \text{ kg/dm}^3 \times 1 \text{ L}$$

$$= 0,703 \text{ kg} = 703 \text{ gram}$$

$$\text{Mol C}_8\text{H}_{18} = \text{massa C}_8\text{H}_{18} \times \frac{1 \text{ mol}}{\text{Mm C}_8\text{H}_{18}}$$

$$= 703 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{114 \text{ gram}}$$

$$= 6,167 \text{ mol}$$

$$\text{Mol CO}_2 = \frac{\text{Koefisien CO}_2}{\text{Koefisien C}_8\text{H}_{18}} \times \text{mol C}_8\text{H}_{18}$$

$$= \frac{16}{2} \times 6,167 \text{ mol}$$

$$= 49,336 \text{ mol}$$

$$\text{Volume gas CO}_2 \text{ (STP)} = \text{mol gas CO}_2 \times 22,4 \text{ L/mol}$$

$$= 49,336 \text{ mol} \times 22,4 \text{ L/mol}$$

$$= 1105,126 \text{ L}$$

#### 4. Jawaban Nomor 4

##### a. Diket:

$$\text{Massa 1 sendok teh MSG} = 5 \text{ gram}$$

$$\text{Massa molar MSG} = 169 \text{ gram/mol}$$

##### Ditanya:

Banyak molekul MSG?

##### Jawab:

Untuk mengetahui banyak molekul MSG, maka mol MSG perlu ditentukan terlebih dahulu

$$\text{Mol MSG} = \frac{\text{massa MSG}}{\text{Mm MSG}} \times \frac{1 \text{ mol}}{1}$$

$$= 5 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{169 \text{ gram}}$$

$$= 0,029 \text{ mol}$$

$$\text{Banyak molekul MSG} = \text{mol MSG} \times \text{bilangan Avogadro}$$

$$= 0,029 \text{ mol} \times 6,02 \times 10^{23}$$

molekul

$$= 1,74 \times 10^{22} \text{ molekul}$$

Jadi, banyak molekul dalam 5 gram MSG yang ditambahkan Bu Wendy adalah  $1,74 \times 10^{22}$  molekul MSG

**b. Diket:**

$$\% \text{ C} = 35,51\%$$

$$\% \text{ H} = 4,77\%$$

$$\% \text{ N} = 8,29\%$$

$$\% \text{ O} = 37,85\%$$

$$\% \text{ Na} = 13,60\%$$

$$\text{Ar C} = 12 \text{ gr/mol}$$

$$\text{Ar H} = 1 \text{ gr/mol}$$

$$\text{Ar N} = 14 \text{ gr/mol}$$

$$\text{Ar O} = 16 \text{ gr/mol}$$

$$\text{Ar Na} = 23 \text{ gr/mol}$$

$$\text{Mm MSG} = 169 \text{ gram/mol}$$

**Ditanya:**

Rumus molekul MSG?

**Jawab:**

Massa MSG dimisalkan sebanyak 100 gram, sehingga:

$$\text{Massa C} = \frac{35,51}{100} \times 100 \text{ gram} = 35,51 \text{ gram}$$

$$\text{Massa H} = \frac{4,77}{100} \times 100 \text{ gram} = 4,77 \text{ gram}$$



$$\text{Massa N} = \frac{8,29}{100} \times 100 \text{ gram} = 8,29 \text{ gram}$$

$$\text{Massa O} = \frac{37,85}{100} \times 100 \text{ gram} = 37,85 \text{ gram}$$

$$\text{Massa Na} = \frac{13,60}{100} \times 100 \text{ gram} = 13,60 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Mol C} &= \text{massa C} \times \frac{1 \text{ mol}}{Mm \text{ atom C}} \\ &= 35,51 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{12 \text{ gram}} = 2,95 \text{ mol} \end{aligned}$$

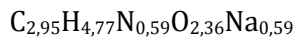
$$\begin{aligned} \text{Mol H} &= \text{massa H} \times \frac{1 \text{ mol}}{Mm \text{ atom H}} \\ &= 4,77 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{1 \text{ gram}} = 4,77 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mol N} &= \text{massa N} \times \frac{1 \text{ mol}}{Mm \text{ atom N}} \\ &= 8,29 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{14 \text{ gram}} = 0,59 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mol O} &= \text{massa O} \times \frac{1 \text{ mol}}{Mm \text{ atom O}} \\ &= 37,85 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{16 \text{ gram}} = 2,36 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mol Na} &= \text{massa Na} \times \frac{1 \text{ mol}}{Mm \text{ atom Na}} \\ &= 13,60 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{23 \text{ gram}} = 0,59 \text{ mol} \end{aligned}$$

Rumus empiris MSG dinyatakan dengan perbandingan mol unsur-unsur penyusun MSG:



Perbandingan mol = 2,95 : 4,77 : 0,59 : 2,36 : 0,59  
(dibagi dengan 0,59 untuk menyederhanakan bilangan)

$$= 5 : 8 : 1 : 4 : 1$$

Sehingga rumus molekul MSG adalah  $C_5H_8NO_4Na$

Rumus molekul MSG ditentukan melalui rumus empiris MSG dan massa molar MSG:

$$(\text{Rumus empiris MSG})_n = \text{Mm MSG}$$

$$(C_5H_8NO_4Na)_n = 169$$

$$[(5 \times \text{Ar C}) + (8 \times \text{Ar H}) + (1 \times \text{Ar N}) + (4 \times \text{Ar O}) + (1 \times \text{Ar Na})]_n = 169$$

$$[(5 \times 12) + (8 \times 1) + (1 \times 14) + (4 \times 16) + (1 \times 23)]_n = 169$$

$$[(60) + (8) + (14) + (64) + (23)]_n = 169$$

$$(169)_n = 169$$

$$n = 1$$

Jadi, rumus empiris dan rumus molekul MSG adalah sama, yaitu  $C_5H_8NO_4Na$

**c. Diket:**

Persamaan reaksi hidrolisis:  $C_{12}H_{22}O_{11(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow 2$

$C_6H_{12}O_6_{(aq)}$

Massa  $C_{12}H_{22}O_{11}$  = 5 gram

Volume  $H_2O$  = 500 mL

Ar C = 12 gr/mol

Ar H = 1 gr/mol

Ar O = 16 gr/mol

**Ditanya:**

Banyak molekul  $C_6H_{12}O_6$  yang akan dihasilkan?

**Jawab:**

$$\begin{aligned}Mm \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} &= (12 \times \text{Ar C}) + (22 \times \text{Ar H}) + (11 \times \text{Ar O}) \\&= (12 \times 12) + (22 \times 1) + (11 \times 16) \\&= 144 + 22 + 176 \\&= 342 \text{ gram/mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Mol } \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} &= \text{massa } \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} \times \frac{1 \text{ mol}}{Mm \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}} \\&= 5 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{342 \text{ gram}} \\&= 0,0146 \text{ mol}\end{aligned}$$

$$\text{Mol } \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = \frac{\text{Koefisien } \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{\text{Koefisien } \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}} \times \text{mol}$$

$$\begin{aligned}\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 &= \frac{2}{1} \times 0,0146 \text{ mol} \\&= 0,0292 \text{ mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Banyak molekul } \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 &= \text{mol } \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \times \text{bilangan} \\ \text{Avogadro} &= 0,0292 \text{ mol} \times (6,02 \times \\ &10^{23} \text{ molekul}) \\ &= 1,75 \times 10^{22} \text{ molekul}\end{aligned}$$

Jadi, banyak molekul  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  yang dihasilkan dari 5 gram  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  adalah  $1,75 \times 10^{22}$  molekul  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

## 5. Jawaban Nomor 5

a. Diket:

$$\text{Kelimpahan } {}^{63}\text{Cu} = 69,09\%$$

Kelimpahan $^{65}\text{Cu}$	= 30,91%
Massa $^{63}\text{Cu}$	= 62,93 sma
Massa $^{65}\text{Cu}$	= 64,9278 sma

**Ditanya:**

Ar Cu?

**Jawab:**

Ar suatu unsur ditentukan berdasarkan % kelimpahan dan massa rata-rata isotop unsur di alam

$$\begin{aligned}
 \text{Ar Cu} &= (\% \text{ } ^{63}\text{Cu} \times \text{massa } ^{63}\text{Cu}) + (\% \text{ } ^{65}\text{Cu} \times \text{massa } ^{65}\text{Cu}) \\
 &= (69,09\% \times 62,93 \text{ sma}) + (30,91\% \times 64,9278 \\
 &\text{ sma}) \\
 &= (43,47 \text{ sma}) + (20,06 \text{ sma}) \\
 &= 63,53 \text{ sma}
 \end{aligned}$$

Jadi, Ar Cu adalah 63,53 sma

**b. Diket:**

Komposisi senyawa oksida tembaga:

$$\text{Cu} = 88\%$$

$$\text{O} = 12\%$$

$$\text{Ar Cu} = 63,5 \text{ gr/mol}$$

$$\text{Ar O} = 16 \text{ gr/mol}$$

**Ditanya:**

Rumus empiris oksida tembaga?

**Jawab:**

Massa oksida tembaga dimisalkan sebanyak 100 gram, maka:

$$\text{Massa Cu} = \frac{88}{100} \times 100 \text{ gram} = 88 \text{ gram}$$

$$\text{Massa O} = \frac{12}{100} \times 100 \text{ gram} = 12 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Mol Cu} &= \text{massa Cu} \times \frac{1 \text{ mol}}{Mm \text{ atom Cu}} \\ &= 88 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{63,5 \text{ gram}} = 1,38 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mol O} &= \text{massa O} \times \frac{1 \text{ mol}}{Mm \text{ atom O}} \\ &= 12 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{16 \text{ gram}} = 0,75 \text{ mol} \end{aligned}$$

Rumus empiris oksida tembaga dinyatakan dengan perbandingan mol unsur-unsur penyusun oksida tembaga:  $\text{Cu}_{1,38}\text{O}_{0,75}$

Perbandingan mol = 1,38 : 0,75 (dibagi dengan 0,75 untuk menyederhanakan bilangan)

$$= 1,84 : 1$$

$$= 2 : 1$$

Sehingga rumus empiris oksida tembaga adalah  $\text{Cu}_2\text{O}$

**c. Diket:**

$$\text{Massa CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O} = 10 \text{ gram}$$

$$\text{Massa CuSO}_4 = 6,4 \text{ gram}$$

$$\text{Ar Cu} = 63,5 \text{ gr/mol}$$

$$\text{Ar S} = 32 \text{ gr/mol}$$

$$\text{Ar O} = 16 \text{ gr/mol}$$

**Ditanya:**

Rumus senyawa hidrat  $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ?

**Jawab:**

Massa senyawa hidrat  $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  = massa senyawa  $\text{CuSO}_4$  + massa senyawa  $\text{H}_2\text{O}$

10 gram = 6,4 gram + massa senyawa  $\text{H}_2\text{O}$

10 gram - 6,4 gram = massa senyawa  $\text{H}_2\text{O}$

3,6 gram = massa senyawa  $\text{H}_2\text{O}$

$M_m \text{CuSO}_4 = (1 \times \text{Ar Cu}) + (1 \times \text{Ar S}) + (4 \times \text{Ar O})$   
 $= (1 \times 63,5) + (1 \times 32) + (4 \times 16)$   
 $= 63,5 + 32 + 64$   
 $= 159,5 \text{ gram/mol}$

$\text{Mol CuSO}_4 = \text{massa CuSO}_4 \times \frac{1 \text{ mol}}{M_m \text{CuSO}_4}$   
 $= 6,4 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{159,5 \text{ gram}}$   
 $= 0,04 \text{ mol}$

$M_m \text{H}_2\text{O} = (2 \times \text{Ar H}) + (1 \times \text{Ar O})$   
 $= (2 \times 1) + (1 \times 16)$   
 $= 2 + 16$   
 $= 18 \text{ gram/mol}$

$\text{Mol H}_2\text{O} = \text{massa H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol}}{M_m \text{H}_2\text{O}}$   
 $= 3,6 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{18 \text{ gram}}$   
 $= 0,2 \text{ mol}$

$$\text{Mol CuSO}_4 : \text{mol H}_2\text{O} = 0,04 : 0,2$$

(dibagi 0,04 untuk menyederhanakan bilangan)

$$= 1 : 5$$

Sehingga rumus senyawa hidrat  $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  adalah  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

## 6. Jawaban Nomor 6

### a. Diket:

$$\text{Kebutuhan Ca harian} = 1000 \text{ mg} = 1 \text{ gram}$$

$$\text{Massa C}_6\text{H}_{10}\text{CaO}_6 = 3 \text{ gram}$$

$$\text{Ar C} = 12 \text{ gr/mol}$$

$$\text{Ar H} = 1 \text{ gr/mol}$$

$$\text{Ar Ca} = 40 \text{ gr/mol}$$

$$\text{Ar O} = 16 \text{ gr/mol}$$

### Ditanya:

Kadar (% massa) Ca harian Yuta yang dapat terpenuhi?

### Jawab:

$$\text{Mr C}_6\text{H}_{10}\text{CaO}_6 = (6 \times \text{Ar C}) + (10 \times \text{Ar H}) + (1 \times \text{Ar Ca}) + (6 \times \text{Ar O})$$

$$= (6 \times 12) + (10 \times 1) + (1 \times 40) + (6 \times 16)$$

$$= 72 + 10 + 40 + 96$$

$$= 218$$

$$\text{Massa Ca dalam C}_6\text{H}_{10}\text{CaO}_6 = \frac{\text{Ar Ca}}{\text{Mr C}_6\text{H}_{10}\text{CaO}_6} \times \text{massa C}_6\text{H}_{10}\text{CaO}_6$$

$$= \frac{40}{218} \times 3 \text{ gram}$$

$$= 0,55 \text{ gram}$$

Kadar (% massa) Ca harian Yuta yang dapat terpenuhi

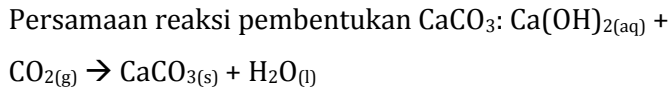
$$= \frac{\text{Massa Ca yang dikonsumsi Yuta}}{\text{Massa harian Ca yang harus dipenuhi Yuta}} \times 100\%$$

$$= \frac{0,55 \text{ gram}}{1 \text{ gram}} \times 100\%$$

$$= 55\%$$

Jadi, dalam satu hari Yuta mengonsumsi Ca sebanyak 0,55 gram, hal ini berarti Yuta telah memenuhi kebutuhan Ca hariannya sebanyak 55% dari kebutuhan Ca yang telah direkomendasikan oleh IOM

**b. Diket:**



Massa  $\text{Ca(OH)}_2$  = 15 gram

Massa  $\text{CO}_2$  = 10 gram

Ar Ca = 40 gr/mol

Ar C = 12 gr/mol

Ar O = 16 gr/mol

Ar H = 1 gr/mol

**Ditanya:**

Reaktan yang habis bereaksi?

**Jawab:**

$\text{Mm Ca(OH)}_2 = (1 \times \text{Ar Ca}) + (2 \times \text{Ar O}) + (2 \times \text{Ar H})$



$$= (1 \times 40 \text{ gr/mol}) + (2 \times 16 \text{ gr/mol}) + (2 \times 1 \text{ gr/mol})$$

$$= (40 + 32 + 2) \text{ gr/mol}$$

$$= 74 \text{ gram/mol}$$

$$\text{Mm CO}_2 = (1 \times \text{Ar C}) + (2 \times \text{Ar O})$$

$$= (1 \times 12 \text{ gr/mol}) + (2 \times 16 \text{ gr/mol})$$

$$= (12 + 32) \text{ gr/mol}$$

$$= 44 \text{ gram/mol}$$

$$\text{Mol Ca(OH)}_2 = \text{massa Ca(OH)}_2 \times \frac{1 \text{ mol}}{\text{Mm Ca(OH)}_2}$$

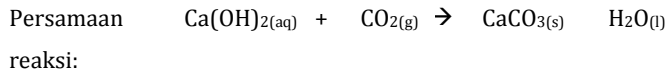
$$= 15 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{74 \text{ gram}}$$

$$= 0,20 \text{ mol}$$

$$\text{Mol CO}_2 = \text{massa CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol}}{\text{Mm CO}_2}$$

$$= 10 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{44 \text{ gram}}$$

$$= 0,22 \text{ mol}$$



Berdasarkan persamaan reaksi diatas, zat yang memiliki mol lebih sedikit akan bertindak sebagai

pereaksi pembatas dan akan habis bereaksi. Jadi, reaktan yang habis bereaksi adalah  $\text{Ca}(\text{OH})_2$

**c. Diket:**

$$\text{Massa CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O} = 17,2 \text{ gram}$$

$$\text{Massa CaSO}_4 = 13,6 \text{ gram}$$

$$\text{Ar Ca} = 40 \text{ gr/mol}$$

$$\text{Ar S} = 32 \text{ gr/mol}$$

$$\text{Ar O} = 16 \text{ gr/mol}$$

$$\text{Ar H} = 1 \text{ gr/mol}$$

**Ditanya:**

Rumus senyawa hidrat  $\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ?

**Jawab:**

$$\text{Massa senyawa hidrat CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O} = \text{massa senyawa CaSO}_4 + \text{massa senyawa H}_2\text{O}$$

$$17,2 \text{ gram} = 13,6 \text{ gram} + \text{massa senyawa H}_2\text{O}$$

$$17,2 \text{ gram} - 13,6 \text{ gram} = \text{massa senyawa H}_2\text{O}$$

$$3,6 \text{ gram} = \text{massa senyawa H}_2\text{O}$$

$$\begin{aligned} \text{Mm CaSO}_4 &= (1 \times \text{Ar Ca}) + (1 \times \text{Ar S}) + (4 \times \text{Ar O}) \\ &= (1 \times 40 \text{ gr/mol}) + (1 \times 32 \text{ gr/mol}) + (4 \\ &\times 16 \text{ gr/mol}) \end{aligned}$$

$$= (40 + 32 + 64) \text{ gr/mol}$$

$$= 136 \text{ gram/mol}$$

$$\text{Mol CaSO}_4 = \text{massa CaSO}_4 \times \frac{1 \text{ mol}}{\text{Mm CaSO}_4}$$

$$= 13,6 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{136 \text{ gram}}$$

$$= 0,1 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} \text{Mm H}_2\text{O} &= (2 \times \text{Ar H}) + (1 \times \text{Ar O}) \\ &= (2 \times 1 \text{ gr/mol}) + (1 \times 16 \text{ gr/mol}) \\ &= (2 + 16) \text{ gr/mol} \\ &= 18 \text{ gram/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mol H}_2\text{O} &= \text{massa H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol}}{\text{Mm H}_2\text{O}} \\ &= 3,6 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{18 \text{ gram}} \\ &= 0,2 \text{ mol} \end{aligned}$$

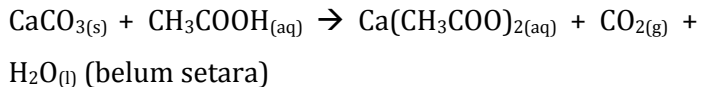
$$\begin{aligned} \text{Mol CaSO}_4 : \text{mol H}_2\text{O} &= 0,1 : 0,2 \quad (\text{dibagi } 0,1 \text{ untuk} \\ &\text{menyederhanakan bilangan}) \\ &= 1 : 2 \end{aligned}$$

Sehingga rumus senyawa hidrat  $\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  adalah  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

## 7. Jawaban Nomor 7

### a. Diket:

Persamaan reaksi  $\text{CaCO}_3$  dengan  $\text{CH}_3\text{COOH}$

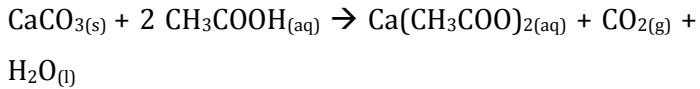


### Ditanya:

Persamaan reaksi setara  $\text{CaCO}_3$  dengan  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ?

### Jawab:

Persamaan reaksi setara:



**b. Diket:**

$$\text{Massa CaCO}_3 = 7 \text{ gram}$$

$$\text{Massa CH}_3\text{COOH} = 14 \text{ gram}$$

$$\text{Ar Ca} = 40 \text{ gr/mol}$$

$$\text{Ar C} = 12 \text{ gr/mol}$$

$$\text{Ar O} = 16 \text{ gr/mol}$$

$$\text{Ar H} = 1 \text{ gr/mol}$$

**Ditanya:**

Reaktan yang habis bereaksi?

**Jawab:**

$$\begin{aligned} \text{Mm CaCO}_3 &= (1 \times \text{Ar Ca}) + (1 \times \text{Ar C}) + (3 \times \text{Ar O}) \\ &= (1 \times 40 \text{ gr/mol}) + (1 \times 12 \text{ gr/mol}) + (3 \\ &\times 16 \text{ gr/mol}) \\ &= (40 + 12 + 48) \text{ gr/mol} \\ &= 100 \text{ gram/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mm CH}_3\text{COOH} &= (2 \times \text{Ar C}) + (4 \times \text{Ar H}) + (2 \times \text{Ar O}) \\ &= (2 \times 12 \text{ gr/mol}) + (4 \times 1 \\ &\text{gr/mol}) + (2 \times 16 \text{ gr/mol}) \\ &= (24 + 4 + 32) \text{ gr/mol} \\ &= 60 \text{ gram/mol} \end{aligned}$$

$$\text{Mol CaCO}_3 = \text{massa CaCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol}}{\text{Mm CaCO}_3}$$

$$= 7 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{100 \text{ gram}}$$

$$= 0,07 \text{ mol}$$

$$\text{Mol CH}_3\text{COOH} = \text{massa CH}_3\text{COOH} \times \frac{1 \text{ mol}}{\text{Mm CH}_3\text{COOH}}$$

$$= 14 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{60 \text{ gram}}$$

$$= 0,23 \text{ mol}$$

Persamaan	$\text{CaCO}_3(\text{s})$	+	2 $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$	$\rightarrow$	$\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2(\text{aq})$	$\text{CO}_2(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
reaksi:							
Mula-mula:	0,07 mol		0,23 mol				
Bereaksi:	0,07 mol		0,14 mol		0,07 mol	0,07 mol	0,07 mol
Sisa:	-		0,09 mol		0,07 mol	0,07 mol	0,07 mol

Berdasarkan persamaan reaksi diatas, zat yang memiliki mol lebih sedikit akan bertindak sebagai pereaksi pembatas dan akan habis bereaksi. Jadi, reaktan yang habis bereaksi adalah  $\text{CaCO}_3$

**c. Diket:**

$$\text{Massa CaCO}_3 = 7 \text{ gram}$$

$$\text{Massa CH}_3\text{COOH} = 14 \text{ gram}$$

$$\text{Ar Ca} = 40 \text{ gr/mol}$$

$$\text{Ar C} = 12 \text{ gr/mol}$$

$$\text{Ar O} = 16 \text{ gr/mol}$$

$$\text{Ar H} = 1 \text{ gr/mol}$$

**Ditanya:**

Apakah massa  $\text{CO}_2$  dan  $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  yang dihasilkan sama?

**Jawab:**

$$\begin{aligned} \text{Mm CaCO}_3 &= (1 \times \text{Ar Ca}) + (1 \times \text{Ar C}) + (3 \times \text{Ar O}) \\ &= (1 \times 40 \text{ gr/mol}) + (1 \times 12 \text{ gr/mol}) + (3 \\ &\times 16 \text{ gr/mol}) \\ &= (40 + 12 + 48) \text{ gr/mol} \\ &= 100 \text{ gram/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mm CH}_3\text{COOH} &= (2 \times \text{Ar C}) + (4 \times \text{Ar H}) + (2 \times \text{Ar O}) \\ &= (2 \times 12 \text{ gr/mol}) + (4 \times 1 \text{ gr/mol}) + (2 \times \\ &16 \text{ gr/mol}) \\ &= (24 + 4 + 32) \text{ gr/mol} \\ &= 60 \text{ gram/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mol CaCO}_3 &= \text{massa CaCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol}}{\text{Mm CaCO}_3} \\ &= 7 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{100 \text{ gram}} \\ &= 0,07 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mol CH}_3\text{COOH} &= \text{massa CH}_3\text{COOH} \times \frac{1 \text{ mol}}{\text{Mm CH}_3\text{COOH}} \\ &= 14 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{60 \text{ gram}} \\ &= 0,23 \text{ mol} \end{aligned}$$

Persamaan reaksi:	$\text{CaCO}_{3(s)} + 2 \text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} \rightarrow \text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_{2(aq)} + \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$
Mula-mula:	0,07 mol                      0,23 mol
Bereaksi:	0,07 mol                      0,14 mol                      0,07 mol                      0,07 mol                      0,07 mol
Sisa:	-                      0,09 mol                      0,07 mol                      0,07 mol                      0,07 mol

$$\begin{aligned} \text{Mm Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 &= (1 \times \text{Ar Ca}) + (4 \times \text{Ar C}) + (6 \times \text{Ar H}) + (4 \times \text{Ar O}) \\ &= (1 \times 40 \text{ gr/mol}) + (4 \times 12 \text{ gr/mol}) + (6 \times 1 \text{ gr/mol}) + (4 \times 16 \text{ gr/mol}) \\ &= (40 + 48 + 6 + 64) \text{ gr/mol} \\ &= 158 \text{ gram/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mm CO}_2 &= (1 \times \text{Ar C}) + (2 \times \text{Ar O}) \\ &= (1 \times 12 \text{ gr/mol}) + (2 \times 16 \text{ gr/mol}) \\ &= (12 + 32) \text{ gr/mol} \\ &= 44 \text{ gram/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 &= \text{mol Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \times \frac{\text{Mm Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2}{1 \text{ mol}} \\ &= 0,07 \text{ mol} \times \frac{158 \text{ gram}}{1 \text{ mol}} \\ &= 11,06 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\text{Massa CO}_2 = \text{mol CO}_2 \times \frac{\text{Mm CO}_2}{1 \text{ mol}}$$

$$= 0,07 \text{ mol} \times \frac{44 \text{ gram}}{1 \text{ mol}}$$

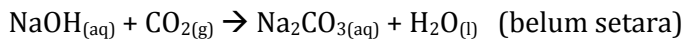
$$= 3,08 \text{ gram}$$

Jadi, meskipun mol  $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  dan  $\text{CO}_2$  yang dihasilkan reaksi bernilai sama, namun massa masing-masing zat yang dihasilkan berbeda. Massa  $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  yang dihasilkan sebanyak 11,06 gram dan massa  $\text{CO}_2$  yang dihasilkan sebanyak 3,08 gram

## 8. Jawaban Nomor 8

### a. Diket:

Persamaan reaksi  $\text{NaOH}$  dengan  $\text{CO}_2$

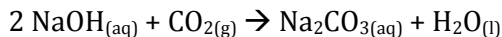


### Ditanya:

Persamaan reaksi setara?

### Jawab:

Persamaan reaksi setara  $\text{NaOH}$  dengan  $\text{CO}_2$



### b. Diket:

Massa  $\text{NaOH}$  = 1000 gram

Massa  $\text{CO}_2$  = 925,0 gram

Ar Na = 23 gr/mol

Ar O = 16 gr/mol

Ar H = 1 gr/mol

Ar C = 12 gr/mol



**Ditanya:**

Reaktan yang habis bereaksi?

**Jawab:**

$$\begin{aligned} \text{Mm NaOH} &= (1 \times \text{Ar Na}) + (1 \times \text{Ar O}) + (1 \times \text{Ar H}) \\ &= (1 \times 23 \text{ gr/mol}) + (1 \times 16 \text{ gr/mol}) + (1 \\ &\times 1 \text{ gr/mol}) \end{aligned}$$

$$= (23 + 16 + 1) \text{ gr/mol}$$

$$= 40 \text{ gram/mol}$$

$$\text{Mm CO}_2 = (1 \times \text{Ar C}) + (2 \times \text{Ar O})$$

$$= (1 \times 12 \text{ gr/mol}) + (2 \times 16 \text{ gr/mol})$$

$$= (12 + 32) \text{ gr/mol}$$

$$= 44 \text{ gram/mol}$$

$$\text{Mol NaOH} = \text{massa NaOH} \times \frac{1 \text{ mol}}{\text{Mm NaOH}}$$

$$= 1000 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{40 \text{ gram}}$$

$$= 25 \text{ mol}$$

$$\text{Mol CO}_2 = \text{massa CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol}}{\text{Mm CO}_2}$$

$$= 925,0 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{44 \text{ gram}}$$

$$= 21,02 \text{ mol}$$

Persamaan reaksi:  $2 \text{NaOH}_{(aq)} + \text{CO}_{2(g)} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_{3(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$

Mula-mula: 25 mol                      21,02 mol

Bereaksi: 25 mol                      12,5 mol                      12,5 mol

Sisa:	-	8,52	12,5 mol	12,5
		mol		mol

Berdasarkan persamaan reaksi diatas, zat yang memiliki mol lebih sedikit akan bertindak sebagai pereaksi pembatas dan akan habis bereaksi. Jadi, reaktan yang habis bereaksi adalah NaOH

**c. Diket:**

Massa NaOH = 10 kg = 10000 gram

Massa CO<sub>2</sub> = 925,0 gram

Banyak penumpang = 10 orang

Ar Na = 23 gr/mol

Ar O = 16 gr/mol

Ar H = 1 gr/mol

Ar C = 12 gr/mol

**Ditanya:**

Apakah NaOH cukup menghilangkan CO<sub>2</sub> 10 penumpang? Berapa banyak penumpang yang emisi gas CO<sub>2</sub>nya dapat dihilangkan dengan NaOH?

**Jawab:**

Mm NaOH = (1 x Ar Na) + (1 x Ar O) + (1 x Ar H)  
 = (1 x 23 gr/mol) + (1 x 16 gr/mol) + (1  
 x 1 gr/mol)  
 = (23 + 16 + 1) gr/mol  
 = 40 gram/mol

Mm CO<sub>2</sub> = (1 x Ar C) + (2 x Ar O)

$$\begin{aligned}
 &= (1 \times 12 \text{ gr/mol}) + (2 \times 16 \text{ gr/mol}) \\
 &= (12 + 32) \text{ gr/mol} \\
 &= 44 \text{ gram/mol}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Mol NaOH} &= \text{massa NaOH} \times \frac{1 \text{ mol}}{Mm \text{ NaOH}} \\
 &= 10000 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{40 \text{ gram}} \\
 &= 250 \text{ mol}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Mol CO}_2 &= \text{massa CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol}}{Mm \text{ CO}_2} \\
 &= 925,0 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{44 \text{ gram}} \\
 &= 21,02 \text{ mol}
 \end{aligned}$$

Setiap penumpang menghasilkan 21,02 mol gas CO<sub>2</sub>, jika ada 10 penumpang maka gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan = 21,02 mol x 10 penumpang = 210,2 mol



Mula-mula:	250 mol	210,2 mol	-	-
Bereaksi:	250 mol	125 mol	125 mol	125 mol
Sisa:	-	85,2 mol	125 mol	125 mol

$$\begin{aligned}
 \text{Massa CO}_2 &= \text{mol CO}_2 \times \frac{Mm \text{ CO}_2}{1 \text{ mol}} \\
 &= 125 \text{ mol} \times \frac{44 \text{ gram}}{1 \text{ mol}} \\
 &= 5500 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

Banyak penumpang yang emisi gas CO<sub>2</sub>nya dapat dihilangkan

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Mol CO}_2 \text{ yang bereaksi}}{\text{Mol CO}_2 \text{ yang dihasilkan tiap 1 penumpang}} \\ &= \frac{125 \text{ mol}}{21,02 \text{ mol}} \\ &= 5,94 = 6 \text{ penumpang} \end{aligned}$$

Berdasarkan persamaan reaksi di atas, sebanyak 10 kg NaOH tidak dapat menghilangkan emisi gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan oleh 10 penumpang. Sebanyak 10 kg NaOH hanya dapat menghilangkan sebanyak 125 mol gas CO<sub>2</sub> penumpang atau setara dengan 5500 emisi gas CO<sub>2</sub> yang dalam hal ini dihasilkan oleh 6 penumpang.

Lampiran 5

**Rubrik Penilaian Uji Coba Soal Instrumen Tes**  
**Pemahaman Konsep Stoikiometri Berbasis *Conditional Knowledge***

<b>No</b>	<b>Butir Soal</b>	<b>Bobot Soal</b>	<b>Kriteria Penskoran</b>
1.	a. Semua reaksi kimia yang berlangsung mengikuti hukum Lavoisier, termasuk reaksi pembakaran gas sulfur pada artikel 1. Hal ini berarti jika sebanyak 32 gram gas sulfur bereaksi dengan 32 gram gas	5	<ul style="list-style-type: none"><li>• Menuliskan bunyi hukum Lavoisier dengan benar (Skor 5)</li><li>• Bunyi hukum Lavoisier salah/tidak menjawab soal (Skor 0)</li></ul>

	<p>oksigen, maka sebanyak 64 gram gas sulfur dioksida akan diperoleh. Berdasarkan pernyataan tersebut, bagaimana bunyi hukum Lavoisier?</p>		
	<p>b. Dari pembakaran sejumlah gas sulfur, dihasilkan sebanyak 5 gram gas sulfur dioksida. Berapa banyak molekul gas sulfur dioksida yang terkandung dalam 5 gram gas sulfur dioksida?</p>	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjawab dengan benar disertai satuan (Skor 5)</li> <li>• Menjawab dengan benar tanpa disertai satuan (Skor 3)</li> <li>• Prosedur penyelesaian benar, namun ada salah perhitungan (Skor 2)</li> <li>• Sebagian prosedur penyelesaian benar, sebagian lagi salah (Skor 1)</li> <li>• Semua prosedur dan perhitungan</li> </ul>

			salah/tidak menjawab soal (Skor 0)
	c. Jika 250 gram batu bara dari Illionis Basin, Amerika Serikat dibakar, berapa kadar (% massa) dan konsentrasi (ppm) unsur sulfur yang disumbangkan dalam pembentukan sejumlah sulfur dioksida dari reaksi pembakaran tersebut?	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjawab dengan benar disertai satuan (Skor 5)</li> <li>• Menjawab dengan benar tanpa disertai satuan (Skor 3)</li> <li>• Prosedur penyelesaian benar, namun ada salah perhitungan (Skor 2)</li> <li>• Sebagian prosedur penyelesaian benar, sebagian lagi salah (Skor 1)</li> <li>• Semua prosedur dan perhitungan salah/tidak menjawab soal (Skor 0)</li> </ul>
2.	a. Hendery mencoba untuk membuat amonia dalam skala kecil di laboratorium, ternyata	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menuliskan bunyi hukum Proust dengan benar (Skor 5)</li> <li>• Bunyi hukum Proust salah/tidak</li> </ul>

	<p>massa nitrogen dan massa hidrogen memiliki perbandingan tertentu ketika membentuk amonia, sehingga dapat disimpulkan bahwa reaksi pembentukan amonia mengikuti hukum Proust, bagaimana bunyi hukum Proust?</p>		<p>menjawab soal (Skor 0)</p>
	<p>b. Suatu reaksi pembentukan amonia dalam keadaan STP menghasilkan sebanyak 51 gram amonia. Berdasarkan pernyataan tersebut, berapa volume gas amonia yang dihasilkan?</p>	<p>5</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjawab dengan benar disertai satuan (Skor 5)</li> <li>• Menjawab dengan benar tanpa disertai satuan (Skor 3)</li> <li>• Prosedur penyelesaian benar, namun ada salah perhitungan (Skor 2)</li> </ul>



			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sebagian prosedur penyelesaian benar, sebagian lagi salah (Skor 1)</li> <li>• Semua prosedur dan perhitungan salah/tidak menjawab soal (Skor 0)</li> </ul>
	<p>c. Jika sebanyak 30 mL <math>\text{NH}_4\text{OH}</math> 2 M diencerkan dengan menambahkan 100 mL air, berapa persen volume, molaritas, dan molalitas larutan <math>\text{NH}_4\text{OH}</math> tersebut?</p>	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjawab dengan benar disertai satuan (Skor 5)</li> <li>• Menjawab dengan benar tanpa disertai satuan (Skor 3)</li> <li>• Prosedur penyelesaian benar, namun ada salah perhitungan (Skor 2)</li> <li>• Sebagian prosedur penyelesaian benar, sebagian lagi salah (Skor 1)</li> <li>• Semua prosedur dan perhitungan salah/tidak menjawab soal (Skor 0)</li> </ul>

3.	a. Jika reaksi pembakaran isooktana berlangsung dalam kondisi STP, berapakah perbandingan volume gas $C_8H_{18}$ , $O_{2(g)}$ , $CO_{2(g)}$ , dan $H_2O$ ?	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menuliskan persamaan reaksi setara dan menyimpulkan perbandingan volume dengan benar (Skor 5)</li> <li>• Menuliskan persamaan reaksi setara dengan benar tanpa menyimpulkan perbandingan volume (Skor 3)</li> <li>• Jawaban salah/tidak menjawab soal (Skor 0)</li> </ul>
	b. Suatu reaksi pembakaran isookatana yang berlangsung dalam keadaan STP menghasilkan sebanyak 500 gram gas karbon dioksida, Berdasarkan pernyataan	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjawab dengan benar disertai satuan (Skor 5)</li> <li>• Menjawab dengan benar tanpa disertai satuan (Skor 3)</li> <li>• Prosedur penyelesaian benar, namun ada salah perhitungan (Skor 2)</li> </ul>

	tersebut, berapakah volume gas karbon dioksida yang dihasilkan?		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sebagian prosedur penyelesaian benar, sebagian lagi salah (Skor 1)</li> <li>• Semua prosedur dan perhitungan salah/tidak menjawab soal (Skor 0)</li> </ul>
	c. Jika dalam satu hari, setiap orang menghabiskan 1 liter bensin, maka berapa banyak volume karbon dioksida yang disumbang setiap orang dalam 1 hari?	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjawab dengan benar disertai satuan (Skor 5)</li> <li>• Menjawab dengan benar tanpa disertai satuan (Skor 3)</li> <li>• Prosedur penyelesaian benar, namun ada salah perhitungan (Skor 2)</li> <li>• Sebagian prosedur penyelesaian benar, sebagian lagi salah (Skor 1)</li> <li>• Semua prosedur dan perhitungan salah/tidak menjawab soal (Skor 0)</li> </ul>

4.	a. Saat Bu Wendy membuat sup ayam, Bu Wendy menambahkan 1 sendok teh MSG. Jika 1 sendok teh setara dengan 5 gram, berapa banyak molekul MSG yang ditambahkan Bu Wendy kedalam sup ayam?	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjawab dengan benar disertai satuan (Skor 5)</li> <li>• Menjawab dengan benar tanpa disertai satuan (Skor 3)</li> <li>• Prosedur penyelesaian benar, namun ada salah perhitungan (Skor 2)</li> <li>• Sebagian prosedur penyelesaian benar, sebagian lagi salah (Skor 1)</li> <li>• Semua prosedur dan perhitungan salah/tidak menjawab soal (Skor 0)</li> </ul>
	b. Bagaimana rumus molekul MSG? Apakah rumus molekul MSG sama dengan rumus empirisnya?	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjawab dengan benar disertai kesimpulan hubungan rumus empiris dan rumus molekul MSG (Skor 5)</li> <li>• Menjawab dengan benar tanpa disertai</li> </ul>

			<p>kesimpulan hubungan rumus empiris dan rumus molekul MSG (Skor 3)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prosedur penyelesaian benar, namun ada salah perhitungan (Skor 2)</li> <li>• Sebagian prosedur penyelesaian benar, sebagian lagi salah (Skor 1)</li> <li>• Semua prosedur dan perhitungan salah/tidak menjawab soal (Skor 0)</li> </ul>
	<p>c. Jika sebanyak 5 gram gula (<math>C_{12}H_{22}O_{11}</math>) dilarutkan kedalam 500 mL air, berapa banyak molekul gula (<math>C_6H_{12}O_6</math>) yang akan dihasilkan?</p>	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjawab dengan benar disertai satuan (Skor 5)</li> <li>• Menjawab dengan benar tanpa disertai satuan (Skor 3)</li> <li>• Prosedur penyelesaian benar, namun ada salah perhitungan (Skor 2)</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sebagian prosedur penyelesaian benar, sebagian lagi salah (Skor 1)</li> <li>• Semua prosedur dan perhitungan salah/tidak menjawab soal (Skor 0)</li> </ul>
5.	a. Berdasarkan persen kelimpahan isotop Cu di alam, berapakah massa atom relatif dari unsur Cu?	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjawab dengan benar disertai satuan (Skor 5)</li> <li>• Menjawab dengan benar tanpa disertai satuan (Skor 3)</li> <li>• Prosedur penyelesaian benar, namun ada salah perhitungan (Skor 2)</li> <li>• Sebagian prosedur penyelesaian benar, sebagian lagi salah (Skor 1)</li> <li>• Semua prosedur dan perhitungan salah/tidak menjawab soal (Skor 0)</li> </ul>

	<p>b. Berdasarkan persen komposisi unsur Cu dan O, tentukan rumus empiris dari senyawa oksida tembaga tersebut!</p>	<p>5</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjawab dengan benar disertai kesimpulan rumus empiris oksida tembaga (Skor 5)</li> <li>• Menjawab dengan benar tanpa disertai kesimpulan rumus empiris oksida tembaga (Skor 3)</li> <li>• Prosedur penyelesaian benar, namun ada salah perhitungan (Skor 2)</li> <li>• Sebagian prosedur penyelesaian benar, sebagian lagi salah (Skor 1)</li> <li>• Semua prosedur dan perhitungan salah/tidak menjawab soal (Skor 0)</li> </ul>
	<p>c. Jika sebanyak 10 gram <math>\text{CuSO}_4</math> dipanaskan sampai semua air</p>	<p>5</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjawab dengan benar disertai kesimpulan rumus hidrat <math>\text{CuSO}_4</math> (Skor</li> </ul>

	<p>kristalnya menguap dan membentuk padatan <math>\text{CuSO}_4</math> yang memiliki massa 6,4 gram, bagaimana rumus senyawa hidratnya?</p>		<p>5)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjawab dengan benar tanpa disertai kesimpulan rumus hidrat <math>\text{CuSO}_4</math> (Skor 3)</li> <li>• Prosedur penyelesaian benar, namun ada salah perhitungan (Skor 2)</li> <li>• Sebagian prosedur penyelesaian benar, sebagian lagi salah (Skor 1)</li> <li>• Semua prosedur dan perhitungan salah/tidak menjawab soal (Skor 0)</li> </ul>
6.	<p>a. Berapa kadar (% massa) kalsium harian Yuta yang dapat dia penuhi?</p>	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjawab dengan benar disertai satuan (Skor 5)</li> <li>• Menjawab dengan benar tanpa disertai satuan (Skor 3)</li> </ul>



			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prosedur penyelesaian benar, namun ada salah perhitungan (Skor 2)</li> <li>• Sebagian prosedur penyelesaian benar, sebagian lagi salah (Skor 1)</li> <li>• Semua prosedur dan perhitungan salah/tidak menjawab soal (Skor 0)</li> </ul>
	b. Jika sebanyak 15 gram $\text{Ca(OH)}_2$ direaksikan dengan 10 gram $\text{CO}_2$ , reaktan manakah yang akan habis bereaksi?	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjawab dengan benar disertai kesimpulan reaktan yang habis bereaksi (Skor 5)</li> <li>• Menjawab dengan benar disertai kesimpulan reaktan yang habis bereaksi (Skor 3)</li> <li>• Prosedur penyelesaian benar, namun ada salah perhitungan (Skor 2)</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sebagian prosedur penyelesaian benar, sebagian lagi salah (Skor 1)</li> <li>• Semua prosedur dan perhitungan salah/tidak menjawab soal (Skor 0)</li> </ul>
	<p>c. Jika sebanyak 17,2 gram <math>\text{CaSO}_4</math> dipanaskan hingga semua air kristalnya menguap dan membentuk padatan yang memiliki massa 13,6 gram, bagaimana rumus senyawa hidratnya?</p>	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjawab dengan benar disertai kesimpulan rumus hidrat <math>\text{CaSO}_4</math> (Skor 5)</li> <li>• Menjawab dengan benar tanpa disertai kesimpulan rumus hidrat <math>\text{CaSO}_4</math> (Skor 3)</li> <li>• Prosedur penyelesaian benar, namun ada salah perhitungan (Skor 2)</li> <li>• Sebagian prosedur penyelesaian benar, sebagian lagi salah (Skor 1)</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Semua prosedur dan perhitungan salah/tidak menjawab soal (Skor 0)</li> </ul>
7.	a. Tuliskan persamaan reaksi setara dari kalsium karbonat dengan asam asetat!	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menuliskan persamaan reaksi kimia setara dengan benar (Skor 5)</li> <li>• Jawaban salah/tidak menjawab soal (Skor 0)</li> </ul>
	b. Jika sebanyak 7 gram kalsium karbonat direaksikan dengan 14 gram asam asetat, manakah senyawa yang akan habis bereaksi?	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjawab dengan benar disertai kesimpulan reaktan yang habis bereaksi (Skor 5)</li> <li>• Menjawab dengan benar disertai kesimpulan reaktan yang habis bereaksi (Skor 3)</li> <li>• Prosedur penyelesaian benar, namun ada salah perhitungan (Skor 2)</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sebagian prosedur penyelesaian benar, sebagian lagi salah (Skor 1)</li> <li>• Semua prosedur dan perhitungan salah/tidak menjawab soal (Skor 0)</li> </ul>
	<p>c. Jika sebanyak 7 gram kalsium karbonat direaksikan dengan 14 gram asam asetat, apakah massa karbon dioksida yang akan dilepaskan setara dengan massa kalsium asetat yang dihasilkan? Jelaskan!</p>	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjawab dengan benar disertai penjelasan perbedaan massa karbon dioksida dan kalsium asetat (Skor 5)</li> <li>• Menjawab dengan benar tanpa disertai penjelasan perbedaan massa karbon dioksida dan kalsium asetat (Skor 3)</li> <li>• Prosedur penyelesaian benar, namun ada salah perhitungan (Skor 2)</li> <li>• Sebagian prosedur penyelesaian benar, sebagian lagi salah (Skor 1)</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Semua prosedur dan perhitungan salah/tidak menjawab soal (Skor 0)</li> </ul>
8.	a. Tuliskan persamaan reaksi setara dari NaOH dan CO <sub>2</sub> !	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menuliskan persamaan reaksi kimia setara dengan benar (Skor 5)</li> <li>• Jawaban salah/tidak menjawab soal (Skor 0)</li> </ul>
	b. Jika sebanyak 1000 gram NaOH direaksikan dengan 925,0 gram karbon dioksida, reaktan manakah yang akan habis bereaksi?	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjawab dengan benar disertai kesimpulan reaktan yang habis bereaksi (Skor 5)</li> <li>• Menjawab dengan benar disertai kesimpulan reaktan yang habis bereaksi (Skor 3)</li> <li>• Prosedur penyelesaian benar, namun ada salah perhitungan (Skor 2)</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sebagian prosedur penyelesaian benar, sebagian lagi salah (Skor 1)</li> <li>• Semua prosedur dan perhitungan salah/tidak menjawab soal (Skor 0)</li> </ul>
	<p>c. Jika rata-rata tubuh manusia melepaskan 925,0 gram karbon dioksida per hari dan pesawat menyimpan cadangan NaOH sebanyak 10 kg, apakah NaOH tersebut cukup untuk menghilangkan gas karbon dioksida yang dihasilkan oleh 10 penumpang? Jika tidak, jelaskan dengan menyertakan bukti</p>	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjawab dengan benar disertai penjelasan banyak penumpang yang emisi gas CO<sub>2</sub>nya dapat dihilangkan dengan NaOH (Skor 5)</li> <li>• Menjawab dengan benar tanpa disertai penjelasan banyak penumpang yang emisi gas CO<sub>2</sub>nya dapat dihilangkan dengan NaOH (Skor 3)</li> <li>• Prosedur penyelesaian benar, namun ada salah perhitungan (Skor 2)</li> </ul>

	perhitungan berapa banyak penumpang yang emisi gas CO <sub>2</sub> nya dapat dihilangkan dengan NaOH tersebut!		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sebagian prosedur penyelesaian benar, sebagian lagi salah (Skor 1)</li> <li>• Semua prosedur dan perhitungan salah/tidak menjawab soal (Skor 0)</li> </ul>
<b>Total Skor</b>		<b>120</b>	

Dimodifikasi dari Jainuri (2015)

### Perhitungan nilai:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor total}} \times 100$$

## Lampiran 6 Surat Keterangan Izin Riset



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

Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang Telp. 024  
76433366 Semarang 50185

---

Nomor : B.1775/Un.10.8/D1/SP.01.08/05/2021 Semarang, 24 Mei 2021  
Lamp : Proposal Skripsi  
Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.  
Kepala MAN 1 Lamongan  
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Adinda Nur Khofifatus Sa'adah  
NIM : 1708076024

Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Kimia

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut di ijinkan melaksanakan Riset di sekolah yang Bapak/Ibu pimpin.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Tembusan Yth.

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



Lampiran 7

Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Tes

No	Responden	1			2			3			4			5			6			7			8			Jumlah
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
1	S001	5	3	1	5	2	1	0	5	0	3	5	1	0	5	5	1	5	5	5	2	5	5	2	1	72
2	S002	5	2	0	5	5	2	5	5	5	0	0	0	0	5	0	2	5	0	5	5	2	5	1	0	64
3	S003	5	3	0	0	3	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
4	S004	5	5	0	5	5	1	5	5	0	1	1	0	1	2	5	1	5	2	5	5	3	5	5	0	72
5	S005	0	5	0	5	5	1	5	5	0	1	1	0	0	0	0	1	5	2	5	5	3	0	0	0	49
6	S006	5	5	0	0	5	1	5	5	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5	5	3	5	5	0	51
7	S007	5	5	0	0	5	0	5	5	0	1	1	0	2	2	0	1	5	0	5	2	3	5	5	0	57
8	S008	5	2	0	5	2	1	5	5	0	1	1	1	1	2	5	1	5	2	5	5	3	5	5	3	70
9	S009	5	2	1	5	5	1	5	5	0	1	5	1	3	5	5	0	5	3	5	3	5	5	5	3	83
10	S010	5	5	0	5	5	2	3	1	0	1	1	0	1	2	5	1	5	2	0	0	0	5	5	0	54
11	S011	5	1	2	5	2	1	5	5	0	1	5	0	1	1	5	0	5	0	5	2	0	5	5	0	61
12	S012	5	0	0	5	3	0	5	5	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
13	S013	5	2	0	5	5	1	3	5	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
14	S014	5	5	2	5	5	1	3	5	2	3	5	1	3	5	5	0	5	5	5	5	5	5	5	5	95
15	S015	5	1	1	5	3	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
16	S016	5	0	0	5	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	5	0	0	5	5	0	29
17	S017	5	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5	5	1	5	0	0	0	0	5	2	0	38
18	S018	5	0	0	5	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	18
19	S019	5	0	0	5	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
20	S020	5	3	1	0	5	0	5	5	0	5	0	0	5	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	44
Validitas	r Hitung	-0,01	0,55	0,47	0,14	0,50	0,63	0,51	0,69	0,09	0,39	0,22	0,69	0,49	0,62	0,70	0,31	0,80	0,74	0,74	0,74	0,83	0,73	0,53	0,68	
	r Tabel	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	
	Kriteria	Invalid	Valid	Valid	Invalid	Valid	Valid	Valid	Valid	Invalid	Invalid	Invalid	Valid	Valid	Valid	Valid	Invalid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Valid
	Varians	1,25	3,94	0,46	4,21	4,09	0,45	4,94	5,20	3,40	1,73	3,69	0,17	1,92	4,79	6,32	0,37	6,51	2,79	6,32	5,00	3,83	6,32	5,67	1,94	
Reliabilitas	Jumlah Varians	85,31																								
	Varians Total	558,67																								
	Reliabilitas	0,88																								
	Keterangan	Sangat tinggi																								
Tingkat Kesukaran	Rata-Rata	4,75	2,45	0,4	4	3,25	0,65	3,1	3,4	0,85	1,05	2,3	0,2	0,85	1,95	2	0,5	2,75	1,05	3	1,95	1,6	3	2,75	0,6	
	TK	0,95	0,49	0,08	0,8	0,65	0,13	0,62	0,68	0,17	0,21	0,46	0,04	0,17	0,39	0,4	0,1	0,55	0,21	0,6	0,39	0,32	0,6	0,55	0,12	
	Kriteria	Mudah	Sedang	Sukar	Mudah	Sedang	Sukar	Sedang	Sedang	Sukar	Sukar	Sedang	Sukar	Sukar	Sedang	Sedang	Sukar	Sedang	Sukar	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sukar

*Lampiran 8*

**Lembar Soal Tes Pemahaman Konsep Stoikiometri**  
**Berbasis *Conditional Knowledge***

**NAMA** :  
**NIS** :  
**Kelas** :  
**Jumlah Soal** : 5 Soal  
**Pokok Bahasan** : Stoikiometri  
**Alokasi Waktu** : 120 menit

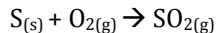
**Petunjuk Pengerjaan Soal:**

- 1. Bacalah doa sebelum mengerjakan soal!**
- 2. Tulislah identitas diri dengan lengkap dan benar!**
- 3. Bacalah soal dengan baik dan teliti!**
- 4. Tulislah jawaban Anda pada lembar jawaban yang telah disediakan!**
- 5. Hasil pengerjaan soal tidak berdampak pada apapun dan hanya dipergunakan untuk penelitian**

## **Bacalah artikel 1 untuk menjawab soal nomor 1!**

### **Artikel 1**

Sulfur merupakan unsur nonlogam yang memiliki penampakan warna kuning. Sulfur dapat terkandung dalam batu bara. Namun, keberadaan sulfur dalam batu bara ini membawa dampak negatif pada batu bara, yaitu dapat menurunkan nilai jual batu bara. Hal ini karena saat batu bara dibakar, sulfur diubah menjadi sulfur dioksida menurut persamaan reaksi berikut:



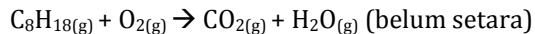
Sulfur dioksida sangat berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan, untuk itu sebelum batu bara didistribusikan, pabrik penghasil batu bara biasanya melakukan penyulingan untuk menghilangkan kandungan sulfur pada batu bara, proses ini disebut dengan hidrosulfurisasi. Meskipun proses hidrosulfurisasi tidak dapat menghilangkan kandungan sulfur dalam batu bara sepenuhnya, namun proses ini telah mampu menghilangkan sebagian besar kandungan sulfur dalam batu bara. Dilansir dari Buletin Sumber Daya Geologi Volume 2 Nomor 1 2007, kandungan sulfur dalam batu bara di Indonesia dapat dikatakan relatif rendah, yaitu sekitar 1,0% jika dibandingkan dengan kandungan sulfur dalam batu bara dari Illionis Basin, Amerika Serikat yang mencapai 4,0%.

1. Jika 250 gram batu bara dari Illionis Basin, Amerika Serikat dibakar, berapa kadar (% massa) dan konsentrasi (ppm) unsur sulfur yang disumbangkan dalam pembentukan sejumlah sulfur dioksida dari reaksi pembakaran tersebut?

**Bacalah artikel 2 untuk menjawab soal nomor 2!**

**Artikel 2**

Pemanasan global terjadi karena adanya gas rumah kaca yang berlebih di atmosfer. Salah satu contoh gas rumah kaca adalah karbon dioksida yang dapat dihasilkan dari proses respirasi manusia dan hewan, serta pembakaran bahan bakar kendaraan yang berasal dari fosil. Bahan bakar fosil yang biasa digunakan pada kendaraan adalah bensin. Bensin tersusun atas senyawa n-heptana dan isooktana. Kualitas suatu bensin ditentukan berdasarkan bilangan oktan yang menandakan banyak isooktana yang menyusun bensin. Pembakaran isooktana dalam mesin kendaraan berlangsung sebagaimana persamaan berikut:



2. Soal:

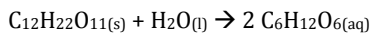
- d. Jika reaksi pembakaran isooktana berlangsung dalam kondisi STP, berapakah perbandingan volume gas  $C_8H_{18}$ ,  $O_{2(g)}$ ,  $CO_{2(g)}$ , dan  $H_2O$ ?
- e. Suatu reaksi pembakaran isookatana yang berlangsung dalam keadaan STP menghasilkan sebanyak 500 gram gas karbon dioksida, Berdasarkan pernyataan tersebut, berapakah volume gas karbon dioksida yang dihasilkan? (Ar C = 12 gr/mol, O = 16 gr/mol)

**Bacalah artikel 3 untuk menjawab soal nomor 3!**

**Artikel 3**

Monosodium glutamat (MSG) atau yang biasa dikenal dengan nama dagang vetsin merupakan zat penambah cita rasa pada makanan yang telah digunakan sejak puluhan tahun yang lalu. Komposisi MSG terdiri atas: 35,51% C, 4,77% H, 8,29% N, 37,85% O, dan 13,60% Na dengan massa tiap 1 mol sebesar 169 gram. Pada zaman dahulu, MSG dibuat secara alami melalui proses pengolahan rumput laut, namun seiring dengan perkembangan zaman, MSG dapat dibuat melalui proses fermentasi industri. Pada 1960-an, badan keamanan pangan Amerika Serikat (FDA) menerima banyak laporan mengenai efek samping yang dialami pengunjung restoran masakan China dan MSG dinyatakan sebagai penyebab "*Chinese Restaurant Syndrome*" dengan gejala sakit kepala, mual, dan nyeri dada. Meskipun beberapa penelitian termasuk FDA telah menyatakan bahwa MSG adalah bahan aditif makanan yang aman digunakan secara umum, namun anjuran untuk bijak mengatur porsi MSG sebagai bahan aditif makanan tetap diberlakukan karena masyarakat tetap harus waspada terhadap efek samping kesehatan yang disebabkan oleh konsumsi MSG yang berlebihan.

Sebagai alternatif untuk mengurangi penggunaan MSG yang berlebih pada makanan, Yeri menambahkan sedikit gula saat memasak sayur bayam. Rasa manis yang dimiliki gula akan membantu menciptakan rasa gurih pada sayur bayam yang telah dibumbuhi garam sebelumnya. Saat gula dilarutkan kedalam air yang dalam hal ini berupa larutan sayur bayam, gula akan mengalami reaksi hidrolisis menghasilkan gula yang lebih sederhana sebagaimana reaksi berikut:



3. Jika sebanyak 5 gram gula ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) dilarutkan kedalam 500 mL air, berapa banyak molekul gula ( $C_6H_{12}O_6$ ) yang akan dihasilkan? (Ar C = 12 gr/mol, H = 1 gr/mol, O = 16 gr/mol)

**Bacalah artikel 4 untuk menjawab soal nomor 4!**

**Artikel 4**

Tembaga (Cu) merupakan logam yang telah dikenal sejak zaman dahulu. Tembaga dikenal sebagai konduktor panas dan listrik yang baik sehingga tembaga banyak digunakan pada kabel listrik, namun selain itu, tembaga juga dimanfaatkan dalam pembuatan uang koin. Di alam, tembaga dapat ditemui dalam dua isotop stabil yaitu  $^{63}\text{Cu}$  (69,09%) dan  $^{65}\text{Cu}$  (30,91%) dengan massa berturut-turut adalah 62,93 sma dan 64,9278 sma.

4. Soal:
- d. Berdasarkan persen kelimpahan isotop Cu di alam, berapakah massa atom relatif dari unsur Cu?
  - e. Unsur tembaga dapat bereaksi dengan unsur oksigen membentuk beberapa senyawa oksida tembaga, salah satunya dengan komposisi 88% Cu dan 12% O. Berdasarkan persen komposisi unsur

Cu dan O, tentukan rumus empiris dari senyawa oksida tembaga tersebut! (Ar Cu = 63,5 gr/mol, S = 32 gr/mol, O = 16 gr/mol)

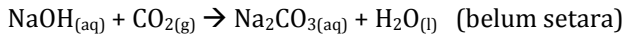
- f. Selain dapat membentuk senyawa oksida, tembaga juga dapat membentuk suatu senyawa hidrat, yaitu  $\text{CuSO}_4$  (senyawa vitriol biru). Senyawa hidrat  $\text{CuSO}_4$  dapat dibuat dengan cara kristalisasi. Jika sebanyak 10 gram  $\text{CuSO}_4$  dipanaskan sampai semua air kristalnya menguap dan membentuk padatan  $\text{CuSO}_4$  yang memiliki massa 6,4 gram, bagaimana rumus senyawa hidratnya? (Ar Cu = 63,5 gr/mol, S = 32 gr/mol, O = 16 gr/mol)



**Bacalah artikel 5 untuk menjawab soal nomor 5!**

**Artikel 5**

Secara global, pesawat dapat menghasilkan 2% total produksi emisi karbon dioksida per tahun, atau sebanyak 13% dari emisi karbon dioksida yang dihasilkan dari seluruh kendaraan dan diprediksi naik menjadi 3% pada tahun 2050 (Purwanta, 2016). Emisi karbon dioksida pesawat bukan hanya dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar pesawat, tetapi juga dapat berasal dari proses respirasi penumpang pesawat. Sejak awal 1938, isu ini telah mendapat perhatian hingga penggunaan NaOH disarankan sebagai salah satu cara untuk menghilangkan karbon dioksida dari kabin pesawat menurut reaksi berikut:



5. Soal:

- Tuliskan persamaan reaksi setara dari NaOH dan CO<sub>2</sub>!
- Jika sebanyak 1000 gram NaOH direaksikan dengan 925,0 gram karbon dioksida, reaktan manakah yang akan habis bereaksi? (Ar C = 12 gr/mol, O = 16 gr/mol, H = 1 gr/mol, Na = 23 gr/mol)
- Jika rata-rata tubuh manusia melepaskan 925,0 gram karbon dioksida per hari dan pesawat

menyimpan cadangan NaOH sebanyak 10 kg, apakah NaOH tersebut cukup untuk menghilangkan gas karbon dioksida yang dihasilkan oleh 10 penumpang? Jika tidak, jelaskan dengan menyertakan bukti perhitungan berapa banyak penumpang yang emisi gas CO<sub>2</sub>nya dapat dihilangkan dengan NaOH tersebut! (Ar C = 12 gr/mol, O = 16 gr/mol, H = 1 gr/mol, Na = 23 gr/mol)

Lampiran 9

**Kunci Jawaban Soal Tes Pemahaman Konsep Stokimetri  
Berbasis *Conditional Knowledge***

**1. Jawaban Nomor 1**

**Diket:**

Massa batu bara Illionis Basin, Amerika Serikat = 250 gram

Kadar S dalam batu bara Illionis Basin, Amerika Serikat = 4,0%

Persamaan reaksi pembakaran S:  $S_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow SO_{2(g)}$

**Ditanya:**

Kadar (%) dan konsentrasi (ppm) unsur S yang disumbangkan dalam pembentukan sejumlah  $SO_2$  dari reaksi pembakaran?

**Jawab:**

Massa S dalam 250 gram batu bara  $= \frac{4,0}{100} \times 250$  gram  
 $= 10$  gram

Persamaan reaksi pembakaran S mengikuti hukum Lavoisier dengan perbandingan mol S dan  $O_2$  adalah 1:1 (ditunjukkan oleh koefisien), sehingga massa S yang bereaksi = massa  $O_2$  yang bereaksi

reaksi  $S_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow SO_{2(g)}$   
pembakaran

S:

10 gram            10 gram            20 gram

Berdasarkan reaksi tersebut, maka sebanyak 10 gram gas S berperan dalam pembentukan 20 gram gas  $SO_2$ , sehingga:

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar (\% massa) S dalam SO}_2 &= \frac{\text{massa S}}{\text{massa SO}_2} \times 100\% \\
 &= \frac{10 \text{ gram}}{20 \text{ gram}} \times 100\% \\
 &= 50\%
 \end{aligned}$$

Kadar (% massa) gas S yang disumbangkan dalam pembentukan 20 gram gas SO<sub>2</sub> dari reaksi pembakaran adalah sebesar 50%.

$$\begin{aligned}
 \text{Konsentrasi berat per juta (ppm) S} &= \frac{\text{massa S}}{\text{massa SO}_2} \times 10^6 \\
 &= \frac{10 \text{ gram}}{20 \text{ gram}} \times 10^6 \\
 &= 500000 \text{ ppm}
 \end{aligned}$$

Konsentrasi gas S yang disumbangkan dalam pembentukan 20 gram SO<sub>2</sub> dari reaksi pembakaran adalah sebesar 500000 ppm.

## 2. Jawaban Nomor 2

### a. Diket:

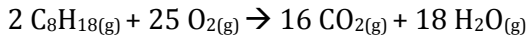
Reaksi pembakaran isooktana:  $\text{C}_8\text{H}_{18(\text{g})} + \text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{CO}_{2(\text{g})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}$  (belum setara)

### Ditanya:

Perbandingan volume gas C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, dan H<sub>2</sub>O?

### Jawab:

Menyetarakan persamaan reaksi



Berdasarkan hukum Gay-Lussac, volume gas yang ikut dalam reaksi kimia jika diukur pada suhu dan tekanan yang sama berbanding sebagai bilangan bulat yang sederhana. Perbandingan ini ditunjukkan oleh koefisien reaksi. Jadi, perbandingan volume gas C<sub>8</sub>H<sub>18</sub> : O<sub>2</sub> : CO<sub>2</sub> : H<sub>2</sub>O adalah 2 : 25 : 16 : 18

### b. Diket:

Massa gas CO<sub>2</sub> = 500 gram

$$\text{Ar C} = 12 \text{ gr/mol}$$

$$\text{Ar O} = 16 \text{ gr/mol}$$

Keadaan STP

**Ditanya:**

Volume gas CO<sub>2</sub>?

**Jawab:**

Volume molar sangat dipengaruhi oleh tekanan dan suhu. Jika dinyatakan dalam keadaan STP, volume molar tiap gas didasarkan pada volume 1 mol gas oksigen, yaitu sebanyak 22,4 L. Sehingga:

$$\text{Volume gas dalam kondisi STP} = \text{mol gas} \times 22,4 \text{ L/mol}$$

$$\begin{aligned} \text{Mm CO}_2 &= (1 \times \text{Ar C}) + (2 \times \text{Ar O}) \\ &= (1 \times 12 \text{ gr/mol}) + (2 \times 16 \text{ gr/mol}) \\ &= 44 \text{ gram/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mol CO}_2 &= \text{massa CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol}}{\text{Mm CO}_2} \\ &= 500 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{44 \text{ gram}} \\ &= 11,36 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume gas CO}_2 &= \text{mol gas CO}_2 \times 22,4 \text{ L/mol} \\ &= 11,36 \text{ mol} \times 22,4 \text{ L/mol} \\ &= 254,46 \text{ L} \end{aligned}$$

### 3. Jawaban Nomor 3

**Diket:**

Persamaan reaksi hidrolisis:  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow 2 \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{6(aq)}$

$$\text{Massa C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} = 5 \text{ gram}$$

$$\text{Volume H}_2\text{O} = 500 \text{ mL}$$

$$\text{Ar C} = 12 \text{ gr/mol}$$

$$\text{Ar H} = 1 \text{ gr/mol}$$

$$\text{Ar O} = 16 \text{ gr/mol}$$

**Ditanya:**

Banyak molekul  $C_6H_{12}O_6$  yang akan dihasilkan?

**Jawab:**

$$\begin{aligned} \text{Mm } C_{12}H_{22}O_{11} &= (12 \times \text{Ar C}) + (22 \times \text{Ar H}) + (11 \times \text{Ar O}) \\ &= (12 \times 12) + (22 \times 1) + (11 \times 16) \\ &= 144 + 22 + 176 \\ &= 342 \text{ gram/mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mol } C_{12}H_{22}O_{11} &= \text{massa } C_{12}H_{22}O_{11} \times \frac{1 \text{ mol}}{\text{Mm } C_{12}H_{22}O_{11}} \\ &= 5 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{342 \text{ gram}} \\ &= 0,0146 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mol } C_6H_{12}O_6 &= \frac{\text{Koefisien } C_6H_{12}O_6}{\text{Koefisien } C_{12}H_{22}O_{11}} \times \text{mol } C_6H_{12}O_6 \\ &= \frac{2}{1} \times 0,0146 \text{ mol} \\ &= 0,0292 \text{ mol} \end{aligned}$$

Banyak molekul  $C_6H_{12}O_6$  = mol  $C_6H_{12}O_6$  x bilangan Avogadro

$$= 0,0292 \text{ mol} \times (6,02 \times 10^{23} \text{ molekul})$$

$$= 1,75 \times 10^{22} \text{ molekul}$$

Jadi, banyak molekul  $C_6H_{12}O_6$  yang dihasilkan dari 5 gram  $C_{12}H_{22}O_{11}$  adalah  $1,75 \times 10^{22}$  molekul  $C_6H_{12}O_6$

#### 4. Jawaban Nomor 4

a. **Diket:**

$$\text{Kelimpahan } {}^{63}\text{Cu} = 69,09\%$$

$$\text{Kelimpahan } {}^{65}\text{Cu} = 30,91\%$$

$$\text{Massa } {}^{63}\text{Cu} = 62,93 \text{ sma}$$

$$\text{Massa } {}^{65}\text{Cu} = 64,9278 \text{ sma}$$

**Ditanya:**

Ar Cu?

**Jawab:**

Ar suatu unsur ditentukan berdasarkan % kelimpahan dan massa rata-rata isotop unsur di alam

$$\begin{aligned}\text{Ar Cu} &= (\% \text{ } ^{63}\text{Cu} \times \text{massa } ^{63}\text{Cu}) + (\% \text{ } ^{65}\text{Cu} \times \text{massa } ^{65}\text{Cu}) \\ &= (69,09\% \times 62,93 \text{ sma}) + (30,91\% \times 64,9278 \\ &\text{ sma}) \\ &= (43,47 \text{ sma}) + (20,06 \text{ sma}) \\ &= 63,53 \text{ sma}\end{aligned}$$

Jadi, Ar Cu adalah 63,53 sma

**b. Diket:**

Komposisi senyawa oksida tembaga:

$$\text{Cu} = 88\%$$

$$\text{O} = 12\%$$

$$\text{Ar Cu} = 63,5 \text{ gr/mol}$$

$$\text{Ar O} = 16 \text{ gr/mol}$$

**Ditanya:**

Rumus empiris oksida tembaga?

**Jawab:**

Massa oksida tembaga dimisalkan sebanyak 100 gram, maka:

$$\text{Massa Cu} = \frac{88}{100} \times 100 \text{ gram} = 88 \text{ gram}$$

$$\text{Massa O} = \frac{12}{100} \times 100 \text{ gram} = 12 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned}\text{Mol Cu} &= \text{massa Cu} \times \frac{1 \text{ mol}}{\text{Mm atom Cu}} \\ &= 88 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{63,5 \text{ gram}} = 1,38 \text{ mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Mol O} &= \text{massa O} \times \frac{1 \text{ mol}}{\text{Mm atom O}} \\ &= 12 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{16 \text{ gram}} = 0,75 \text{ mol}\end{aligned}$$

Rumus empiris oksida tembaga dinyatakan dengan perbandingan mol unsur-unsur penyusun oksida tembaga:  $\text{Cu}_{1,38}\text{O}_{0,75}$

$$\begin{aligned} \text{Perbandingan mol} &= 1,38 : 0,75 \quad (\text{dibagi dengan } 0,75 \text{ untuk menyederhanakan bilangan}) \\ &= 1,84 : 1 \\ &= 2 : 1 \end{aligned}$$

Sehingga rumus empiris oksida tembaga adalah  $\text{Cu}_2\text{O}$

**c. Diket:**

$$\text{Massa CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O} = 10 \text{ gram}$$

$$\text{Massa CuSO}_4 = 6,4 \text{ gram}$$

$$\text{Ar Cu} = 63,5 \text{ gr/mol}$$

$$\text{Ar S} = 32 \text{ gr/mol}$$

$$\text{Ar O} = 16 \text{ gr/mol}$$

**Ditanya:**

Rumus senyawa hidrat  $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ?

**Jawab:**

$$\begin{aligned} \text{Massa senyawa hidrat CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O} &= \text{massa senyawa} \\ \text{CuSO}_4 + \text{massa senyawa H}_2\text{O} \end{aligned}$$

$$10 \text{ gram} = 6,4 \text{ gram} +$$

massa senyawa  $\text{H}_2\text{O}$

$$10 \text{ gram} - 6,4 \text{ gram} = \text{massa senyawa}$$

$\text{H}_2\text{O}$

$$3,6 \text{ gram} = \text{massa senyawa}$$

$\text{H}_2\text{O}$

$$\text{Mm CuSO}_4 = (1 \times \text{Ar Cu}) + (1 \times \text{Ar S}) + (4 \times \text{Ar O})$$

$$= (1 \times 63,5) + (1 \times 32) + (4 \times 16)$$

$$= 63,5 + 32 + 64$$

$$= 159,5 \text{ gram/mol}$$

$$\text{Mol CuSO}_4 = \text{massa CuSO}_4 \times \frac{1 \text{ mol}}{\text{Mm CuSO}_4}$$

$$= 6,4 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{159,5 \text{ gram}}$$

$$= 0,04 \text{ mol}$$

$$\text{Mm H}_2\text{O} = (2 \times \text{Ar H}) + (1 \times \text{Ar O})$$

$$= (2 \times 1) + (1 \times 16)$$

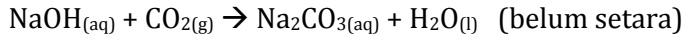


$$\begin{aligned}
&= 2 + 16 \\
&= 18 \text{ gram/mol} \\
\text{Mol H}_2\text{O} &= \text{massa H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol}}{M_m \text{ H}_2\text{O}} \\
&= 3,6 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{18 \text{ gram}} \\
&= 0,2 \text{ mol} \\
\text{Mol CuSO}_4 : \text{mol H}_2\text{O} &= 0,04 : 0,2 \quad (\text{dibagi } 0,04 \text{ untuk} \\
&\text{menyederhanakan bilangan)} \\
&= 1 : 5 \\
\text{Sehingga rumus senyawa hidrat CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O} &\text{ adalah} \\
\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}
\end{aligned}$$

## 5. Jawaban Nomor 5

### a. Diket:

Persamaan reaksi NaOH dengan CO<sub>2</sub>

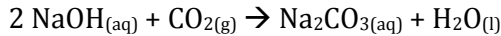


### Ditanya:

Persamaan reaksi setara?

### Jawab:

Persamaan reaksi setara NaOH dengan CO<sub>2</sub>



### b. Diket:

Massa NaOH = 1000 gram

Massa CO<sub>2</sub> = 925,0 gram

Ar Na = 23 gr/mol

Ar O = 16 gr/mol

Ar H = 1 gr/mol

Ar C = 12 gr/mol

### Ditanya:

Reaktan yang habis bereaksi?

### Jawab:

M<sub>m</sub> NaOH = (1 x Ar Na) + (1 x Ar O) + (1 x Ar H)

$$\times 1 \text{ gr/mol}) = (1 \times 23 \text{ gr/mol}) + (1 \times 16 \text{ gr/mol}) + (1$$

$$= (23 + 16 + 1) \text{ gr/mol}$$

$$= 40 \text{ gram/mol}$$

$$\text{Mm CO}_2 = (1 \times \text{Ar C}) + (2 \times \text{Ar O})$$

$$= (1 \times 12 \text{ gr/mol}) + (2 \times 16 \text{ gr/mol})$$

$$= (12 + 32) \text{ gr/mol}$$

$$= 44 \text{ gram/mol}$$

$$\text{Mol NaOH} = \text{massa NaOH} \times \frac{1 \text{ mol}}{\text{Mm NaOH}}$$

$$= 1000 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{40 \text{ gram}}$$

$$= 25 \text{ mol}$$

$$\text{Mol CO}_2 = \text{massa CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol}}{\text{Mm CO}_2}$$

$$= 925,0 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{44 \text{ gram}}$$

$$= 21,02 \text{ mol}$$

Persamaan reaksi:	$2 \text{ NaOH}_{(aq)}$	$+$	$\text{CO}_{2(g)}$	$\rightarrow$	$\text{Na}_2\text{CO}_{3(aq)}$	$\text{H}_2\text{O}_{(l)}$
Mula-mula:	25 mol		21,02 mol			
Bereaksi:	25 mol		12,5 mol		12,5 mol	12,5 mol
Sisa:	-		8,52 mol		12,5 mol	12,5 mol

Berdasarkan persamaan reaksi diatas, zat yang memiliki mol lebih sedikit akan bertindak sebagai pereaksi pembatas dan akan habis bereaksi. Jadi, reaktan yang habis bereaksi adalah NaOH

**c. Diket:**

$$\text{Massa NaOH} = 10 \text{ kg} = 10000 \text{ gram}$$

$$\text{Massa CO}_2 = 925,0 \text{ gram}$$

Banyak penumpang = 10 orang

Ar Na = 23 gr/mol

Ar O = 16 gr/mol

Ar H = 1 gr/mol

Ar C = 12 gr/mol

**Ditanya:**

Apakah NaOH cukup menghilangkan CO<sub>2</sub> 10 penumpang? Berapa banyak penumpang yang emisi gas CO<sub>2</sub>nya dapat dihilangkan dengan NaOH?

**Jawab:**

$$\begin{aligned} \text{Mm NaOH} &= (1 \times \text{Ar Na}) + (1 \times \text{Ar O}) + (1 \times \text{Ar H}) \\ &= (1 \times 23 \text{ gr/mol}) + (1 \times 16 \text{ gr/mol}) + (1 \\ &\times 1 \text{ gr/mol}) \end{aligned}$$

$$= (23 + 16 + 1) \text{ gr/mol}$$

$$= 40 \text{ gram/mol}$$

$$\text{Mm CO}_2 = (1 \times \text{Ar C}) + (2 \times \text{Ar O})$$

$$= (1 \times 12 \text{ gr/mol}) + (2 \times 16 \text{ gr/mol})$$

$$= (12 + 32) \text{ gr/mol}$$

$$= 44 \text{ gram/mol}$$

$$\text{Mol NaOH} = \text{massa NaOH} \times \frac{1 \text{ mol}}{\text{Mm NaOH}}$$

$$= 10000 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{40 \text{ gram}}$$

$$= 250 \text{ mol}$$

$$\text{Mol CO}_2 = \text{massa CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol}}{\text{Mm CO}_2}$$

$$= 925,0 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ mol}}{44 \text{ gram}}$$

$$= 21,02 \text{ mol}$$

Setiap penumpang menghasilkan 21,02 mol gas CO<sub>2</sub>, jika ada 10 penumpang maka gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan = 21,02 mol x 10 penumpang = 210,2 mol

Persamaan reaksi:  $2 \text{NaOH}_{(aq)} + \text{CO}_{2(g)} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_{3(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$

Mula- mula:	250 mol	210,2 mol	-	-
Bereaksi:	250 mol	125 mol	125 mol	125 mol
Sisa:	-	85,2 mol	125 mol	125 mol
Massa CO <sub>2</sub>	= mol CO <sub>2</sub> x	$\frac{Mm\ CO_2}{1\ mol}$		
	= 125 mol x	$\frac{44\ gram}{1\ mol}$		
	= 5500 gram			

Banyak penumpang yang emisi gas CO<sub>2</sub>nya dapat dihilangkan

$$= \frac{\text{Mol CO}_2 \text{ yang bereaksi}}{\text{Mol CO}_2 \text{ yang dihasilkan tiap 1 penumpang}}$$

$$= \frac{125\ mol}{21,02\ mol}$$

$$= 5,94 = 6 \text{ penumpang}$$

Berdasarkan persamaan reaksi di atas, sebanyak 10 kg NaOH tidak dapat menghilangkan emisi gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan oleh 10 penumpang. Sebanyak 10 kg NaOH hanya dapat menghilangkan sebanyak 125 mol gas CO<sub>2</sub> penumpang atau setara dengan 5500 emisi gas CO<sub>2</sub> yang dalam hal ini dihasilkan oleh 6 penumpang.

Lampiran 10

**Matriks Hasil Tes Pemahaman Konsep Stoikiometri Berbasis *Conditional Knowledge***

NO	KODE RESPONDEN	2			3	4			5			Skor	Kategori
		A	B			A	B	C	A	B	C		
1	R001	1	5	3	0	3	3	0	5	1	0	21	Sedang
2	R002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Sangat Rendah
3	R003	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2	Sangat Rendah
4	R004	0	0	0	1	1	0	0	5	0	0	7	Sangat Rendah
5	R005	1	5	3	0	3	3	0	5	1	0	21	Sedang
6	R006	1	5	3	0	3	3	0	5	1	0	21	Sedang
7	R007	0	0	0	1	1	0	0	5	0	0	7	Sangat Rendah
8	R008	0	0	0	1	1	0	0	5	0	0	7	Sangat Rendah
9	R009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Sangat Rendah
10	R010	0	0	0	1	1	0	0	5	0	0	7	Sangat Rendah
11	R011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Sangat Rendah
12	R012	1	5	3	0	3	3	5	5	1	0	26	Sedang
13	R013	0	0	0	1	0	0	0	5	0	0	6	Sangat Rendah
14	R014	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	Sangat Rendah
15	R015	1	5	3	0	3	3	5	5	1	0	26	Sedang
16	R016	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	Sangat Rendah
17	R017	1	5	5	0	0	0	5	5	0	0	21	Sedang
18	R018	0	0	0	1	1	0	0	5	0	0	7	Sangat Rendah
19	R019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Sangat Rendah
20	R020	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	Sangat Rendah
21	R021	1	5	3	0	3	3	0	5	1	0	21	Sedang
22	R022	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	Sangat Rendah
23	R023	0	0	0	1	1	0	0	5	0	0	7	Sangat Rendah
24	R024	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Sangat Rendah
25	R025	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	Sangat Rendah
26	R026	0	0	0	0	1	0	0	5	0	0	6	Sangat Rendah
27	R027	0	3	2	0	3	5	5	5	0	0	23	Sedang
28	R028	0	0	0	1	1	0	0	5	0	0	7	Sangat Rendah
29	R029	0	0	0	1	1	0	0	5	0	0	7	Sangat Rendah
30	R030	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	Sangat Rendah
31	R031	1	5	3	0	3	3	5	5	1	0	26	Sedang
32	R032	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	Sangat Rendah
33	R033	0	0	0	1	3	0	0	5	0	0	9	Sangat Rendah
34	R034	1	5	3	0	3	3	0	5	1	0	21	Sedang
35	R035	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Sangat Rendah
	Total	9	48	31	17	42	29	26	105	8	0		
	Persentase	5.14%	27.43%	17.71%	9.71%	24.00%	16.57%	14.86%	60.00%	4.57%	0.00%		
	Kriteria	Sangat Rendah	Sangat Rendah	Sangat Rendah	Sangat Rendah	Sangat Rendah	Sangat Rendah	Sangat Rendah	Sangat Rendah	Sangat Rendah	Sangat Rendah		

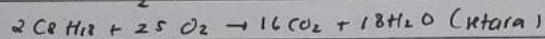
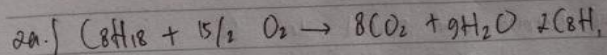
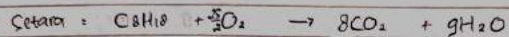
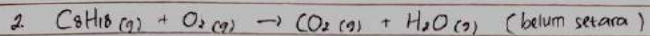
Lampiran 11

Gambar Ragam Jawaban Siswa

Nomor Soal	Jawaban		
1	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>1. <math>S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)</math></p> <p><math>A \times B_y</math></p> <math display="block">\% A = \frac{x \cdot Ar A}{Mr A \times B_y} \times 100\%</math> <p>► <math>\% S = \frac{x \cdot Ar S}{Mr SO_2} \times 100\%</math></p> <math display="block">= \frac{1 \cdot 32}{64} \times 100\%</math> <math display="block">= 0,5</math> <p>► ppm = <math>\frac{250}{64}</math></p> <math display="block">= 3,9</math> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%; background-color: #e0ffe0;"> <p>m batu bara = 250 gr</p> <math display="block">\% = \frac{\text{massa zat terlarut}}{\text{massa total larutan}} \times 100\%</math> <p>=</p> <p>1. <math>S + O_2 \rightarrow SO_2</math></p> <p>kandungan sulfur dlm batu bara <math>\rightarrow 1\%</math></p> <math display="block">\frac{1}{100} \times 250 = 1 \text{ gr}</math> <p>ppm = <math>\frac{1}{250} \times 10^{-6}</math></p> <math display="block">= \frac{1000 \times 10^{-3}}{250}</math> <math display="block">= 4 \times 10^{-3}</math> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 5px;">1.</td> <td style="padding: 5px;">246 %</td> </tr> </table> </div>	1.	246 %
1.	246 %		

Ragam jawaban soal nomor 1

2



perb. Volume



Ragam jawaban soal nomor 2A

2b.) Dikete = massa = 500 gram

Ditanya = Volume gas karbon ? dalam keadaan STP

$$\text{Jawab} = \frac{n \text{ C}_8\text{H}_{18}}{n \text{ CO}_2} = \frac{\text{Koefisien C}_8\text{H}_{18}}{\text{Koefisien CO}_2}$$
$$= \frac{1}{x} = \frac{1}{8}$$

$$x = 8 \text{ mol}$$

$$V \text{ CO}_2 = n \times 22,4$$

$$= 8 \times 22,4$$

$$V \text{ CO}_2 = 179,2 \text{ Liter}$$

$$\text{b.) } \% \text{ C} = \frac{m \text{ C}}{m \text{ cuplikan}} \times 100\%$$

$$30\% = \frac{m \text{ C}}{4} \times 100\%$$

$$120 = 100 m \text{ C}$$

$$m \text{ C} = 1,2 \text{ gram}$$



2. b)  $\% C = \frac{M_c}{M_{\text{senyawa}}} \times 100\%$

$30\% = \frac{M_c}{4} \times 100\%$

$120 = 100 M_c$

$M_c = 1.2 \text{ gram}$

M unsur :  $J. \text{ unsur} = A_r \times M \text{ senyawa}$

$12 = \frac{12 \cdot 12}{11} \times MCO_2$

$52.8 = 12 MCO_2, MCO_2 = 4.4 \text{ gr.}$

2b. Diketahui :

massa = 500 gram

Ar C = 12 gr/mol } Ar CO<sub>2</sub> = 44 gr/mol

Ar O = 16 gr/mol

$\frac{\text{gram}}{M_r} = \frac{V}{22.4}$

$\frac{500}{44} = \frac{V}{22.4}$

$44V = 11,200$

$V = 254.5L$

b.  $n = \frac{V_{\text{STP}}}{22.4} = \frac{m}{M_r}$

$\frac{V_{\text{STP}}}{22.4} = \frac{500}{11}$

$V_{\text{STP}} = \frac{500 \cdot 22.4}{11}$

$= 254.5$

Ragam jawaban soal nomor 2B

3

$$3. \quad n = \frac{5}{180} \times \frac{1}{0,5}$$

$$n = \frac{5}{90}$$

$$n = 0,05 \text{ mol}$$

3.)  $12,04 \times 10^{21}$  molekul gula

3.	$m = (12 \times 4rC) + (22 \times 4rH)$
	$= (12 \times 12) + (22 \times 1) + (11 \times 16)$
	$= 342$
	mol Gula : $n = \frac{massa}{Mr} = \frac{5}{342 \text{ g/mol}} = 0,02 \text{ mol}$
	$= 0,02 \times 6,02 \times 10^{23}$
	$= 12,04 \times 10^{21}$ molekul gula

Ragam Jawaban soal nomor 3

4

4. Massa rata-rata atom dapat dicari massa relatif ( $A_r$ ) atom tsb. sdikan  
 Massa relatif suatu unsur adalah hasil perkalian massa relatif  
 isotop unsur itu dg presentase kelimpahan isotop di alam.  
 Jadi massa relatif atom Cu adalah  $63,5 = 105 + 10 - 22 \text{ gm}$  1

4. a) massa relatif atom Cu adalah 63,5

$$f) a. A_r \text{ Cu} = (\% \text{ isotope 1} \times \text{massa isotope 1}) + (\% \text{ isotope 2} \times \text{massa isotope 2})$$

$$A_r \text{ Cu} = (69,09\% \times 62,93) + (30,91\% \times 64,9278)$$

$$= 63,54751998$$

Jadi, massa atom relatif Cu adalah 63,5475...

Ragam jawaban soal nomor 4A

b) CuO

tembaga = CuO

oksida / sm dg oksigen = O, oksida =

maka jadi CuO.

9(b) perbandingan massa Cu dan O di kedua senyawa berikut, massa O yg dibutuhkan pd senyawa 2  $\frac{1}{2}$  dari massa O pd senyawa 1.

$$\text{massa O} = \frac{1}{2} \times 6,25 \text{ gr} \\ = 3,125 \text{ gr}$$

4b) Diket: komposisi Cu 88 %  
 komposisi O 12 %  
 Ar Cu = 63,5, S = 32, O = 16

Ditanya: rumus empiris?

Jawab: RE =  $Cu_x O_y$

$$= \frac{\text{massa Cu}}{\text{Ar Cu}} : \frac{\text{massa O}}{\text{Ar O}}$$

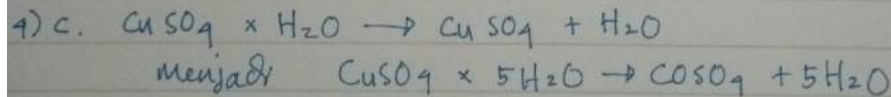
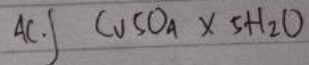
	Cu	O
massa	88	12
Ar	63,5	16
mol	1,385	0,75
perbandingan	1,385	0,75
dikalikan	2	1
hasil	2,77	0,75

jadi, rumus empirisnya adalah  $Cu_{2,77} O_{0,75}$

b. Cu = 88 %  
~~88~~  
 $n_{Cu} = \frac{88}{63,5}$   
 $O = 12 \%$   
 $n_O = \frac{12}{16}$

$\frac{1,385}{1,385} : \frac{0,75}{0,75} \times 10$   
 $1,385 : 0,75$   
 $1385 : 750$   
 $2 : 1$

Ragam jawaban soal nomor 4B



4c.)  $\text{CuSO}_4 \times \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuSO}_4 + x \text{H}_2\text{O}$

10 gram                      6,4 gram      3,6 g

$\text{H}_2\text{O} = 10 - 6,4 \text{ g} = 3,6 \text{ g}$

$n = \frac{\text{massa}}{\text{mr}}$

$n \text{ CuSO}_4 = \frac{\text{massa}}{\text{mr}} = \frac{6,4}{160,8} = 0,04 \text{ mol}$

$n \text{ H}_2\text{O} = \frac{\text{massa}}{\text{mr}} = \frac{3,6}{18} = 0,2 \text{ mol}$

$n \text{ CuSO}_4 : n \text{ H}_2\text{O} = \text{Kof CuSO}_4 : \text{Kof H}_2\text{O}$

$0,04 : 0,2 = 1 : x$

$\frac{4}{10} = \frac{1}{x}$

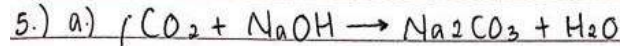
$x \cdot 4 = 10 \cdot 1$

$x = 5$

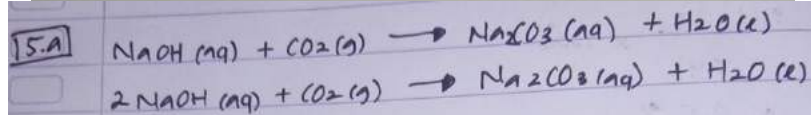
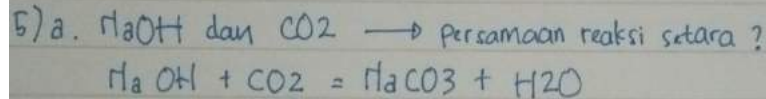
jadi rumus senyawa hidrat adalah  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$

Ragam jawaban soal nomor 4C

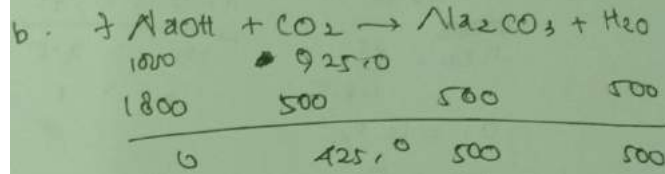
5



→ ruas kiri dan kanan sudah sama apabila NaOH dikali koefisien 2.



Gambar 8 Ragam jawaban soal nomor 5A



b.) Karbon dioksida.

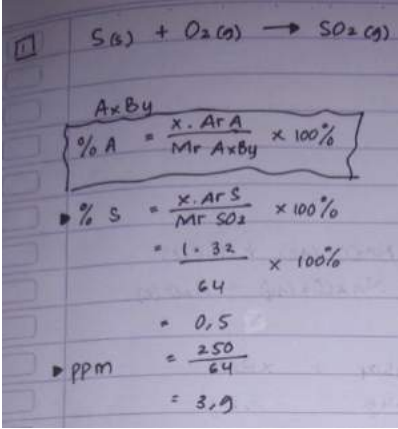
Ragam jawaban soal nomor 5B

c. 1 penumpang = 925 g CO<sub>2</sub>  
10 penumpang = 9250 g CO<sub>2</sub>  
10 kg NaOH = 10.000 g.  
10.000 - 9250 = 6,25 g  
NaOH masih cukup.

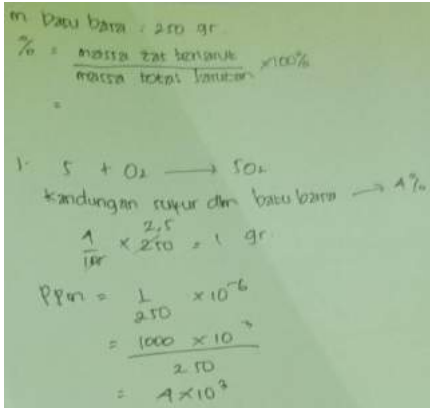
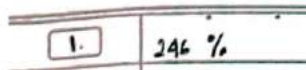
Jawaban soal nomor 5C

Lampiran 12

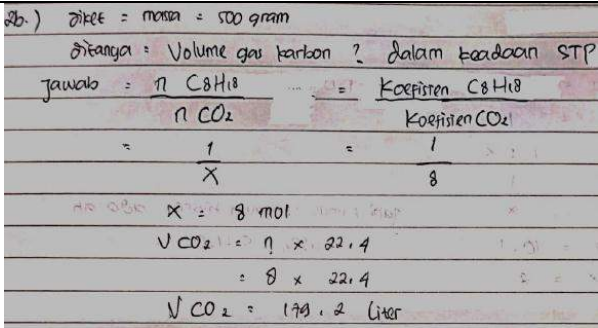
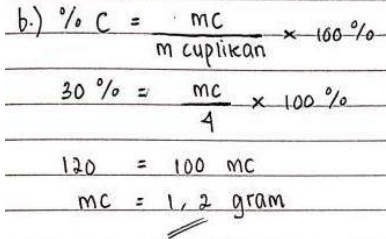
Pedoman Wawancara Siswa

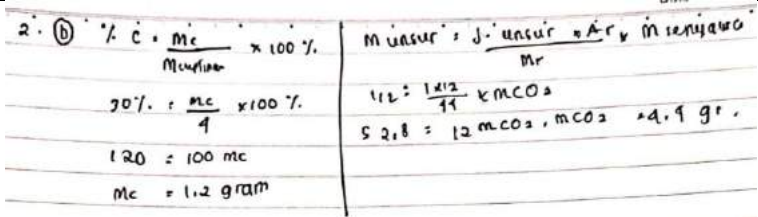
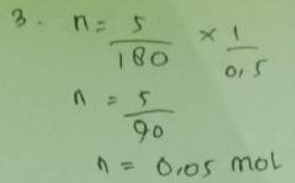
Nomor Soal	Kode Responden	Pertanyaan
1	R017	<p>Pada soal nomor 1, kamu memberikan jawaban seperti pada gambar berikut:</p>  <p>Mengapa kamu menggunakan prosedur perhitungan tersebut untuk menghitung % massa dari S?</p>



		Apakah kamu mengetahui apakah ppm itu? Apakah prosedur menentukan ppm yang ada pada jawaban kamu sudah benar?
	R012	<p>Pada soal nomor 1, kamu memberikan jawaban seperti pada gambar berikut:</p>  <p>Mengapa kamu menggunakan prosedur perhitungan tersebut? Apakah kadar S dalam SO<sub>2</sub> dan ppm dapat langsung ditentukan melalui prosedur tersebut?</p>
	R013	 <p>Pada soal nomor 1, kamu menuliskan jawaban bahwa % massa dari S adalah 246%, dari manakah angka tersebut diperoleh?</p>

		Selain menentukan % massa, soal nomor 1 juga menanyakan kadar S dalam ppm, namun kamu tidak menjawabnya. Apakah kamu tahu, apakah ppm itu? Bagaimana cara menentukan ppm?
2A	R027	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <math display="block">2 \text{ C}_8\text{H}_{18} (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2 (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{g}) \text{ (belum setara)}</math> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <math display="block">\text{Setara} = \text{C}_8\text{H}_{18} + \frac{15}{2} \text{O}_2 \rightarrow 8\text{CO}_2 + 9\text{H}_2\text{O}</math> </div> <p>Berdasarkan jawaban kamu pada soal nomor 2A, kamu menuliskan persamaan reaksi dari pembakaran isooktana. Lalu, bagaimana perbandingan masing-masing volume gas pada reaksi pembakaran isooktana?</p>
	R003	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <math display="block">2A.) \text{C}_8\text{H}_{18} + 15/2 \text{O}_2 \rightarrow 8\text{CO}_2 + 9\text{H}_2\text{O} \quad 2\text{C}_8\text{H}_{18}</math> </div> <p>Berdasarkan jawaban kamu pada soal nomor 2A, kamu menuliskan persamaan reaksi dari pembakaran isooktana. Lalu, bagaimana perbandingan masing-masing volume gas pada reaksi pembakaran isooktana?</p>

2B	R027	 <p>Dik: = massa = 500 gram</p> <p>ditanya: Volume gas karbon? dalam keadaan STP</p> $\text{Jawab: } \frac{n \text{ C}_8\text{H}_{18}}{n \text{ CO}_2} = \frac{\text{Koefisien C}_8\text{H}_{18}}{\text{Koefisien CO}_2}$ $= \frac{1}{x} = \frac{1}{8}$ <p><math>x = 8 \text{ mol}</math></p> $V \text{ CO}_2 = n \times 22,4$ $= 8 \times 22,4$ $V \text{ CO}_2 = 179,2 \text{ liter}$ <p>Berdasarkan jawaban kamu pada nomor 2B, mengapa kamu membandingkan mol <math>\text{C}_8\text{H}_{18}</math> dengan mol <math>\text{CO}_2</math> serta membandingkan koefisien <math>\text{C}_8\text{H}_{18}</math> dengan koefisien <math>\text{CO}_2</math>?</p>
	R032	 <p>b.) <math>\% \text{ C} = \frac{m\text{C}}{m \text{ cuplikan}} \times 100\%</math></p> $30\% = \frac{m\text{C}}{4} \times 100\%$ $120 = 100 m\text{C}$ $m\text{C} = 1,2 \text{ gram}$ <p>Pada soal nomor 2B, mengapa kamu menggunakan prosedur tersebut? Apakah prosedur tersebut dapat digunakan untuk menentukan volume gas suatu senyawa dalam reaksi kimia?</p>

	R003	 <p>Pada soal nomor 2B, mengapa kamu menggunakan prosedur tersebut? Apakah prosedur tersebut dapat digunakan untuk menentukan volume gas suatu senyawa dalam reaksi kimia?</p>
3	R012	 <p>Berdasarkan jawaban kamu pada soal nomor 3, apakah jawaban yang kamu tuliskan tersebut sudah dapat menjawab pertanyaan dari soal nomor 3? Dari prosedur yang kamu tuliskan, dari manakah angka-angka tersebut didapatkan?</p>

	R032	<p>3.) <math>M + C_{12}H_{22}O_{11} = (12 \times Ar C) + (22 \times Ar H) + (11 \times Ar O)</math>  <math>= (12 \times 12) + (22 \times 1) + (11 \times 16)</math>  <math>= 342</math></p> <p><math>\text{mol gula} : n = \frac{\text{massa}}{Mr} = \frac{5}{342 \text{ g/mol}} = 0,02 \text{ mol}</math></p> <p><math>\text{molekul gula} = \text{mol} = \frac{\text{Jumlah molekul}}{\text{bilangan avogadro}}</math>  <math>= 0,02 \times 6,02 \times 10^{23}</math>  <math>= 12,04 \times 10^{21} \text{ molekul gula}</math></p> <p>Berdasarkan jawaban kamu pada nomor 3, jumlah molekul gula apa yang kamu hitung (<math>C_{12}H_{22}O_{11}</math> atau <math>C_6H_{12}O_6</math>)?  Apakah bilangan Avogadro itu? Mengapa perlu dikalikan dengan bilangan Avogadro? Berapa nilai bilangan Avogadro?</p>
4A	R011	<p>40) Massa rata-rata atom dapat dicari massa relatif (Ar) atom tsb. sdgkan massa relatif suatu unsur adalah hasil perkalian massa relatif isotop unsur itu dg presentase kelimpahan isotop di alam.  jadi massa relatif atom Cu adalah <math>63,5 = 105 + 10 - 22 \text{ gm}</math> 1</p> <p>Berdasarkan jawaban kamu pada nomor 4A, apakah kamu tahu apa itu massa atom relatif? Dari manakah angka pada jawaban kamu didapatkan?</p>

	R012	<p> <math display="block">\text{Ar Cu} = (\% \text{ isotope 1} \times \text{massa isotope 1}) + (\% \text{ isotope 2} \times \text{massa isotope 2})</math> <math display="block">\text{Ar Cu} = (69,09\% \times 62,93) + (30,91\% \times 64,9278)</math> <math display="block">= 63,54751998</math> <p>jadi, massa atom relatif Cu adalah 63,5475...</p> </p> <p>Berdasarkan jawaban kamu pada nomor 4A, kamu sudah berhasil menentukan massa atom relatif dari Cu, namun kamu tidak menyertakan satuan. Apa satuan dari massa atom relatif?</p>
	R013	<p> <u>4. a) massa relatif atom Cu adalah 63,5</u> </p> <p>Berdasarkan jawaban kamu pada nomor 4A, apakah kamu tahu apa itu massa atom relatif? Dari manakah angka pada jawaban kamu didapatkan?</p>
4B	R013	<p> <u>b) CuO</u>  <u>tembaga = CuO</u>  <u>oksida / senyawa oksigen = 0, oksida 2</u>  <u>maka jadi CuO.</u> </p> <p>Pada soal nomor 4B, kamu menuliskan jawaban bahwa rumus empiris oksida tembaga tersebut adalah CuO, bagaimana kamu dapat mengetahui hal tersebut?</p>
	R011	<p>Pada soal nomor 4B, kamu menuliskan jawaban seperti berikut:</p>

		<p>9 (b) perbandingan massa Cu dan O di kedua senyawa berikut, massa  massa O yg dibutuhkan pd senyawa <math>\frac{1}{2}</math> dari massa  O pd senyawa 1.</p> $\text{massa O} = \frac{1}{2} \times 6,25 \text{ gr}$ $= 3,125 \text{ gr}$ <p>Dapatkan kamu menjelaskan mengapa kamu perlu menghitung massa  O melalui prosedur tersebut?  Apakah melalui prosedur tersebut rumus empiris oksida tembaga  dapat diperoleh?</p>
4C	R003	<p>4C. <math>\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}</math></p> <p>Berdasarkan jawaban kamu pada nomor 4C, apakah kamu mengetahui  apakah senyawa hidrat itu?  Bagaimana kamu dapat menentukan bahwa rumus senyawa hidrat  tersebut adalah <math>\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}</math>?</p>
	R025	<p>4) c. <math>\text{CuSO}_4 \times \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}</math>  menjadi <math>\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}</math></p> <p>Berdasarkan jawaban kamu pada nomor 4C, apakah kamu mengetahui  apakah senyawa hidrat itu?  Mengapa kamu menuliskan persamaan reaksi tersebut? Dan dari</p>

		manakah angka 5 pada persamaan reaksi tersebut berasal?
5A	R032	<p>5.) a) <math>\text{CO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}</math></p> <p>ruas kiri dan kanan sudah sama apabila NaOH dikali koefisien 2.</p> <p>Coba jelaskan maksud dari pernyataan kamu pada jawaban nomor 5A! Apakah koefisien itu? Mengapa NaOH perlu dikali dengan koefisien 2?</p>
	R025	<p>5) a. <math>\text{NaOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}</math> persamaan reaksi setara?</p> <p>Berdasarkan jawaban kamu pada nomor 5A, apakah kamu mengetahui apakah persamaan reaksi setara itu? Mengapa kamu merubah tanda panah pada persamaan reaksi kimia menjadi tanda sama dengan? Bagaimana cara menentukan persamaan reaksi setara?</p>
5B	R012	<p>b. <math>2 \text{NaOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}</math></p> <p>1000      9250</p> <p>1800      500      500      500</p> <hr/> <p>6      4250      500      500</p> <p>Berdasarkan jawaban kamu pada nomor 5B, apakah zat yang habis bereaksi dapat diketahui secara langsung melalui operasi</p>



		pengurangan massa reaktan?
	R013	<p>b.) <u>Karbon dioksida.</u></p> <p>Berdasarkan jawaban kamu pada nomor 5B, mengapa kamu menjawab bahwa zat yang habis bereaksi adalah CO<sub>2</sub>? Apa buktinya?</p>
5C	R012	<p>c. 1 penumpang = 925 g CO<sub>2</sub>  10 Penumpang = 9250 g CO<sub>2</sub>  10 kg NaOH = 10.000 g.  10.000 - 9250 = 0,2 g  NaOH masih cukup.</p> <p>Berdasarkan jawaban kamu pada nomor 5C, apakah zat yang habis bereaksi dapat diketahui secara langsung melalui operasi pengurangan massa antar zat yang terlibat reaksi?</p>

## Lampiran 13

### Transkrip Hasil Wawancara

Waktu Pelaksanaan : Jumat, 19 Juni 2021

Melalui : *Whatsapp*

1. Kode Responden : R027

P : “Berdasarkan jawaban kamu pada soal nomor 2A, kamu menuliskan persamaan reaksi dari pembakaran isooktana. Lalu, bagaimana perbandingan masing-masing volume gas pada reaksi pembakaran isooktana?”

R : “Aku nggak tau *mbak*, aku nggak jago kimia. Itu aku cuma menyetarakan reaksinya”

P : “Apakah penyetaraan reaksi yang kamu tulis sudah setara?. Koefisien  $O_2$  yang kamu tulis itu  $25/2$  atau  $15/2$ ?”

R : “ $25$  *kayake mbak*, aku *wes lupa*”

P : “Lanjut ya, saya ingin menanyakan jawaban kamu pada soal nomor 2B. Berdasarkan jawaban kamu pada nomor 2B, mengapa kamu membandingkan mol  $C_8H_{18}$  dengan mol  $CO_2$  serta membandingkan koefisien  $C_8H_{18}$  dengan koefisien  $CO_2$ ?”

R : “Karena itu rumusnya, eh gak tau *deng* kalau salah”

P : “Lalu, bagaimana kamu dapat mengetahui jika mol dari  $C_8H_{18}$  itu 1?”

R : “Iya ya, *ndak* tau dapat dari mana”

P : “Lalu, apakah kamu tahu apa itu keadaan STP?”

R : “Standar bukan?”

P : “Standar apa?”

R : “Keadaan STP itu keadaan standar? Aku agak lupa *soale* kelas 10 itu”

P : “(Mengulangi pernyataan responden), lalu apa pengaruh keadaan standar terhadap zat-zat yang terlibat dalam reaksi kimia?”

R : “*Ndak tau mbak*”

P : “Baik, cukup. Terima kasih atas jawabannya”

2. Kode Responden : R017

P : “Mengapa kamu menggunakan prosedur perhitungan tersebut untuk menghitung % massa dari S? Apakah kamu mengetahui apakah ppm itu? Apakah prosedur menentukan ppm yang ada pada jawaban kamu sudah benar?”

R : “Untuk menghitung % massa dari S saya menggunakan rumus itu karena seingat saya untuk menghitung unsur dari suatu senyawa itu pake rumus itu kak. Terus untuk menghitung ppm itu saya lupa caranya, jadi saya ngawur. Yang 250 itu di soal itu kan tertera ada suatu massa dan yang 64 itu dari  $\text{Mr SO}_2$ ”

P : “Apakah kamu mengetahui apakah ppm itu?”

R : “Ppm itu konsentrasi kak”

P : “Konsentrasi yang bagaimana?”

R : “Ppm itu konsentrasi untuk zat terlarut”

P : “Apa perbedaan konsentrasi ppm dengan konsentrasi zat terlarut yang lain seperti molaritas dan molalitas?”

R : “Maaf kurang tau kak”

P : “Baik, terima kasih atas jawabannya”

R : “Iya kak”

3. Kode Responden : R011

P : “Pada soal nomor 2B, mengapa kamu menggunakan prosedur tersebut? Apakah prosedur tersebut dapat

digunakan untuk menentukan volume gas suatu senyawa dalam reaksi kimia?”

R : “Maaf kak, saya kurang paham dalam bab ini jadi saya agak kesusahan dalam menjawabnya. Untuk yang nomor 2B ini, saya belum selesai sampai ke volumenya dan itu macet disitu aja, gitu kak”

P : “Oh gitu, jadi kalau prosedur yang kamu tulis dilanjutkan, setelah menghitung massa, apalagi yang perlu dihitung untuk memperoleh volume gas CO<sub>2</sub>?”

R : “Maaf kak saya *stuck* disitu karena memang tidak tau rumus selanjutnya”

P : “Pada soal diketahui, bahwa reaksi berlangsung dalam keadaan STP. Apa itu keadaan STP?”

R : “Keadaan STP itu dimana suhunya 273 K dan tekanannya itu 1 atm dan 1 mol gasnya menempati ruang dengan volumenya 22,4 L”

P : “Selanjutnya, saya ingin bertanya mengenai soal 4A. Berdasarkan jawaban kamu pada nomor 4A, apakah kamu tahu apa itu massa atom relatif? Dari manakah angka pada jawaban kamu didapatkan?”

R : “E... sebelumnya mohon maaf kak, saya nggak tau darimana saya menjawabnya kemarin. Tapi disini saya mau menjawab pengertian massa atom relatif itu. Massa atom relatif ini itu massa suatu atom yang ditentukan dengan massa atom stkamur, yang dijadikan stkamur pengukuran itu atom karbon”

P : “Baik, lanjut nomor 4B. Dapatkan kamu menjelaskan mengapa kamu perlu menghitung massa O melalui prosedur tersebut? Apakah melalui prosedur tersebut rumus empiris oksida tembaga dapat diperoleh?”

R : "Bisak kak, karena mencari oksida, pertama itu mencari oksida tembaga dulu setelah itu membuktikan rumus empirisnya"

P : "Membuktikan rumus empiris yang bagaimana? Kan pertanyaannya mencari rumus empiris oksida tembaga. Lalu bagaimana kamu mendapat  $2 \frac{1}{2}$  pada massa O pada senyawa 1 itu dari mana?"

R : "Bentar kak, yang itu saya jawab itu ada kekeliruan, dan tadi saya udah nyoba ngerjain ulang yang nomor 4B itu terus saya dapat jawabannya. Sebentar ya ini saya kirim (mengirim gambar jawaban yang benar), karena perbandingan jumlah molnya itu kan nyatain perbandingan jumlah atomnya juga kan, jadinya perbandingan jumlah mol itu dapat digunakan untuk menentukan rumus empirisnya. Kalo yang perbandingan ini itu kan menyatakan perbandingan atom-atom paling sederhana dalam molekul, nah makanya diperoleh rumus empirisnya itu  $\text{Cu}_2\text{O}$ "

P : "Baik dek sudah cukup, terima kasih atas jawabannya"

R : "Iya kak, sama-sama."

#### 4. Kode Responden : R025

P : "(Mengirim jawaban responden), berdasarkan jawaban kamu pada nomor 4A, apakah kamu tahu apa itu massa atom relatif? Apa satuan dari massa atom relatif?"

R : "Massa atom relatif itu perbandingan massa rata-rata suatu unsur terhadap satu per dua belas massa atom C-12 dengan perataan berdasarkan kelimpaan isotop, satuannya sma"

P : "Mengapa saat mengerjakan soal kemarin kamu tidak menuliskan satuan pada massa atom relatif?"

R : “Kemarin nggak tahu kak, ya saya jawab sebisanya aja. Soalnya pas materi itu kan udah belajar di rumah, jadi nggak ada bimbingan dari gurunya langsung, jadinya kurang paham gini”

P : “Lanjut ya, (mengirim jawaban siswa), berdasarkan jawaban kamu pada nomor 4C, apakah kamu mengetahui apakah senyawa hidrat itu? Mengapa kamu menuliskan persamaan reaksi tersebut? Dan dari manakah angka 5 pada persamaan reaksi tersebut berasal?”

R : “Yang dimaksud dari hidrat kan air, lah senyawa hidrat itu adalah senyawa yang mengandung sejumlah molekul air”

P : “Soal nomor 4C menanyakan tentang rumus senyawa hidrat, apakah dengan menuliskan persamaan reaksi seperti jawaban kamu nanti akan dapat diketahui rumus hidrat dari senyawa hidrat tersebut?”

R : “Nggak kak”

P : “Yang terakhir mengenai jawaban kamu pada soal nomor 5A. Berdasarkan jawaban kamu pada nomor 5A, mengapa kamu merubah tanda panah pada persamaan reaksi kimia menjadi tanda sama dengan?”

R : “Maaf kak, kemarin buru-buru, soalnya waktunya sudah mepet.”

P : “Apakah kamu mengetahui apakah persamaan reaksi setara itu?”

R : “Itu pokoknya jumlah senyawa di ruas kiri sama dengan jumlah senyawa di ruas kanan”

P : “Bagaimana cara menentukan persamaan reaksi setara?”

R : “Dikasih koefisien”

P : “Baik, cukup. Terima kasih atas jawabannya”

5. Kode Responden : R013

P : "Pada soal nomor 1, kamu menuliskan jawaban bahwa % massa dari S adalah 246%, dari manakah angka tersebut diperoleh? Selain menentukan % massa, soal nomor 1 juga menanyakan kadar S dalam ppm, namun kamu tidak menjawabnya. Apakah kamu tahu, apakah ppm itu? Bagaimana cara menentukan ppm?"

R : "Mohon maaf *mbak*, itu saya nomor 1 nggak tau caranya, soalnya saya kebingungan dan juga gak begitu paham kimia, waktunya juga sudah mepet"

P : "Bagaimana dengan nomor 4A? (Mengirim gambar jawaban), berdasarkan jawaban kamu pada nomor 4A, apakah kamu tahu apa itu massa atom relatif? Dari manakah angka pada jawaban kamu didapatkan?"

R : "Massa atom relatif itu massa suatu atom yang didapat dari rasio perbandingan standarnya *mbak*, itu kan ada di tabel periodik, jadi saya nggak menghitung, maaf *mbak* nggak tau caranya"

P : "Lanjut soal nomor 4B ya, kamu menuliskan jawaban bahwa rumus empiris oksida tembaga tersebut adalah CuO, bagaimana kamu dapat mengetahui hal tersebut?"

R : "Iya ya, gak tau *mbak* kenapa, lupa"

P : "Kalau cara yang tepat untuk menentukan rumus empiris bagaimana?"

R : "Gak tau *mbak*"

P : "Bagaimana dengan jawaban nomor 5B?. Berdasarkan jawaban kamu pada nomor 5B, mengapa kamu menjawab bahwa zat yang habis bereaksi adalah CO<sub>2</sub>? Apa buktinya?"

R : "Kemarin soal 5B gimana *mbak*?"

P : (Mengirim gambar soal 5B)

R : “Kalo soal 5B kayaknya nggak gitu. Pake cara itungnya”

P : “Bagaimana caranya?”

R : “Lupa mbak. Maaf kalo jawabannya kurang memuaskan *mbak*”

P : “Baik, terima kasih”

6. Kode Responden : R032

P : “Pada soal nomor 2B, mengapa kamu menggunakan prosedur tersebut? Apakah prosedur tersebut dapat digunakan untuk menentukan volume gas suatu senyawa dalam reaksi kimia?”

R : “Maaf *mbak*, kemarin saya nanya ke teman soalnya saya kurang paham pelajaran kimia”

P : “Selanjutnya mengenai jawaban nomor 3. Berdasarkan jawaban kamu pada nomor 3, jumlah molekul gula apa yang kamu hitung ( $C_{12}H_{22}O_{11}$  atau  $C_6H_{12}O_6$ )? Apakah bilangan Avogadro itu? Mengapa perlu dikalikan dengan bilangan Avogadro? Berapa nilai bilangan Avogadro?”

R : “Lupa *mbak*. Oiya itu hasilnya harusnya pangkat 2, bukan pangkat 21”

P : “Jadi, bilangan Avogadro nilainya  $6,02 \times 10^{23}$ ?”

R : “Kok saya jadi bingung. Gak tau *mbak* yang bener gimana”

P : “Terakhir mengenai jawaban 5A. Coba jelaskan maksud dari pernyataan kamu pada jawaban nomor 5A! Apakah koefisien itu? Mengapa NaOH perlu dikali dengan koefisien 2?”



R : “Ya itu *mbak*, kalo NaOH nya dikasih koefisien 2, reaksinya jadi setara. Koefisien itu angka yang di depan senyawa”

P : “Baik dek, terima kasih atas jawabannya”

7. Kode Responden : 003

P : “Berdasarkan jawaban kamu pada soal nomor 2A, kamu menuliskan persamaan reaksi dari pembakaran isooktana. Lalu, bagaimana perbandingan masing-masing volume gas pada reaksi pembakaran isooktana?”

R : “Saya tidak tahu kak”

P : “Apakah menurut kamu reaksi pembakaran isooktana yang kamu tuliskan sudah setara?”

R : “Menurut saya kurang kak, tapi saya kurang tahu karena saya kurang memahami pelajaran kimia dan ditambah dengan keadaan sekarang yang pembelajarannya daring. Jadi saya kurang paham tentang pelajarannya”

P : “Selanjutnya saya ingin bertanya tentang jawaban nomor 2B. Pada soal nomor 2B, mengapa kamu menggunakan prosedur tersebut? Apakah prosedur tersebut dapat digunakan untuk menentukan volume gas suatu senyawa dalam reaksi kimia?”

R : “Saya tidak tahu kak”

P : “Terakhir saya ingin bertanya tentang jawaban nomor 4C. Berdasarkan jawaban kamu pada nomor 4C, apakah kamu mengetahui apakah senyawa hidrat itu? Bagaimana kamu dapat menentukan bahwa rumus senyawa hidrat tersebut adalah  $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ?”

R : “Maaf kak saya kurang tahu, kemarin jawabnya ngawur”

P : “Kalau mengenai senyawa hidrat, tahukah kamu senyawa apa itu?”

R : “Senyawa yang mengandung molekul-molekul air yang biasanya dihilangkan melalui pemanasan kalau tidak salah kak”

P : “Cukup dek, terima kasih atas jawabannya”

8. Kode Responden : R012

P : “Pada soal nomor 1, mengapa kamu menggunakan prosedur perhitungan tersebut? Apakah kadar S dalam SO<sub>2</sub> dan ppm dapat langsung ditentukan melalui prosedur tersebut?”

R : “Karena saya tau caranya seperti itu *mbak*, dan untuk kadar saya yakin dengan cara itu dapat menentukan kadar serta ppmnya, karena sebelum mengetahui ppm harus mengetahui kadar dari suatu unsur atau senyawa. Sebenarnya kurang yakin sih tapi ya bismillah soalnya menurutku caranya ya seperti itu, tapi kalo hasilnya salah ya *gatau deh*”

P : “Lalu apakah persen massa dan ppm itu?”

R : “Persen massa itu persentase massa dalam suatu unsur atau senyawa sedangkan ppm itu konsentrasi dari massa dari suatu unsur atau senyawa, mungkin”

P : “Lanjut ya dek ke soal nomor 3. Berdasarkan jawaban kamu pada soal nomor 3, apakah jawaban yang kamu tuliskan tersebut sudah dapat menjawab pertanyaan dari soal nomor 3?

Dari prosedur yang kamu tuliskan, dari manakah angka-angka tersebut didapatkan?”

R : “Saya rasa sudah *mbak*. 5 didapatkan dari massa gula dan untuk 180 itu Mr nya, dan 0,5 dari volumenya”

P : “Lanjut ya dek, berdasarkan jawaban kamu pada nomor 4A, kamu sudah berhasil menentukan massa atom relatif dari Cu, namun kamu tidak menyertakan satuan. Apa satuan dari massa atom relatif?”

R : “Gram/mol *mbak*”

P : “Apakah satuan massa atom relatif dengan massa molar sama?”

R : “Sama *mbak*”

P : “Berikutnya mengenai jawaban 5B. Berdasarkan jawaban kamu pada nomor 5B, apakah zat yang habis bereaksi dapat diketahui secara langsung melalui operasi pengurangan massa reaktan?”

R : “Iya *mbak* bisa”

P : “Lalu, untuk jawaban kamu nomor 5C, apakah prosedurnya sudah benar?”

R : “Sudah *mbak*”

P : “Bagaimana jika pakai mol? Apakah nanti hasilnya sama?”

R : “Iya mungkin *mbak*, tapi menurutku sih benar *mbak*”

P : “Baik, terima kasih atas jawabannya”

R : “*Engge mbak* sama-sama”

## Riwayat Hidup

### A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Adinda Nur Khofifatussaadah
2. Tempat & Tgl Lahir: Lamongan, 01 November 1999
3. Alamat Rumah : RT. 04 RW. 04 Dusun Sanur  
Desa Jotosanur, Kec. Tikung,  
Kab. Lamongan, Prov. Jawa  
Timur
4. HP : 085642026947
5. E-mail : adindanurkhofifatussaadah@gmail.com

### B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal:
  - a. TK Muslimat NU Hidayatul Ummah (2003-2005)
  - b. MI. Darul Ulum Jotosanur (2005-2011)
  - c. MTs. Putra Putri Lamongan (2011-2014)
  - d. MAN 1 Lamongan (2014-2017)
2. Pendidikan Non-Formal:
  - a. Program Pelatihan Kursus Membaca Kitab Kuning Metode YUMU
  - b. Sertifikasi Profesional LSP TIK Indonesia
  - c. Sertifikasi Guru Al Qur'an Metode Ummi

Semarang, 30 Juni 2021

Penulis



**Adinda Nur Khofifatussaadah**

NIM. 1708076024