

**EFEKTIVITAS MODEL PEMBELAJARAN KIMIA *PROBLEM  
BASED LEARNING* DIPADU *GROUP INVESTIGATION* (PBL-GI)  
TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA**

**SKRIPSI**

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



Diajukan oleh:

**ZAENAB AULIYA ROHMAH**

NIM: 2008076028

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
SEMARANG  
2024**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Zaenab Auliya Rohmah

NIM : 2008076028

Jurusan : Pendidikan Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

***Efektivitas Model Pembelajaran Kimia *Problem Based Learning* dipadu *Group Investigation* (PBL-GI) Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa.***

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

Semarang, 27 Juni 2024

Pembuat pernyataan,



Zaenab auliya rohmah  
NIM. 2008076028



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
 UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
 SEMARANG  
 FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
 Jln. Prof. Dr. Hamka Kampus II Ngalyan Semarang  
 Telp. 7601295 Fax. 7615387

#### LEMBAR PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Efektivitas Model Pembelajaran Kimia *Problem Based Learning* dipadu *Group Investigation* (PBL-GI) Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa  
 Penulis : Zaenab Auliya Rohmah  
 NIM : 2008076028  
 Program Studi : Pendidikan Kimia

Telah diajukan dalam sidang munaqosyah oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam ilmu Pendidikan Kimia.

Semarang, 27 September 2024

Dewan Penguji

Ketua Sidang

  
 Julia Mardhiya, M.Pd  
 NIP. 19931020201903101

Sekretaris Sidang



R. Arizal Firmansyah, S.Pd., M.Si  
 NIP. 197908192009121001

Penguji 1



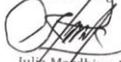
Teguh Wibowo, S.Pd., M.Pd  
 NIP. 19861110201903101

Penguji 2



Nur Alimiyah, M.Pd  
 NIP. 199103052019032026

Pembimbing



Julia Mardhiya, M.Pd  
 NIP. 199310202019032014

**NOTA DINAS**

Semarang, 27 Juni 2024

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

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.* Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Efektivitas Model Pembelajaran Kimia *Problem Based Learning* dipadu *Group Investigation* (PBL-GI) Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa

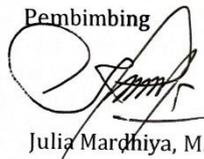
Nama : Zaenab Auliya Rohmah

NIM : 2008076028

Program studi : Pendidikan Kimia

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada fakultas sains dan teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diujikan dalam sidang munaqosah.  
*Wassalamualaikum Wr. Wb.*

Pembimbing



Julia Mardhiya, M.Pd

NIP. 199310202019032014

## ABSTRAK

Nama : Zaenab Auliya Rohmah  
NIM : 2008076028  
Judul : Efektivitas Model Pembelajaran Kimia *Problem Based Learning* dipadu *Group Investigation* (PBL-GI) Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa

Proses pembelajaran kimia di SMAN 80 Jakarta belum menggunakan model pembelajaran yang melatih keterampilan berpikir kritis sehingga berpikir kritis siswa masih rendah. Hal ini dibuktikan dengan hasil belajar yang rendah. Berdasarkan hal tersebut penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas model pembelajaran PBL-GI terhadap keterampilan berpikir kritis siswa khususnya materi hukum-hukum dasar kimia. Pendekatan penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan desain penelitian *Quasi Eksperimen Design*. Teknik pengambilan sampel menggunakan *Cluster Random Sampling*. Penelitian ini dilakukan pada dua kelas yaitu kelas kontrol yang menerapkan model pembelajaran konvensional dan kelas eksperimen yang menerapkan model pembelajaran PBL-GI. Pengumpulan data menggunakan instrumen tes *essay* dengan indikator berpikir kritis *facione*. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan nilai rata-rata *pretest* sebesar 22,79 dan rata-rata *posttest* sebesar 60 pada kelas eksperimen. Hasil pengujian hipotesis yang diperoleh menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,012 dengan  $\alpha=0,05$ , sehingga  $H_a$  diterima dan  $H_0$  ditolak yang artinya terdapat keefektifan model pembelajaran PBL-GI terhadap keterampilan berpikir kritis siswa dengan hasil tingkat N-Gain sebesar 0,479 sehingga diperoleh kategori sedang.

**Kata kunci:** Model Pembelajaran PBL-GI, Berpikir kritis, Hukum-hukum dasar kimia

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahim*

*Alhamdulillahirobbil'alamin.* Puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, serta inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Efektivitas Model Pembelajaran Kimia *Problem Based Learning* dipadu *Group Investigation* (PBL-GI) Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa”. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Rasul pemberi syafa’at Nabi Muhammad SAW yang diutus menjadi rahmat bagi semesta alam.

Proses penyelesaian penyusunan skripsi ini, tidak luput dari bantuan, dukungan, dan motivasi berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Nizar, M.Ag., Selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Prof. Dr. H. Musahadi M.Ag., Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
3. Wirda Udaibah, M.Si., selaku ketua Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
4. Julia Mardhiya, M.Pd., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan

bimbingan serta pengarahan dalam proses penyusunan skripsi ini.

5. Tim validator ahli yaitu Mar'atus Sholihah, M.Pd., yang sekaligus wali studi dan Resi Pratiwi, M.Pd., yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan pengarahan serta saran dalam proses penyusunan instrument penelitian skripsi.
6. Segenap dosen Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang atas seluruh ilmu yang diberikan kepada penulis selama belajar di UIN Walisongo Semarang.
7. Keluarga Besar SMAN 80 Jakarta, Ibu Satya Winarah, S.Pd, M.M., selaku kepala sekolah dan seluruh dewan guru khususnya Ibu Turmiati, M.Pd, dan Bapak Akroni, S.Pd., selaku guru mata pelajaran kimia di SMAN 80 Jakarta atas bantuan dan kerjasamanya sehingga penelitian dapat berjalan dengan baik.
8. Kedua orang tua penulis Bapak Rasdi dan Ibu Khodijah, orang tua tercinta yang selalu menjadi penyemangat dan sandaran terkuat bagi penulis. Terima kasih atas segala keikhlasan doa, kasih sayang, perhatian serta dukungan secara moral maupun finansial.
9. Adik dan Sepupu Saya Zaenal, Mas Aris dan Mba Nisha. Sudah hadir menjadi saudara dan sepupu yang baik serta memberikan dorongan semangat.

10. Keluarga Besar Alm Rasmani yang selalu memberikan semangat dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi.
11. Anisa, Wardah, Ai, Nanda, Azim, Evi selaku sahabat dan teman seperjuangan Pendidikan Kimia B 2020 yang selalu memberikan motivasi, canda dan tawa selama proses perkuliahan.
12. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Semoga Allah SWT memberikan balasan berlipat ganda kepada semuanya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini belum mencapai kesempurnaan. Harapan penulis semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan, pembaca, dan masyarakat luas. Amin.

Semarang, 27 Juni 2024

Penulis



Zaenab Auliya Rohmah

NIM. 2008076028

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>NOTA DINAS.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ixx</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Identifikasi Masalah.....	10
C. Batasan Masalah .....	11
D. Rumusan Masalah.....	11
E. Tujuan Penelitian .....	12
F. Manfaat Penelitian.....	12
<b>BAB II LANDASAN PUSTAKA.....</b>	<b>14</b>
A. Kajian Teori .....	14
B. Kajian Penelitian yang Relevan .....	42
C. Kerangka Berpikir.....	45
D. Hipotesis Penelitian .....	48
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>49</b>
A. Jenis Penelitian.....	49
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	51

C. Populasi dan Sampel.....	51
D. Definisi Operasional Variabel.....	53
E. Teknik Instrumen Pengumpulan Data .....	54
F. Validitas dan Reliabilitas Instrumen .....	54
G. Teknik Analisis Data.....	58
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>63</b>
A. Deskripsi Hasil Penelitian.....	63
B. Hasil Uji Hipotesis .....	75
C. Pembahasan .....	78
D. Keterbatasan Penelitian .....	97
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>99</b>
A. Simpulan.....	99
B. Saran.....	99
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>101</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>115</b>

## DAFTAR TABEL

TABEL	JUDUL	HALAMAN
Tabel 2. 1	Langkah-Langkah Pembelajaran PBL-GI	30
Tabel 2. 2	Aspek dan Indikator Keterampilan Berpikir Kritis dalam Penelitian	35
Tabel 2. 3	Hasil Eksperimen Proust	39
Tabel 3. 1	Jumlah Peserta Didik Kelas X	52
Tabel 3. 2	Klasifikasi Koefisien Validitas Aiken's (V)	55
Tabel 3. 3	Interprestasi Tingkat Kesukaran Butir Soal	58
Tabel 3. 4	Klasifikasi Daya Beda	58
Tabel 3. 5	Interpretasi Skor N-Gain	62
Tabel 4. 1	Validitas Soal Uji Coba	66
Tabel 4. 2	Hasil Uji Reliabilitas Soal	67
Tabel 4. 3	Tingkat Kesukaran Soal Uji Coba	68
Tabel 4. 4	Daya Beda Soal Uji Coba	69
Tabel 4. 5	Hasil Analisis Soal Uji Coba Yang Dipakai dan Dibuang	69
Tabel 4. 6	Data Hasil <i>Pretest</i> Kelas Kontrol dan Eksperimen	71
Tabel 4. 7	Data Hasil <i>Posttest</i> Kelas Kontrol dan Eksperimen	73
Tabel 4. 8	Hasil Uji Normalitas Soal Tes	74
Tabel 4. 9	Hasil Homogenitas Soal <i>Pretest</i>	74
Tabel 4. 10	Hasil Homogenitas Soal <i>Posttest</i>	74
Tabel 4. 11	Hasil Uji <i>Independent Simple T-test</i>	75
Tabel 4. 12	Hasil Uji N-Gain	76

<b>Gambar</b>	<b>DAFTAR GAMBAR JUDUL</b>	<b>HALAMAN</b>
Gambar 2. 1	Kerangka Berpikir	47
Gambar 3. 1	Desain Penelitian	50
Gambar 4. 1	Diagram Batang Uji Gain Kelas Kontrol dan Eksperimen	77
Gambar 4. 2	Jawaban Indikator Interpretasi	87
Gambar 4. 3	Jawaban Indikator Analisis	88
Gambar 4. 4	Jawaban Indikator Evaluasi	89
Gambar 4. 5	Jawaban Indikator Inferensi	90
Gambar 4. 6	Jawaban Indikator Penjelasan	91
Gambar 4. 7	Jawaban Indikator Regulasi Diri	92

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>LAMPIRAN</b>	<b>JUDUL</b>	<b>HALAMAN</b>
Lampiran 1	Transkrip Wawancara Pra-Riset	115
Lampiran 2	Modul Ajar	118
Lampiran 3	LKPD	143
Lampiran 4	Kisi-Kisi Instrumen Sebelum Uji Coba	175
Lampiran 5	Instrumen Soal Sebelum Uji Coba	185
Lampiran 6	Kunci Jawaban dan Rubrik Penskoran Soal Sebelum Uji Coba	199
Lampiran 7	Hasil Validasi Ahli	222
Lampiran 8	Hasil Analisis Aiken's V	225
Lampiran 9	Hasil Validasi dan Reliabilitas Konstruk	226
Lampiran 10	Hasil Tingkat Kesukaran Soal	228
Lampiran 11	Hasil Daya Beda Soal Uji Coba	229
Lampiran 12	Kisi-Kisi Soal Setelah Uji Coba	230
Lampiran 13	Instrumen Soal <i>Pretest Posttest</i>	237
Lampiran 14	Kunci Jawaban dan Rubrik Skor Soal Setelah Uji Coba	247
Lampiran 15	Contoh Hasil Pengisian LKPD	261
Lampiran 16	Contoh Jawaban Soal Berpikir Kritis	264
Lampiran 17	Daftar Nama Peserta Didik Eksperimen dan Kontrol	266
Lampiran 18	Data Hasil Belajar Eksperimen dan Kontrol	268
Lampiran 19	Hasil Uji Normalitas	269
Lampiran 20	Hasil Uji Homogenitas	270
Lampiran 21	Hasil Uji T-tes	271
Lampiran 22	Hasil Uji N-Gain	272
Lampiran 23	Surat Permohonan Izin Riset	274
Lampiran 24	Surat Keterangan Selesai Penelitian	275
Lampiran 25	Dokumentasi Penelitian	276
Lampiran 26	Riwayat Hidup	277

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### A. Latar Belakang Masalah

Pembelajaran abad ke-21, peserta didik tidak hanya dituntut untuk menguasai materi pelajaran saja namun juga keterampilan kognitif dan keterampilan sosial yang mampu membantu menghadapi segala persoalan yang terjadi (Haryanti dan Febriyanto, 2017). Kompetensi yang diperlukan dalam menghadapi tantangan era ke-21 salah satunya adalah keterampilan berpikir kritis (Defiyanti dan Sumarni, 2020). Wijaya, Sudjimat dan Nyoto (2016) menyatakan perlu adanya kemampuan berpikir kritis dalam mengoptimalkan pembelajaran abad 21. Peserta didik dibentuk tidak hanya untuk menjadi cerdas tetapi juga untuk memiliki karakter sesuai dengan nilai-nilai pancasila, yang disebut sebagai profil pelajar pancasila yang memuat keterampilan berpikir kritis (Maryam *et al.*, 2023).

Keterampilan berpikir kritis sangat penting untuk pembelajaran karena memungkinkan peserta didik memanfaatkan semua kapasitas kognitif mereka saat mengatasi kesulitan dalam kehidupan sehari-hari (Juliyantika dan Batubara, 2022). Selain itu, sangat penting bagi peserta didik untuk menilai realita dan persoalan dunia yang dihadapi,

sehingga kemampuan berpikir kritis perlu diperkuat selama proses pembelajaran (Liani, Irhasyuarna dan Hamid, 2021).

Sejalan akan hal tersebut, hasil skor *Program for International Student Assessment* (PISA) 2022 menurun, termasuk Indonesia. Dilihat dari skor literasi atau kemampuan membaca, Indonesia mengalami penurunan dari skor 371 pada tahun 2018 menjadi 359 pada tahun 2022. Begitu juga dengan skor numerasi atau kemampuan perhitungan matematika yang turun dari 379 poin pada tahun 2018 menjadi 366 poin pada tahun yang sama. Selain itu, skor dalam penilaian sains Indonesia juga mengalami penurunan dari 396 poin pada tahun 2018 menjadi 383 poin pada tahun 2022 (OECD, 2023). Hasil tersebut masih jauh dari standar minimum untuk menjadi warga negara yang mampu membangun peradaban (Handayani, Ratnaningsih dan Lestari, 2022).

Indonesia juga berpartisipasi dalam *Trends in International Mathematics and Science Study* (TIMSS) yang mengukur kemampuan berpikir kritis peserta didik dengan soal-soal tingkat kognitif tinggi. Hasilnya Indonesia berada di peringkat ke-46 dari 51 negara dalam penilaian TIMSS 2015, dengan skor rata-rata 397 (TIMSS, 2015). Kemampuan berpikir kritis peserta didik ternyata masih dinilai rendah di berbagai jenjang pendidikan secara nasional (Puspendik, 2019). Clement dan Lochhead berargumen bahwa pendidik

seharusnya mengajarkan peserta didik tentang cara berpikir bukan tentang apa itu berpikir, tetapi dalam praktiknya, peserta didik sering lebih menekankan pada proses mengingat daripada proses berpikir (Lochhead dan Clement, 1979). Sebaliknya, industri abad 21 membutuhkan metode yang menekankan pemikiran kritis, kreatif, berbasis penelitian, inisiatif, informatif, sistematis, komunikatif, dan reflektif (OECD, 2018). Penting bagi pendidik untuk mengajarkan peserta didik cara berpikir kritis. Salah satu pelajaran yang dapat melatih keterampilan berpikir kritis pada jenjang sekolah menengah atas adalah pelajaran kimia.

Kimia membutuhkan kemampuan menghafal, perhitungan, dan pemahaman konseptual (Sariati, I Nyoman dan Ni Made, 2020). Realitanya banyak dari siswa yang tidak berhasil dalam mata pelajaran kimia, karena menganggap kimia sebagai mata pelajaran yang sulit (Lahinda dan Tuerah, 2022). Ilmu kimia bersifat abstrak, sehingga peserta didik harus berpartisipasi aktif dalam mencari solusi untuk berbagai masalah terkait kimia baik di dalam sekolah atau dalam kehidupan sehari-hari (Palari, Paputungan dan Kunusa, 2018). Pusparini, Feronika dan Bahriah (2018) mengatakan variasi masalah tercakup dalam materi kimia, jika distimulus dengan baik, maka dapat membantu peserta didik mengembangkan kemampuan berpikir kritisnya.

Salah satu materi kimia dari Kurikulum Merdeka kelas X yaitu hukum-hukum dasar kimia. Materi ini dianggap sulit karena terdapat perhitungan yang membutuhkan kemampuan matematis peserta didik (Laliyo *et al.*, 2020). Peserta didik menghadapi beberapa masalah saat mempelajari hukum dasar kimia, peserta didik menganggap pada ruangan terbuka massa gas tidak mempengaruhi massa sebelum ataupun massa sesudah reaksi yang terjadi pada hukum kekekalan massa. Selain itu, peserta didik sering kesulitan memahami bahwa angka perbandingan dalam bentuk bilangan bulat sederhana pada hukum perbandingan volume juga mewakili koefisien gas dalam persamaan reaksi (Nike, Abudarin dan Abdul, 2022). Banyak peserta didik yang belum menyadari betapa dekatnya topik ini dengan kehidupan secara umum. Berdasarkan hal itu, materi dasar hukum kimia tidak sesuai dengan metode pembelajaran yang hanya melibatkan pendengaran, pencatatan, dan penghafalan oleh peserta didik. Metode ini seringkali menyebabkan kesulitan dan konsepsi yang salah pada peserta didik. Oleh karena itu, untuk memahaminya diperlukan minat yang tinggi dan keterlibatan aktif dalam proses belajar (Indah, Nurhamidah dan Elvinawati, 2023).

Berdasarkan hasil studi pendahuluan dengan peserta didik SMAN 80 Jakarta ditemukan bahwa strategi pembelajaran kimia yang dilakukan belum menggunakan

model-model pembelajaran yang melatih peserta didik untuk berpikir kritis. Selain itu, peserta didik hanya mencatat, merangkum dan mendengarkan penjelasan dari guru sehingga peserta didik cenderung bosan dan tidak tertarik pada pelajaran kimia, kemudian peserta didik juga mengatakan kesulitan dengan pemilihan rumus dalam perhitungan kimia dan kesulitan menjawab soal yang diberikan karena tidak efektifnya pembelajaran yang dilakukan oleh pendidik.

Pendidik kimia SMAN 80 Jakarta, Turmiati mengatakan hasil belajar kimia peserta didik masih kurang memuaskan. Hal ini dapat dilihat dari perolehan nilai kimia pada pengerjaan soal tipe asesmen kompetensi minimum (AKM) yang pernah dilakukan. Sebagian besar peserta didik memperoleh nilai dibawah skor 70. Soal AKM pada hukum dasar kimia yang dikerjakan mencakup beberapa wacana mengenai hukum dasar kimia seperti percobaan yang dilakukan lavoisier, dua molekul oksida, pembentukan molekul air. Peserta didik diberikan pertanyaan berdasarkan teks informasi yang tersedia baik berupa pernyataan benar/salah, esai maupun pilihan ganda. Misalnya menyusun kesimpulan berdasarkan data percobaan hukum lavoisier, menentukan pernyataan yang benar mengenai pembentukan air dari gas hidrogen dan oksigen.

Kemampuan berpikir kritis yang rendah dapat menjadi penyebab peserta didik mengalami kesalahan dalam menyelesaikan soal AKM karena peserta didik harus bernalar terlebih dahulu informasi apa saja yang ada pada wacana tersebut baik berupa sajian informasi tulisan, tabel, dan ilustrasi (Mukarromah, Arisanti dan Pratama, 2023). Akhidayati, Purwanto dan Rahardi (2024) menambahkan ketika peserta didik tidak memahami masalah maka siswa akan mengalami kesulitan dalam menentukan informasi yang relevan. AKM dilakukan secara kontekstual dengan berbagai bentuk soal untuk mengasah kemampuan berpikir kritis (Martiyono, Sulastini dan Handajani, 2021) .

Selain persiapan dalam bentuk pemberian soal-soal kepada siswa, proses pembelajaran yang dilakukan guru dalam kelas juga merupakan salah satu hal yang harus diperbaiki. Penelitian Fitriawanawati dan Hartono (2016) menyatakan bahwa ketika pembelajaran di kelas masih berpusat pada pendidik, peserta didik akan lebih banyak menerima informasi dari pendidik dan diberi lebih sedikit kesempatan untuk mengembangkan kemampuannya. Upaya untuk mengatasi permasalahan diatas yaitu dengan menggunakan model pembelajaran yang dapat menarik perhatian siswa dan melibatkan siswa secara aktif pada saat pembelajaran (Yoisingadji, Rahman dan Setiawan, 2022). Penerapan model

pembelajaran yang sesuai dengan materi pelajaran yang diajarkan terbukti memberikan dampak positif bagi keberhasilan suatu proses pembelajaran (Kisworo, Wasitohadi dan Rahayu, 2019).

Model pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa diantaranya adalah model *Problem Based Learning* (PBL). Model ini mendorong siswa untuk belajar berdasarkan masalah sehari-hari yang terkait dengan pengetahuan yang akan datang (Jusriana, Wayong dan Ratnasari, 2022). Karakteristik model *Problem Based Learning* (PBL) adalah menjadikan permasalahan nyata sebagai landasan pembelajaran (Ardianti, Sujarwanto dan Surahman, 2022). PBL mengharuskan siswa untuk mengumpulkan informasi yang relevan, merumuskan pertanyaan dan jawaban yang cerdas, mempertimbangkan beberapa pilihan untuk memecahkan masalah, dan memutuskan jalur tindakan terbaik. (Santika, Parwati dan Divayana, 2020). Keterampilan berpikir kritis dapat ditingkatkan melalui PBL karena metode pembelajaran ini berfokus pada masalah nyata. Siswa tidak hanya diminta untuk memahami suatu masalah, tetapi juga harus dapat berkolaborasi dalam mencari solusinya. Hal ini akan merangsang kemampuan dan keterampilan siswa, khususnya dalam berpikir kritis. (Masrinah, Aripin, dan Gaffar, 2019).

Model PBL dipilih dalam penelitian ini karena diharapkan tahap-tahap pelaksanaannya dapat mendukung siswa dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis mereka. Pendekatan pembelajaran ini memberikan kesempatan bagi siswa untuk berpikir, menjawab, dan saling membantu dalam memecahkan masalah, serta meningkatkan interaksi di antara mereka (Rahmawati, Atiningsih dan Parmin., 2023). Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Suyanta (2020), menunjukkan bahwa Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) pada Mata Pelajaran Kimia dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dengan hasil observasi kemampuan berpikir kritis pada siklus I sebesar 57,58% dan siklus II sebesar 78,79% dan hasil tes kemampuan berpikir kritis pada siklus I sebesar 45,45%, siklus II sebesar 87,88%. Oleh karena itu, pada penelitian ini juga diterapkan model pembelajaran *Problem Based Learning* yang diharapkan dapat mengasah keterampilan berpikir kritis siswa.

Selain kelebihan, PBL juga memiliki kekurangan. Prasmala (2016) menyebutkan pada PBL, siswa cenderung menjadi malas untuk memecahkan masalah sendiri. Jewaru, Suwasono dan Asim (2021) menambahkan kelompok PBL seringkali bersifat homogen atau tidak mengutamakan kesetaraan antara satu kelompok dengan kelompok lainnya,

yang membatasi sejauh mana kemampuan masing-masing anak dapat melampaui teman-temannya yang memiliki kemampuan serupa. Mengantisipasi masalah tersebut, diperlukan dukungan dari berbagai model pembelajaran lainnya. Model *Group Investigation* (GI) merupakan model pembelajaran berbentuk kelompok yang mendorong siswa untuk bekerja secara aktif dan kolaboratif dalam mencapai tujuan bersama. (Hena dan Mukhtar, 2024).

Model kooperatif GI cocok untuk mengatasinya, Peserta didik membangun pengetahuannya sendiri melalui diskusi kelompok untuk memperoleh pemahaman. Setiap kelompok akan mengeksplorasi topik yang berbeda dalam model pembelajaran GI, sehingga peserta didik tidak akan bosan dengan pembahasan topik yang monoton (Jewaru, Suwasono dan Asim, 2021). Selain itu, dalam pembelajaran menggunakan model GI, peserta didik akan lebih fokus pada presentasi kelompok lain karena materi yang dibahas berbeda-beda.

Penggabungan model PBL dan GI memperkuat sintaks pembelajaran, karena siswa mampu melakukan investigasi secara berkelompok untuk menemukan permasalahan di lingkungan sekitarnya, menganalisis, dan memecahkan masalah. Oleh karena itu, model PBL dengan model GI sesuai untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, karena keterkaitannya yang erat dengan kegiatan

pembelajaran berbasis diskusi, strategi ini dapat membantu siswa mengembangkan kemampuan berpikir kritisnya (Asyari *et al.*, 2016). Menggabungkan model pembelajaran justru bisa membuatnya lebih efektif, karena itu sangat penting untuk mengetahui bagaimana menerapkan banyak model secara efektif dalam satu program pelajaran pada waktu tertentu (Manalu, 2017).

Berdasarkan uraian latar belakang masalah di atas, maka penelitian memiliki tujuan untuk mengetahui “Efektivitas Model Pembelajaran Kimia *Problem Based Learning* Dipadu *Group Investigation* (PBL-GI) Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa”.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang diuraikan sebelumnya, penulis mengidentifikasi:

1. Rendahnya kemampuan berpikir kritis siswa terhadap materi pelajaran kimia.
2. Peserta didik cenderung bosan dan tidak tertarik pada pelajaran kimia.
3. Model pembelajaran yang dilakukan kurang tepat dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.
4. Hasil belajar peserta didik masih rendah.

5. Kelompok pada model PBL seringkali bersifat homogen atau tidak mengutamakan kesetaraan antara satu kelompok dengan kelompok lainnya.
6. Materi hukum dasar kimia dianggap sulit karena terdapat perhitungan yang membutuhkan kemampuan matematis.

### **C. Batasan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah yang di uraikan maka batasan masalah dalam penelitian ini antara lain :

1. Rendahnya kemampuan berpikir kritis siswa terhadap materi pelajaran kimia.
2. Peserta didik cenderung bosan dan tidak tertarik pada pelajaran kimia.
3. Model pembelajaran yang dilakukan kurang tepat dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.
4. Materi hukum dasar kimia dianggap sulit karena terdapat perhitungan yang membutuhkan kemampuan matematis.

### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang diajukan yaitu Bagaimana efektivitas model pembelajaran PBL dipadu GI terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi hukum dasar kimia ?

### **E. Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini yaitu untuk mengetahui bagaimana efektivitas penggunaan model PBL dipadu dengan GI terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi hukum dasar kimia

### **F. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan berbagai manfaat, yaitu :

#### 1. Manfaat Teoritis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah ilmu pengetahuan mengenai model pembelajaran kimia PBL-GI serta terciptanya pembelajaran yang mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

#### 2. Manfaat Praktis

##### 1) Bagi guru

- a. Menjadikan bahan pertimbangan dalam melaksanakan pembelajaran yang dapat berpengaruh pada keterampilan berpikir kritis siswa.
- b. Meningkatkan kualitas pembelajaran lebih inovatif, aktif dan bermakna.

##### 2) Bagi siswa

- a. Memberikan pengalaman kepada siswa melalui model pembelajaran yang jarang dipakai oleh siswa selama proses pembelajaran.

- b. Melatih keterampilan berpikir kritis pada pembelajaran kimia khususnya materi hukum dasar kimia dan pemahaman siswa dalam mengaitkan antara fenomena sekitar dan konsep kimia.
- 3) Bagi peneliti
- a. Menambah wawasan, pengetahuan, serta pengalaman dalam bidang penelitian.
  - b. Menambah rujukan bagi peneliti selanjutnya terkait model PBL yang dipadu dengan GI dan keterampilan berpikir kritis.

## **BAB II**

### **LANDASAN PUSTAKA**

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

##### **1. Model Pembelajaran**

###### **a. Definisi Model Pembelajaran**

Model pembelajaran adalah tahapan atau proses logis yang telah dibuat oleh pendidik sebagai panduan untuk memberikan tujuan pembelajaran yang dapat ditindaklanjuti kepada peserta didik (Israel, 2022). Model pembelajaran adalah kerangka dan pola yang berguna yang dapat digunakan guru sebagai pedoman saat membuat dan membimbing proses pembelajaran (Marjuki, 2020).

Definisi model pembelajaran menurut Octavia (2020) adalah pendekatan yang mencakup pilihan tujuan pembelajaran, langkah-langkah pembelajaran, pengaturan lingkungan, dan manajemen kelas. Joyce dan Marsha Weil (1986) berpendapat bahwa model pembelajaran merupakan suatu rencana yang digunakan untuk membentuk rencana pembelajaran jangka panjang, merancang materi, dan mengarahkan pembelajaran di kelas atau yang lain. Model pembelajaran dapat dijadikan pola pilihan, artinya pendidik dapat memilih model pembelajaran yang

sesuai dan efektif sebagai pola pilihan untuk mencapai tujuan pendidikan mereka. (Mirdad, 2020). Fungsi dari model pembelajaran ini adalah sebagai panduan bagi para pendidik dan perancang pembelajaran dalam merencanakan dan melaksanakan kegiatan pembelajaran (Purnomo *et al.*, 2022).

Berdasarkan definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran adalah pola sistematis yang berfungsi sebagai peta jalan tindakan yang akan dilakukan dari awal sampai akhir untuk mencapai tujuan pembelajaran. Interaksi pembelajaran ini melibatkan langkah, kegiatan, dan jawaban siswa selama interaksi pembelajaran. Model pembelajaran cukup fleksibel untuk disesuaikan dengan kebutuhan konten tertentu dan karakteristik siswa.

## **2. Model *Problem Based Learning* ( PBL )**

### **a. Definisi Model *Problem Based Learning***

PBL, yang diperkenalkan oleh Howard Barrows di McMaster University School of Medicine, Kanada pada 1969, merupakan pendekatan pembelajaran inovatif. Model ini mendorong peserta didik untuk memecahkan masalah nyata, sehingga meningkatkan motivasi mereka dalam mengumpulkan informasi (Amin *et al.*, 2020). Tujuannya bukan untuk

menyelesaikan masalah, tetapi masalah menjadi jembatan untuk mengaktifkan peserta didik dalam belajar dan berpikir kritis (Priyanti, 2019).

PBL merupakan metode instruksional paling inovatif yang disusun dan diterapkan dalam pendidikan (Hung, 2009). PBL dapat mendorong pembelajaran mandiri, pemecahan masalah yang efektif, keterampilan komunikasi dan kolaborasi (Lonergan, Cumming dan O'Neill, 2022). PBL adalah pendekatan pendidikan konstruktivis yang mengatur kurikulum dan instruksi seputar masalah "tidak terstruktur" yang dibuat dengan hati-hati (Barrows dan Tamblyn, 1980). Pendekatan konstruktivisme secara umum merupakan suatu metode dalam mengkonstruksi pengetahuan dimana mensyaratkan peserta didik lebih aktif dalam kegiatannya, giat dalam belajarnya, membentuk konsep, dan memberi makna terhadap hal-hal yang telah dipelajarinya. Menurut teori konstruktivisme, siswa harus menemukan dan memodifikasi pengetahuan yang rumit, mencocokkan informasi baru dengan aturan yang sudah ada sebelumnya, dan melakukan koreksi ketika aturan tersebut tidak berlaku lagi (Kusumawati, Soebagyo dan Nuriadin, 2022). Melalui pengalaman, informasi baru

'dikembangkan' atau dihasilkan secara internal oleh orang tersebut (Hendry, Frommer dan Walker, 1999).

Menurut Barrows (1980), PBL memiliki enam karakteristik unik, yaitu:

- 1) Pembelajaran difokuskan pada peserta didik.
- 2) Kelompok kecil peserta didik bekerja sama untuk belajar.
- 3) Instruktur memfasilitasi pembelajaran.
- 4) Masalah adalah cara untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah klinis.
- 5) Masalah adalah fokus dan rangsangan untuk belajar.
- 6) Pembelajaran mandiri menghasilkan perolehan pengetahuan baru.

**b. Kriteria Masalah Pada Pembelajaran Berbasis Masalah (*Problem Based Learning*)**

Mudrikah (2019) menyatakan dasar pemikiran pengembangan strategi pembelajaran PBL berlandaskan pada pandangan konstruktivis, yang menekankan pentingnya siswa untuk menyelidiki lingkungan mereka dan membangun pengetahuan yang bermakna secara individu. Oleh karena itu, pembelajaran sebaiknya dimulai dengan mengangkat masalah yang relevan dengan konteks lingkungan

siswa. Menurut Arends (2012), pertanyaan dan masalah yang diajukan harus memenuhi kriteria tertentu sebagai berikut:

- a. Autentik: Masalah harus lebih berhubungan dengan kehidupan nyata siswa daripada sekadar berfokus pada prinsip-prinsip dari disiplin ilmu tertentu.
- b. Jelas: Masalah harus dirumuskan dengan cara yang tidak menimbulkan kebingungan atau kesulitan baru bagi siswa, sehingga mereka dapat menyelesaikannya dengan lebih mudah.
- c. Mudah dipahami: Masalah yang diberikan sebaiknya mudah dipahami oleh siswa dan disusun sesuai dengan tingkat perkembangan mereka.
- d. Luas dan sesuai dengan tujuan pembelajaran: Masalah yang dirumuskan harus mencakup seluruh materi pelajaran yang akan diajarkan, serta mempertimbangkan waktu, ruang, dan sumber daya yang ada. Selain itu, masalah tersebut harus didasarkan pada tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan.
- e. Bermanfaat: Masalah yang disusun harus memberikan manfaat baik bagi siswa sebagai

pemecah masalah maupun bagi guru sebagai penyusun masalah. Masalah yang bermanfaat dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa serta memotivasi mereka untuk belajar.

**c. Langkah - Langkah Model *Problem Based Learning***

Pelaksanaan pembelajaran dengan model PBL terdiri dari langkah-langkah tertentu. Langkah-langkah PBL menurut John Dewey seorang ahli pendidikan berkebangsaan Amerika. Beliau memaparkan enam langkah sebagai berikut:

- 1) Merumuskan masalah. Guru memberikan bimbingan kepada peserta didik dalam menentukan masalah yang akan diselesaikan selama proses pembelajaran, meskipun sebenarnya guru yang sudah menetapkan masalah tersebut.
- 2) Menganalisis masalah. Langkah peserta didik mengkaji masalah dengan kritis dari berbagai perspektif.
- 3) Merumuskan hipotesis. Langkah peserta didik mengembangkan berbagai solusi yang sesuai dengan pengetahuan yang dimilikinya.

- 4) Mengumpulkan data. Langkah Peserta didik mencari dan menjelaskan berbagai informasi yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah tersebut.
- 5) Pengujian hipotesis. Langkah peserta didik mengembangkan dan menyimpulkan sesuai dengan penerimaan atau penolakan hipotesis yang mereka ajukan.
- 6) Merumuskan rekomendasi pemecahan masalah. Langkah peserta didik menggambarkan rekomendasi yang dapat dilakukan sesuai rumusan hasil pengujian hipotesis dan rumusan kesimpulan.

Literatur lain, Syamsidah dan Suryani (2018) mengemukakan langkah-langkah model PBL secara umum terdiri dari menyadari masalah, merumuskan masalah, membuat hipotesis, mengumpulkan data, menguji hipotesis, dan menentukan langkah penyelesaian. Sementara Arends (2012) memaparkan langkah-langkah PBL sebagai berikut:

- 1) Tahap 1: Orientasi masalah.  
Guru mengkomunikasikan masalah nyata terkait materi yang dipelajari kepada peserta didik.
- 2) Tahap 2: Organisasi Belajar.  
Guru memfasilitasi peserta didik untuk memahami masalah nyata yang telah disajikan, yaitu

mengidentifikasi apa yang mereka ketahui, apa yang perlu mereka ketahui, dan apa yang perlu dilakukan untuk menyelesaikan masalah.

- 3) Tahap 3: Membimbing penyelidikan individual maupun kelompok.

Guru membimbing peserta didik melakukan pengumpulan data / informasi (pengetahuan, konsep, teori) melalui berbagai macam cara untuk menemukan berbagai alternatif penyelesaian masalah.

- 4) Tahap 4: Mengembangkan dan menyajikan hasil karya.

Guru membimbing peserta didik untuk menentukan penyelesaian masalah yang paling tepat dari berbagai alternatif pemecahan masalah yang peserta didik temukan. Peserta didik menyusun laporan hasil penyelesaian masalah.

- 5) Tahap 5: Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah.

Guru membantu peserta didik dalam melakukan refleksi atau evaluasi terhadap cara mereka menyelesaikan masalah.

**d. Kelebihan dan Kelemahan Model *Problem Based Learning***

- a) Kelebihan model PBL, Sujana dan Sopandi (2020) menegaskan paradigma pembelajaran berbasis masalah menawarkan beberapa manfaat dibandingkan model pembelajaran lainnya:
- 1) Menambah kemahiran siswa dalam berpikir secara kritis.
  - 2) Mendukung pembelajaran yang menarik dan inovatif.
  - 3) Memberi bantuan kepada siswa untuk meningkatkan kemampuan mereka dalam memecahkan masalah.
- b) Kelemahan PBL, seperti yang dikemukakan oleh Octavia (2020) sebagai berikut:
- 1) Jika siswa gagal dalam soal sebelumnya, akan sulit baginya untuk mencoba menyelesaikannya lagi.
  - 2) Mereka tidak akan termotivasi untuk belajar sampai mereka mengetahui mengapa mereka berusaha untuk memperbaiki masalah tersebut.
  - 3) Keberhasilan PBL membutuhkan waktu yang cukup lama untuk persiapan.

Berdasarkan paparan tersebut peneliti menyimpulkan bahwa model pembelajaran PBL menitikberatkan pada peran peserta didik dalam menghadapi masalah sebagai dasar dari proses pembelajaran, kemudian peserta didik diminta menyelesaikan permasalahan tersebut secara ilmiah dengan mengkonstruksi pengetahuan yang sudah dimiliki sebelumnya. Upaya yang dilakukan peneliti dalam mengatasi kelemahan PBL, antara lain peserta didik diberikan motivasi untuk mencoba menyelesaikan masalah pada materi yang di pelajari dan tertarik pada pembelajaran, dan peneliti berusaha memaksimalkan waktu seperti mengarahkan siswa pada kegiatan diskusi agar tujuan pembelajaran yang diharapkan tercapai.

### **3. Model *Group Investigation* ( GI )**

#### **a. Definisi Model *Group investigation***

Model *Group Investigation* (GI) yang diperkenalkan oleh Sharan dan Sharan pada tahun 1989 melibatkan pembagian kelas menjadi beberapa kelompok yang mempelajari aspek yang berbeda dari suatu masalah umum. Pembelajaran ini menggunakan pendekatan kooperatif di mana siswa bekerja dalam

kelompok kecil untuk saling mendukung dalam memahami materi pelajaran akademik. (Slavin, 1982).

*Cooperative learning* adalah pendekatan pembelajaran yang membentuk sekelompok peserta didik dengan berbagai tingkat kemampuan bekerja sama dalam kelompok kecil. Pendekatan ini memungkinkan siswa untuk memahami konsep, menyelesaikan masalah, dan mengembangkan kemampuan berpikir, kepercayaan diri, keberanian untuk menyatakan pendapat, keterampilan kritis dan positif, serta kemampuan berinteraksi sosial. (Sumardi, 2021).

Model GI adalah salah satu model pengajaran di kelas dimana peserta didik bekerja secara kolaboratif dalam kelompok kecil untuk memeriksa, mengalami, dan memilih tema dan subtopik mereka (Sharan, 1992). Model GI dapat digunakan untuk mempelajari berbagai bidang studi, selama pertanyaan atau masalah yang sedang diselidiki cocok untuk penyelidikan yang luas (Mitchell *et al.*, 2008). Model pembelajaran ini menuntut siswa untuk memiliki kemampuan berkomunikasi dengan lancar (Octavia, 2020).

**b. Langkah - langkah model GI**

Pelaksanaan model GI menurut Pratami, Suhartono dan Salimi (2019) memuat tujuh langkah yang harus dilalui meliputi:

- 1.) Membentuk kelompok.
- 2.) Mengidentifikasi topik.
- 3.) Merencanakan investigasi.
- 4.) Melaksanakan investigasi.
- 5.) Menyiapkan laporan akhir.
- 6.) Mempresentasikan laporan akhir.
- 7.) Evaluasi.

Widayati dan Muaddab (2012) menjelaskan model GI dilakukan dengan sintak: pengarahan, buat kelompok heterogen dengan orientasi tugas, rencanakan pelaksanaan investigasi, tiap kelompok mendapatkan proyek tertentu, pengolahan dan penyajian data hasil investigasi, presentasi, kuis individual, buat skor perkembangan siswa, umumkan kuis dan berikan reward.

Sedangkan menurut Sharan (1980) pelaksanaan GI berlangsung melalui urutan enam tahap atau fase sebagai berikut:

- 1) Tahap 1: Menentukan topik dan mengatur ke dalam kelompok penelitian.

Siswa menyarankan berbagai topik dan mengklasifikasikan ide-ide mereka. Siswa bekerja sama dalam kelompok untuk mempelajari topik yang telah mereka pilih. Anggota kelompok dipilih berdasarkan minatnya dan harus beragam. Guru membantu mengumpulkan informasi dan memfasilitasi pengaturan.

2) Tahap 2: merencanakan penyelidikan.

Siswa bekerja sama untuk merencanakan tugas-tugas yang akan mereka pelajari, termasuk apa yang akan mereka pelajari, bagaimana mereka akan mempelajarinya, dan siapa yang akan melakukan apa. Pembagian kerja, alasan-alasan mengapa mereka meneliti subjek tersebut.

3) Tahap 3: Melakukan investigasi.

Siswa menyusun informasi, memeriksa fakta, dan menarik kesimpulan. Setiap anggota kelompok berkontribusi terhadap pekerjaan yang dilakukan kelompok. Siswa mendiskusikan, mengklarifikasi, dan mensintesis semua ide.

4) Tahap 4: Kelompok merencanakan Laporan.

Setiap anggota kelompok mengidentifikasi makna penting dari tugas mereka, mereka kemudian merencanakan apa yang harus dilaporkan dan

sistem menyampaikannya, untuk mengatur jadwal presentasi, perwakilan kelompok membuat panitia acara.

5) Tahap 5: Menyampaikan laporan akhir.

Presentasi di kelas, penonton harus dapat berpartisipasi aktif dalam bagian presentasi ini. Mereka mengevaluasi penampilan dan klarifikasi menggunakan standar yang disepakati oleh seluruh kelas.

6) Tahap 6: Evaluasi.

Siswa memberikan umpan balik kepada satu sama lain mengenai mata pelajaran, tugas yang mereka selesaikan, dan pengalaman mereka. Guru dan siswa bekerja sama dalam mengevaluasi pembelajaran siswa.

**c. Kelebihan Dan Kelemahan GI**

**a) Kelebihan Model GI**

- 1) Mendorong peserta didik mengklasifikasikan masalah, belajar bersama untuk menguasai pengetahuan dan mengembangkan kompetensi sosial (Ainiyah *et al.*, 2022).
- 2) Guru dapat membimbing siswa dalam mencari dan mengelola informasi secara

bersamaan dan memastikan kegiatan belajar yang dinamis (Joyce, 2003).

- 3) Meningkatkan jiwa kepemimpinan, kerja tim, dapat belajar lebih efisien, serta ketika bekerja sama dengan rekan-rekan mereka daripada sendiri (Sejpal, 2013).

#### **b) Kekurangan Model GI**

Beberapa kekurangan Model GI menurut Sejpal (2013) sebagai berikut :

- 1) Proses interaksi sosial memakan waktu. Fokus pada proses model mungkin menyulitkan untuk menjangkau semua konten tujuan.
- 2) Beberapa siswa mungkin tidak berpartisipasi sementara yang lain mengambil proyek penuh.
- 3) Guru harus secara konsisten memantau perilaku kelompok untuk mempertahankan perilaku tugas.

Berdasarkan paparan tersebut peneliti menyimpulkan bahwa model GI ini merupakan sebuah pembelajaran kelompok yang melibatkan peserta didik secara aktif dan terlibat sejak awal pembelajaran. Mulai dari menentukan topik sesuai

minat mereka, cara mereka melakukan investigasi dan bagaimana penyelesaiannya. Upaya peneliti dalam meminimalisir kelemahan model GI antara lain mempersiapkan topik yang akan dipelajari untuk mencapai konten yang dituju, memantau jalannya diskusi, dan membuat kesepakatan kerja dalam kelompok.

#### **4. Model Pembelajaran *Problem Based Learning* dipadu *Group Investigation***

Pembelajaran kooperatif yang menggabungkan model pembelajaran berbasis masalah dengan investigasi kelompok dianggap efektif untuk mendorong siswa mengadopsi pola pikir pemecahan masalah (Umatin, 2017). Pemikiran siswa akan distimulasi dan didorong melalui pembelajaran PBL-GI dengan memaparkannya pada berbagai situasi yang hadir di lingkungan terdekatnya. Penggabungan model PBL dan GI dapat dilihat pada langkah-langkah model pembelajaran PBL-GI ditunjukkan pada Tabel 2.1.

**Tabel 2. 1** Langkah-Langkah Pembelajaran PBL-GI

No.	Sintak PBL (Arends,2012)	Sintak GI (Sharan,1980)	Sintaks PBL- GI (Jewaru <i>et al.</i> ,2021)
1	Orientasi Masalah	-	Orientasi masalah
2	Organisasi belajar	Memilih topik dan mengatur ke dalam kelompok (heterogen)	Memilih topik dan mengatur ke dalam kelompok (heterogen)
3	Membimbing penyelidikan individu maupun kelompok	Merencanakan penyelidikan	Membimbing investigasi kelompok
4	-	Melakukan investigasi	
5	-	Merencanakan laporan (analisis)	Melakukan analisis data dan sintesis
6	Mengembangkan dan menyiapkan hasil karya	Menyampaikan laporan akhir (presentasi )	Presentasi hasil investigasi
7	Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Evaluasi	Evaluasi dan penguatan konsep

Purnomo, Santosa dan Tentama (2019) mengatakan model PBL dengan GI dibuat untuk membantu pengembangan kemampuan berpikir kritis pada siswa.

Model GI dapat membantu peserta didik dalam menemukan dan menciptakan pengetahuan mereka sendiri (Prasmala, 2016). Peserta didik akan memiliki kesempatan untuk mendapatkan pengalaman praktis sambil belajar berkat konsep PBL. Penggabungan kedua model tersebut dapat meningkatkan hasil belajar karena melibatkan siswa dalam proses mengetahui. Kedua metode ini akan mendorong komunikasi kelompok dan kolaborasi antar peserta didik. Menggabungkan dua aspek paradigma ini juga dapat mengarah pada pengembangan pemikiran kritis, pemecahan masalah, kerja sama dalam kelompok, dan keterampilan komunikasi lisan dan tulisan (Ritonga, 2020).

Penggabungan kedua model ini dapat memberikan kelebihan pada masing-masing kekurangan yang dimiliki oleh model PBL ataupun GI. Model pembelajaran yang dapat melatih keterampilan berpikir kritis adalah PBL namun pada PBL masih terdapat kekurangan seperti kelompok yang dibentuk cenderung homogen dan fokus pada satu topik permasalahan saja sedangkan pada model GI peserta didik dilibatkan pada penentuan topik atau sub topik yang akan mereka pelajari tanpa orientasi masalah, sehingga tidak fokus pada tujuan materi yang ingin di capai.

Berdasarkan penjelasan diatas, model PBL-GI diharapkan dapat memberikan pengaruh yang baik seperti mewajibkan siswa untuk belajar membentuk kelompok heterogen, pada penelitian ini setiap kelompok terdiri dari peserta didik dengan kemampuan tinggi, sedang dan rendah. Membahas berbagai topik berbeda berdasarkan permasalahan yang akan diinvestigasikan sesuai dengan tujuan pembelajaran yang ditentukan. Model PBL yang dipadu GI dilakukan dalam kelompok-kelompok kecil, memungkinkan siswa untuk menghadapi berbagai pendapat kompleks dari anggota kelompok mereka. Hal ini diharapkan dapat membantu siswa memahami berbagai konsep satu dengan yang lain selama proses pembelajaran.

## **5. Keterampilan Berpikir Kritis**

Keterampilan berpikir kritis merupakan salah satu jenis berpikir tingkat tinggi yang diperkenalkan oleh John Dewey pada tahun 1910 (Hitchcock, 2017). *The National Council for Excellence in Critical Thinking* mendefinisikan berpikir kritis sebagai proses pemikiran terdisiplin dimulai dengan kemampuan dan kapasitas untuk menciptakan konsep, menerapkan, menganalisis, mensintesis, dan mengevaluasi informasi yang diperoleh

melalui observasi, refleksi, atau komunikasi serta tindakan (Bachtiar, 2022). Membangun keterampilan berpikir kritis membutuhkan langkah-langkah berpikir rasional dan sistematis. Proses berpikir kritis juga melibatkan pengamatan dan analisis terus-menerus terhadap persamaan, perbedaan, dan hubungan sebab-akibat (Sari *et al.*, 2021). Oleh karena itu, berpikir kritis sering dikenal sebagai bentuk berpikir yang paling bertanggung jawab sehingga setiap orang membutuhkan kemampuan berpikir kritis untuk menghadapi tantangan hidup (Khasanah dan Azizah, 2018)

Lebih lanjut berpikir kritis merupakan satu dari empat aspek keterampilan yang diperlukan (Basri *et al.*, 2019). Keterampilan berpikir kritis sangat penting untuk membantu peserta didik mengembangkan kemampuan mempertimbangkan masalah secara kritis dan menyelesaikannya. Peserta didik atau remaja sangat penting mempelajari keterampilan berpikir kritis agar mereka dapat menjadi penemu sekaligus pengkritik informasi baru. Pendidik perlu mengembangkan dan mengenali keterampilan berpikir kritis yang bisa diterapkan dalam proses pembelajaran dan membantu persiapan peserta didik untuk masa depan (Novianti, 2020).

Seseorang dapat dikatakan memiliki karakteristik pemikir kritis jika seseorang dapat mengaitkan ide-ide secara logis, merumuskan ide secara singkat dan akurat, mengenali, membangun, dan menilai argumen, mengevaluasi sudut pandang yang berbeda terhadap suatu keputusan, serta menilai bukti dan hipotesis. (Haryanti dan Febriyanto, 2017). Keterampilan berpikir kritis peserta didik dapat dinilai dan diukur menggunakan bermacam-macam indikator menurut para ahli, salah satunya indikator yang dikemukakan oleh Ennis (1996) yaitu *focus*, *reason*, *inference*, *situation*, *clarity* dan *overview*. *Focus* yaitu memusatkan perhatian pada pertanyaan yang tercantum dalam pertanyaan untuk mengambil keputusan tentang apa yang diyakini. *Reason* adalah menyadari argumen yang mendukung atau menentang keputusan yang diambil berdasarkan fakta yang tercantum dalam pertanyaan. *Inference* adalah kesimpulan yang meyakinkan atau beralasan. *Situation* adalah memahami konteks dan menjaga fokus dalam berpikir untuk membantu memperjelas pertanyaan dan memahami makna sebagai penopang keputusan yang diambil. *Clarity* adalah mampu menjelaskan makna atau arti istilah yang dipakai, dan *Overview* adalah memeriksa kembali dan meneliti keputusan yang diambil secara

menyeluruh. Penelitian ini menggunakan indikator berpikir kritis menurut facione yaitu interpretasi, analisis, inferensi, evaluasi, penjelasan, dan regulasi diri. Secara umum digambarkan pada Tabel 2.2.

**Tabel 2.2** Aspek dan Indikator Keterampilan Berpikir Kritis dalam Penelitian

<b>Keterampilan</b>	<b>Sub-Indikator</b>
<b>Interpretasi</b>	a. Mengelompokkan b. Menjadikan arti c. Makna jelas
<b>Analisis</b>	a. Menguji ide-ide b. Mengidentifikasi argumen-argumen c. Menganalisis argumen-argumen
<b>Evaluasi</b>	a. Menilai kredibilitas pertanyaan b. Menilai kualitas argumen-argumen yang dibuat dengan menggunakan pertimbangan induktif dan deduktif c. Membuat dan menentukan hasil pertimbangan
<b>Inferensi</b>	a. Meminta bukti b. Menduga alternatif c. Menarik kesimpulan
<b>Penjelasan</b>	a. Menyatakan hasil b. Mendukung prosedur c. Menyajikan argument
<b>Pengaturan Diri</b>	a. Pemeriksaan diri b. Perbaikan diri

Sumber : (Facione, 2015)

Secara rinci enam indikator menurut Facione (2015) dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Interpretasi adalah proses memahami dan menyampaikan makna dari berbagai situasi, data, pertimbangan, keyakinan, prosedur, atau kriteria.
- 2) Analisis yaitu mengidentifikasi keterkaitan antara pernyataan, pertanyaan, konsep, dan elemen lainnya untuk mengekspresikan keyakinan dan pendapatnya dalam upaya menyelesaikan suatu masalah.
- 3) Evaluasi yaitu menilai kredibilitas dari pernyataan, pertimbangan, maupun keyakinannya untuk memperbaiki kesalahan yang dilakukan dalam proses pemecahan masalah.
- 4) Inferensi yaitu mengidentifikasi aspek-aspek yang dibutuhkan dalam penarikan kesimpulan.
- 5) Penjelasan yaitu menyajikan hasil dari berpikir kritis dengan menyampaikan argumen serta meyakinkan seseorang terhadap proses pemecahan masalah yang telah dilakukan.
- 6) Regulasi Diri yaitu kemampuan seseorang untuk menyadari dan mengevaluasi aktivitas kognitifnya sendiri, unsur-unsur yang digunakan dalam aktivitas tersebut, serta hasilnya dengan menggunakan analisis dan evaluasi, untuk mengonfirmasi, memvalidasi, dan mengoreksi hasil penalaran sebelumnya.

Setiap peneliti menggunakan kriteria yang berbeda untuk memilih indikator yang akan digunakan dalam penelitian. Peneliti telah menilai dengan matang bahwa indikator yang digunakan yaitu indikator yang dikemukakan oleh Facione karena frasa yang sederhana dan mudah dipahami. Indikator ini juga sesuai dengan sintak pada model pembelajaran yang diteliti. Hal ini sejalan dengan pendapat Kurniyasari, Hidayat dan Harfian (2019) yang menyatakan indikator milik Facione adalah yang terbaru, telah diperbaiki dan diurutkan ulang, masing-masing indikator dijelaskan dengan cara yang lebih sederhana menggunakan kata benda dan contoh, sehingga lebih mudah diterapkan dalam konteks pendidikan.

## **6. Materi Hukum Dasar Kimia**

Para ahli kimia mengemukakan teori-teori tentang perhitungan zat melalui berbagai eksperimen dan observasi. Teori-teori ini kemudian diuji dan dibuktikan, dan akhirnya dijadikan sebagai hukum dasar kimia. Hal yang digambarkan dalam persamaan reaksi adalah rumus kimia dari zat-zat yang menjadi reaktan yang terletak di sebelah kiri anak panah, dan zat-zat yang menjadi produk reaksi yang terletak di sebelah kanan anak panah. Anak panah menunjukkan "membentuk" atau "bereaksi

menjadi". Ada empat bentuk atau keadaan berbeda dari zat-zat yang terlibat dalam reaksi kimia: gas (g), cairan (*liquid* atau l), padatan (*solid* atau s), dan larutan (*aqueous* atau aq). Koefisien reaksi merupakan angka di depan rumus kimia zat-zat dalam persamaan reaksi, digunakan untuk menyeimbangkan jumlah atom sebelum dan setelah reaksi (Utami *et al.*, 2009).

**a) Hukum Kekekalan Massa (Lavoisier)**

Antoine Laurent Lavoisier melakukan pengukuran berat zat sebelum bereaksi, lalu mengukur hasil reaksinya. Ia menemukan bahwa massa zat sebelum dan sesudah reaksi selalu tetap. Hasil temuannya ini, Lavoisier membuat kesimpulan hukum kekekalan massa, yang menyatakan bahwa: "Dalam sistem tertutup, massa zat sebelum dan sesudah reaksi tetap sama". Perubahan materi yang sering diamati pada kehidupan sehari-hari umumnya terjadi dalam lingkungan terbuka. Apabila ada gas yang dihasilkan dari reaksi (seperti saat membakar kertas), maka massa zat yang tersisa dapat menjadi lebih kecil daripada massa awalnya. (Utami *et al.*, 2009).

Contoh : 2 gram hidrogen beraksi dengan 16 gram oksigen membentuk 18 gram air ( $H_2O$ ) (Sulastris,

2017). Hukum ini juga bisa dijelaskan dengan kalimat berikut: “Dalam setiap reaksi kimia, tidak ada perubahan dalam massa yang dapat dideteksi, yang berarti materi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan” (Rahayu, 2009).

### b) Hukum Perbandingan Tetap (Proust)

Joseph Louis Proust menemukan satu sifat penting dari senyawa yang disebut hukum perbandingan tetap pada tahun 1799.

**Tabel 2. 3** Hasil Eksperimen Proust

Massa hidrogen yang direaksikan (gram)	Massa oksigen yang direaksikan (gram)	Massa air yang terbentuk (gram)	Sisa hidrogen atau oksigen (gram)
1	8	9	-
2	8	9	1 g hidrogen
1	9	9	1 g oksigen
1	16	18	-

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa setiap 1 gram gas hidrogen yang bereaksi dengan 8 gram oksigen menghasilkan 9 gram air. Hal ini menunjukkan bahwa perbandingan massa hidrogen dan oksigen dalam air tetap konstan, yaitu 1:8, tidak peduli seberapa banyak air yang terbentuk. Berdasarkan penelitian yang dilakukannya terhadap berbagai senyawa, Proust menyimpulkan

bahwa "Perbandingan massa unsur-unsur dalam suatu senyawa adalah konstan dan tetap." (Setyawati, 2009).

**c) Hukum Perbandingan Berganda (Dalton)**

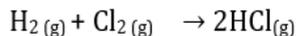
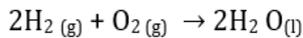
Senyawa paling sederhana umumnya terbentuk dari gabungan dua unsur tunggal (senyawa biner), di mana setiap unsur berkontribusi dengan satu atom. Namun, seringkali terdapat dua jenis unsur yang dapat bergabung membentuk lebih dari satu senyawa dengan komposisi yang tertentu. Unsur Nitrogen dan Oksigen pada kondisi yang berbeda-beda dapat membentuk senyawa yang berbeda-beda pula, bisa sebagai NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O dan N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Dari hasil penyelidikan dalton diketahui bahwa:

"Jika dua unsur bergabung membentuk lebih dari satu senyawa dan jika massa salah satu unsur dalam senyawa tersebut sama, sedangkan massa unsur lainnya berbeda, maka perbandingan massa unsur lainnya dalam senyawa tersebut merupakan bilangan bulat sederhana." (Sulastri, 2017).

Contoh : Nitrogen dan Oksigen dapat membentuk senyawa-senyawa N<sub>2</sub>O, NO, N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, dan N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>.

#### d) Hukum Perbandingan Volume (Gay-Lussac)

Pada tahun 1808, Joseph Louis Gay Lussac melakukan eksperimen yang mirip dengan menggunakan berbagai jenis gas. Ia menemukan bahwa perbandingan volume gas-gas dalam reaksi selalu berupa bilangan bulat sederhana. Eksperimen Gay Lussac tersebut dapat dijelaskan dalam bentuk persamaan reaksi berikut.



Dari percobaan ini, Gay Lussac merumuskan hukum perbandingan volume (hukum Gay Lussac):

“Pada suhu dan tekanan yang sama, volume gas-gas yang bereaksi dan volume gas-gas hasil reaksi berbanding sebagai bilangan bulat sederhana.”

Hukum perbandingan volume dari Gay Lussac dapat kita nyatakan sebagai berikut. “Perbandingan volume gas-gas sesuai dengan koefisien masing-masing gas.”

Dua buah gas (misalnya gas A dan gas B) yang tercantum dalam satu persamaan reaksi, berlaku hubungan:

$$\frac{\text{Volume A}}{\text{Volume B}} = \frac{\text{Koefisien A}}{\text{Koefisien B}}$$

(Utami *et.al.*, 2009)

### e) Hipotesis Avogadro

Suatu eksperimen menunjukkan bahwa ketika jumlah mol gas dinaikkan dua kali lipat (pada suhu dan tekanan tetap), volumenya naik dua kali lipat. Jadi, volume gas sebanding dengan jumlah mol jika suhu dan tekanannya tetap. Hubungan antara volume dan mol dapat disajikan sebagai berikut:

$$V = a \cdot n$$

Simbol  $V$  merupakan volume gas,  $n$  merupakan jumlah mol, dan  $a$  konstan. Berdasarkan persamaan tersebut, dapat disimpulkan bahwa hipotesis Avogadro menyatakan “Pada suhu dan tekanan yang sama, semua gas yang volumenya sama akan mengandung jumlah molekul yang sama” (Zumdahl, 2007).

## B. Kajian Penelitian yang Relevan

Sebelum penulis melakukan penelitian ini, telah ada peneliti yang membahas tentang model pembelajaran PBL-GI yang menjadi landasan penelitian ini, diantaranya adalah:

- 1) Penelitian yang dilakukan oleh Utami et al., (2017) didapatkan pengaruh positif pembelajaran PBL dengan strategi GI terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Besar pengaruh pendekatan terhadap kemampuan berpikir kritis siswa yakni 52,1%. Persamaan penelitian ini terletak pada aspek yang diukur yaitu kemampuan berpikir kritis dan model yang digunakan yaitu PBL-GI. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu pada penelitian ini model pembelajaran tersebut diterapkan pada pelajaran matematika sedangkan penelitian yang akan dilakukan pada pelajaran kimia.
- 2) Penelitian yang dilakukan oleh Palari, Paputungan, & Kunusa (2018) menunjukkan bahwa terdapat pengaruh penerapan model pembelajaran *Group Investigation* (GI) berbasis *Problem Based Learning* (PBL) terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa pada materi reaksi redoks. Hal ini dibuktikan pada taraf signifikan  $\alpha = 0,05$  dengan  $dk = 48$  diperoleh nilai  $t_{hitung} > t_{tabel}$  atau  $12,8285 > 1,67722$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu model yang digunakan adalah penggabungan model PBL dan

GI sedangkan perbedaannya terletak pada materi yang digunakan dan aspek yang diukur.

- 3) Penelitian yang dilakukan Jewaru, Suwasono & Asim (2021) menunjukkan bahwa kemampuan pemecahan masalah siswa pada kelas PBL-GI (KE) lebih tinggi dari siswa kelas PBL (KK). Hal ini dibuktikan dengan uji-t, diperoleh  $t_{hitung} = 3,021$  dengan  $Sig. = 0,002$ . Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu model pembelajaran yang digunakan. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan terletak pada materi pelajaran dan aspek yang diukur.
- 4) Penelitian yang dilakukan Jusriana, Wayong dan Ratnasari (2022) menunjukkan hasil belajar fisika dari kelas XI di SMA Negeri 1 Bantaeng menggunakan metode *Problem Based Learning* yang dikombinasikan dengan metode *Group Investigation* mengalami peningkatan dibuktikan dari hasil uji hipotesis t-test yaitu 22.031 sedangkan t-tabel terhitung 1.7613. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu model pembelajaran yang digunakan PBL-GI sedangkan perbedaannya terletak pada pembelajaran yang digunakan dan aspek yang diukur.

- 5) Penelitian Azizah & Aloysius (2023) menunjukkan bahwa *blended learning* dengan model PBL-GI efektif dalam mengembangkan berpikir kritis siswa karena hasil penelitian menunjukkan nilai signifikansi  $0,012 < 0,05$  dan kemampuan pemecahan masalah siswa menunjukkan nilai signifikansi sebesar  $0,036 < 0,05$ . Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu keduanya menggunakan model pembelajaran PBL-GI dan mengukur aspek berpikir kritis sedangkan perbedaanya penelitian tersebut dilakukan secara *blended learning*, pada pembelajaran biologi dan juga mengukur aspek lainnya yaitu pemecahan masalah.

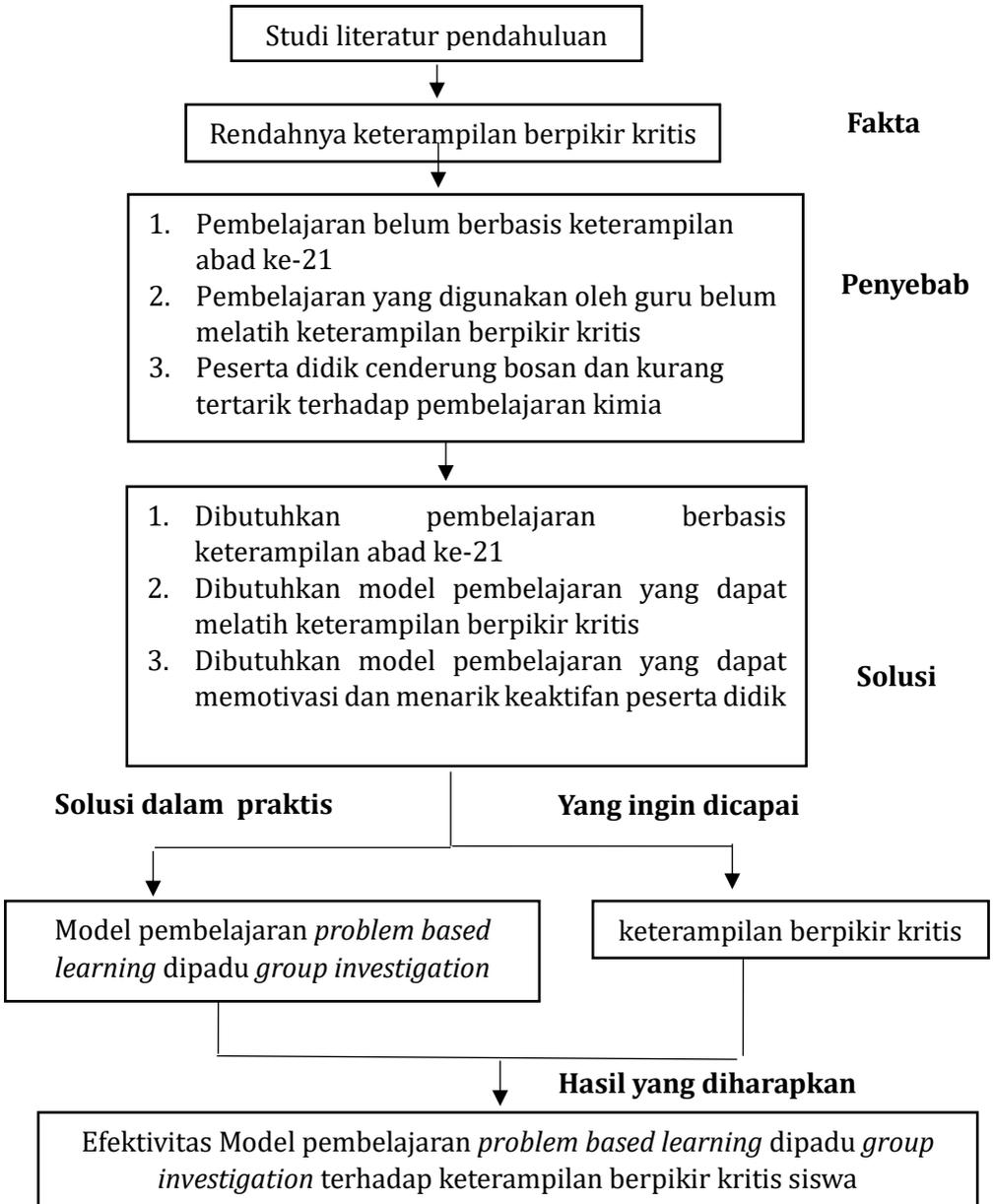
Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti terdahulu, maka penulis berkeinginan melakukan penelitian tentang pengaruh Model Pembelajaran kimia PBL dipadu GI terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi hukum dasar kimia.

### **C. Kerangka Berpikir**

Pembelajaran di Indonesia masih belum menerapkan pembelajaran yang melatih keterampilan berpikir kritis siswa. Kenyataannya strategi pembelajaran yang dilakukan tidak memperhatikan kebutuhan siswa

dan cenderung menggunakan metode ceramah dan tanya jawab dengan alasan bahwa metode-metode tersebut tidak memerlukan persiapan, dapat mencakup jumlah materi yang banyak, dan waktu yang digunakan sedikit. Upaya perbaikan dengan menerapkan strategi pembelajaran yang inovatif. Era modern seperti sekarang ini berpikir kritis menjadi konsep yang sangat penting dalam pembelajaran, karena dengan memiliki keterampilan berpikir kritis siswa dapat memilah informasi dengan lebih hati-hati dan mampu menyinkronkan apa yang dianggap benar dan salah.

Salah satu model pembelajaran tersebut adalah model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) yaitu model yang dapat membangkitkan minat siswa, nyata, dan sesuai untuk membangun kemampuan intelektual. Model PBL ini sangat cocok dan sering digunakan dalam inovasi pembelajaran akhir – akhir ini namun masih memiliki beberapa kekurangan yang mengurangi efektivitasnya sehingga peneliti ingin memadukannya dengan model GI yang memiliki karakteristik yang hampir sama namun saling melengkapi kekurangan dan diharapkan keefektifan pembelajaran terhadap keterampilan berpikir kritis juga memiliki pengaruh yang signifikan. Adapun kerangka berpikir pada penelitian ini sebagai berikut:



**Gambar 2. 2** Kerangka Berpikir

#### **D. Hipotesis Penelitian**

Hipotesis adalah pernyataan atau dugaan yang dapat diuji kebenarannya melalui penelitian atau eksperimen. Dalam penelitian ini, penulis bermaksud membuktikan hipotesis bahwa:

$H_0$  : Model pembelajaran PBL-GI tidak efektif terhadap keterampilan berpikir kritis siswa.

$H_a$  : Model pembelajaran PBL-GI efektif terhadap keterampilan berpikir kritis siswa.

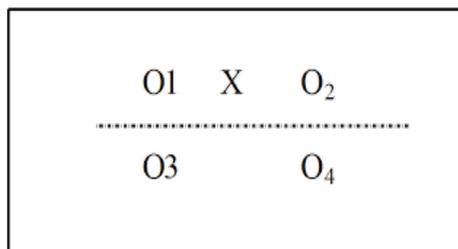
## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### A. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif dapat diartikan pendekatan penelitian yang menghasilkan penelitian berupa temuan-temuan baru yang diperoleh dengan prosedur-prosedur statistik atau dengan cara lainnya seperti pengukuran (Jakni, 2016). Penelitian kuantitatif berfokus pada objektivitas dan sangat sesuai ketika ada kemungkinan untuk mengumpulkan ukuran variabel dan kesimpulan yang dapat diukur dari sampel populasi. Penelitian kuantitatif mengadopsi prosedur terstruktur dan instrumen formal untuk pengumpulan data. Data dikumpulkan secara objektif dan sistematis. Terakhir, analisis data numerik dilakukan melalui prosedur statistik, sering kali menggunakan perangkat lunak seperti SPSS (Queirós et al., 2019). Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen. Bailey (1978) menyatakan bahwa: "*Eksperimen adalah metode yang sangat terkontrol untuk mencoba menunjukkan adanya hubungan kausal antara satu atau lebih variabel independen dan satu atau lebih variabel dependen.*" Melakukan eksperimen, kita dapat secara langsung menunjukkan bagaimana satu variabel yang diteliti berpengaruh, serta menunjukkan hubungan sebab-

akibat antara variabel yang bebas dan variabel yang tergantung. Eksperimen ini juga dapat digunakan untuk menguji hipotesis yang telah dirumuskan sebelumnya. (Royantoro *et al.*, 2018). *Quasi Experimental Design* merupakan desain eksperimen yang digunakan dalam penelitian ini. Desain ini dipilih karena cocok dengan penelitian yang akan dilakukan, di mana kelompok kontrol tidak sepenuhnya dapat mengendalikan variabel-variabel luar yang dapat mempengaruhi hasil penelitian (Sugiyono, 2017). Bentuk *Quasi Experimental Design* yang dipilih adalah *Nonequivalent Control Group Design*. Penelitian ini dilakukan pada dua kelas yaitu kelas kontrol yang menerapkan model pembelajaran konvensional dan kelas eksperimen yang menerapkan model pembelajaran PBL-GI. Kelas eksperimen adalah kelompok yang dipengaruhi oleh variabel-variabel tertentu (Nasution, 2012). Awal pembelajaran, kedua kelas tersebut melakukan *pretest*, dan di akhir dilakukan *posttest*. Desain penelitiannya tersaji di Gambar 3.1.



**Gambar 3. 1** Desain Penelitian  
Sumber : Sugiyono (2017)

Keterangan :

O1 : *Pretest* kelas eksperimen

O2 : *Posttest* kelas eksperimen

O3 : *Pretest* kelas kontrol

O4 : *Posttest* kelas kontrol

X : Pembelajaran model PBL-GI

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

### **1. Tempat Penelitian**

Penelitian yang akan dilakukan penulis dilaksanakan di SMAN 80 Jakarta Jl. Sunter Karya Utara No.V, Sunter Agung, Kec. Tj. Priok, Kota Jkt Utara, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 14350.

### **2. Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada semester Genap bulan Maret sampai April tahun ajaran 2023/2024.

## **C. Populasi dan Sampel**

### **1. Populasi Penelitian**

Populasi adalah unit -unit yang darinya sampel dipilih (Ismaya, 2019). Populasi merupakan sebuah wilayah generalisasi yang terdiri atas obyek atau subyek yang mempunyai karakteristik tertentu sehingga ditetapkan oleh peneliti agar dipelajari, kemudian diambil kesimpulannya (Sugiyono, 2017). Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas X MIPA SMA Negeri 80 Jakarta utara tahun ajaran 2023/2024

berjumlah 236 siswa dengan rincian sebagaimana Tabel 3.1

**Tabel 3. 1** Jumlah Peserta Didik Kelas

<b>Kelas</b>	<b>Jumlah siswa</b>
X-1	34 siswa
X-2	33 siswa
X-3	35 siswa
X-4	33 siswa
X-5	34 siswa
X-6	34 siswa
X-7	35 siswa

## 2. Sampel Penelitian

Sampel adalah representasi dari karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut. Pengambilan sampel terjadi ketika populasi besar dan keterbatasan waktu atau sumber daya mencegah peneliti untuk mempelajari seluruhnya. Arikunto (2006) mengemukakan jika populasi penelitian berjumlah kurang dari 100, maka seluruhnya dijadikan sampel. Namun, jika populasi penelitian melebihi 100, sampel dapat diambil dalam rentang antara 10-15%, 20-25%, atau lebih dari populasi tersebut. Pada penelitian ini, penarikan sampel yang digunakan didasarkan pada teknik *Cluster Random Sampling*. Populasi dibagi menjadi beberapa kelompok, di mana setiap kelompok terdiri dari beberapa elemen. Berdasarkan semua

kelompok tersebut, beberapa di antaranya dipilih sebagai sampel (Fauzy, 2019). Penelitian ini menggunakan 2 kelas terpilih yaitu X-5 sebagai kelas eksperimen dan X-6 sebagai kelas kontrol.

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

Variabel merupakan suatu komponen yang utama yang dijadikan sebagai fokus penelitian yang akan diteliti. Penelitian ini memiliki variabel bebas (*independent variabel*) dan variabel terikat (*dependent variabel*).

##### **1. Variabel bebas**

Variabel bebas adalah variabel yang memengaruhi, menjelaskan, atau menerangkan variabel yang lain. Variabel ini menyebabkan perubahan pada variabel terikat (Yusuf, 2017). Pada penelitian ini variabel bebasnya adalah model pembelajaran *Problem Based Learning* dipadu *Group Investigation*.

##### **2. Variabel terikat**

Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas. Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi atau dijelaskan oleh variabel bebas, tetapi tidak mempengaruhi variabel lainnya (Yusuf, 2017). Pada penelitian ini yang menjadi variabel terikatnya

keterampilan berpikir kritis pada materi hukum dasar kimia.

## **E. Teknik Instrumen Pengumpulan Data**

### **1. Wawancara**

Teknik wawancara digunakan dalam pengumpulan data untuk studi pendahuluan guna mengidentifikasi permasalahan yang akan diteliti dan mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang responden (Sugiyono, 2017).

### **2. Tes**

Pelaksanaan pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan instrumen tes keterampilan berpikir kritis yang dituangkan dalam beberapa butir soal *essay* pada materi hukum dasar kimia yang diberikan dalam bentuk *pretest* dan *posttest*. Kemampuan berpikir kritis dapat diukur dari soal-soal yang diberikan. Tes adalah instrumen tertulis yang berisi serangkaian pertanyaan untuk mengukur tingkat kemampuan seseorang (Sukendra dan Atmaja, 2020).

## **F. Validitas dan Reliabilitas Instrumen**

### **1. Uji Validitas Ahli**

Validitas menurut Arikunto (2006) adalah metrik yang menunjukkan tingkat validitas suatu instrumen. Validasi instrumen tes untuk berpikir kritis dapat

dilakukan dengan mengumpulkan pendapat dari para ahli (*expert judgement*). Instrumen disusun berdasarkan aspek-aspek yang akan diukur dan dikonsultasikan kepada para ahli untuk menilai kelayakan instrumen tersebut. Hasil penilaian rater, selanjutnya dilakukan perhitungan validitas ahli dengan formula Aiken's V sebagai berikut (Aiken, 1985):

$$V = \frac{\sum s}{n(c-1)}$$

Keterangan :

V = indeks validitas butir

s = r-lo

$\sum s = s_1 + s_2 + \dots$

n = banyaknya rater

c = angka penilaian validitas yang tertinggi (misalnya 4)

lo = angka penilaian validitas yang terendah (misalnya 1)

r = angka yang diberikan oleh seorang penilai.

klarifikasian hasil validitas yang diperoleh di tunjukkan pada Tabel 3.2

**Tabel 3. 2** Klasifikasi Koefisien Validitas Aiken's (V)

Nilai Koefisien	Validitas
<b>Validitas Aiken (v)</b>	
$0,8 < V \leq 1$	Sangat Valid (Tinggi)
$0,4 < V \leq 0,8$	Cukup Valid (Sedang)
$0 < V \leq 0,4$	Kurang Valid (Rendah)

Sumber : (Hsu *et al.*, 2015)

## 2. Uji Validitas Konstruk

Setelah uji kevalidan oleh para ahli selanjutnya butir soal instrumen diuji kepada peserta didik yang telah mempelajari materi hukum dasar kimia sebelumnya. Menggunakan algoritma korelasi *product moment*, koefisien validitas alat penelitian ini dihitung. Evaluasi validitas berbasis korelasi dengan membandingkan skor item dengan skor keseluruhan (jumlah dari semua item dalam satu variabel). Validitas instrumen soal berpikir kritis menggunakan rumus *product moment* dibantu dengan program SPSS 25. Dasar pengambilan uji validitas *person's product moment* menurut Priyatno (2010) nilai  $r_{hitung}$  yang diperoleh dari hasil pengolahan data dibandingkan dengan  $r_{tabel}$  pada tingkat signifikansi 0,05 menggunakan uji dua sisi. Kaidah pengujian sebagai berikut:

- 1) Jika  $r_{hitung} > r_{tabel}$  maka korelasi signifikan dikatakan valid.
- 2) Jika  $r_{hitung} < r_{tabel}$  maka korelasi signifikan dikatakan tidak valid.

## 3. Uji Reliabilitas

Reliabilitas adalah tingkat ketepatan atau keakuratan suatu alat ukur dalam melakukan pengukuran (Sukendra dan Atmaja, 2020). Suatu tes atau

alat evaluasi dikatakan handal jika dapat dipercaya, konsisten, stabil, dan produktif. Tes hasil belajar berbentuk uraian atau esai umumnya menggunakan rumus alpha untuk mengukur reliabilitasnya. Pengujian reliabilitas menggunakan bantuan SPSS 25, adapun menurut dasar pengambilan keputusan dalam uji reliabilitas adalah sebagai berikut:

- 1) Jika nilai *Cronbach's Alpha*  $> 0,60$  maka kuesioner atau angket dinyatakan reliabel atau konsisten.
- 2) Sementara, jika nilai *Cronbach's Alpha*  $< 0,60$  maka kuesioner atau angket dinyatakan tidak reliabel atau tidak konsisten (Gunawan, 2018).

#### **4. Uji Tingkat Kesukaran**

Bermutu atau tidaknya butir-butir soal tes hasil belajar dapat diketahui dari derajat kesukaran yang dimiliki oleh masing-masing butir soal. Pengukuran tingkat kesukaran soal biasanya dilakukan untuk memastikan soal-soal yang digunakan dalam suatu tes dapat mengukur dengan tepat kemampuan atau pengetahuan yang ingin diuji (Sugiyono, 2017). Tingkat kesukaran tes penelitian ini diuji menggunakan bantuan SPSS 25. Menentukan indeks kesukaran dengan membagi nilai *mean* dengan skor maksimum kemudian diinterpretasi sesuai yang ditunjukkan pada Tabel 3.3.

**Tabel 3. 3** Interpretasi Tingkat Kesukaran Butir Soal

<b>Besarnya TK</b>	<b>Kategori Tingkat Soal</b>
$0,00 \leq TK < 0,30$	Sukar
$0,30 \leq TK < 0,70$	Sedang
$0,70 \leq TK \leq 1,00$	Mudah

Sumber: Arikunto (2006)

## 5. Uji Daya Beda

Daya beda suatu item diungkapkan oleh kekuatan pembedanya. Item untuk mengidentifikasi antara siswa yang mampu dan tidak mampu. Daya pembeda adalah ukuran seberapa baik butir soal tersebut dapat mengidentifikasi kemampuan peserta didik, bandingkan siswa yang telah mencapai ketuntasan dengan siswa yang kurang ketuntasan (Arifin, 2011). Uji daya beda ini dihitung dengan bantuan SPSS 25 dan diinterpretasi sesuai yang ditunjukkan pada Tabel 3.4.

**Tabel 3. 4** Klasifikasi Daya Beda

<b>Daya Pembeda</b>	<b>Interpretasi</b>
$DP < 0,20$	Jelek
$0,21 \leq DP \leq 0,40$	Cukup
$0,41 \leq DP \leq 0,70$	Baik
$0,71 \leq DP \leq 1,00$	Sangat baik

Sumber: Sudijono (2015)

## G. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data adalah metode untuk menganalisis data sehingga dapat menghasilkan informasi

dan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan. Analisis data pada penelitian, peneliti menggunakan:

### **1. Uji Prasyarat Analisis**

Uji prasyarat analisis bertujuan untuk mengevaluasi apakah data yang telah terkumpul memenuhi syarat-syarat yang diperlukan untuk dilakukan analisis menggunakan teknik yang telah direncanakan. Uji tersebut diantaranya:

#### **a. Uji Normalitas**

Uji normalitas dimanfaatkan untuk menentukan apakah data yang dikumpulkan memiliki distribusi normal atau tidak. Data dikatakan normal apabila nilai signifikansi (Sig.)  $> 0.05$ . Sedangkan data dikatakan tidak normal apabila nilai signifikansi (Sig.)  $\leq 0.05$ . Uji statistik yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji *Shapiro Wilk* yang berbantuan SPSS 25. Uji *Shapiro Wilk* adalah uji normalitas yang digunakan apabila jumlah sampel kurang dari 50 (Mohd Razali dan Bee Wah, 2011).

#### **b. Uji Homogenitas**

Uji homogenitas digunakan untuk menilai apakah variasi antara populasi tersebut sama atau tidak (Gunawan, 2018). Perhitungan

homogenitas digunakan untuk membandingkan nilai hasil *pretest* dan *posttest* dengan ketentuan jika  $F_{hitung}$  lebih besar dari taraf signifikansi 0,05 maka nilai tes tersebut tidak memiliki perbedaan varians atau homogen (Gunawan, 2018). Uji statistik yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji *levene* yang berbantuan dengan SPSS 25.

## 2. Uji Hipotesis

Uji hipotesis adalah prosedur yang menghasilkan keputusan untuk menerima atau menolak hipotesis yang telah diajukan oleh peneliti sebelumnya (Sugiyono, 2017). Uji hipotesis dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan Uji t dengan bantuan SPSS 25.

Uji t ini dilakukan untuk menguji hipotesis dalam penelitian tentang pengaruh variabel bebas secara parsial terhadap variabel terikat. Pengujian hipotesis statistik sebagai berikut:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_a : \mu_1 \neq \mu_2$$

Penjelasan :

$\mu_1$  : Rata-rata keterampilan berpikir kritis kelas eksperimen

$\mu_2$  : Rata-rata keterampilan berpikir kritis kelas kontrol

Dengan pengujian hipotesis penelitian sebagai berikut :

$H_0$  : Model pembelajaran PBL-GI tidak efektif terhadap keterampilan berpikir kritis siswa

$H_a$  : Model pembelajaran PBL-GI efektif terhadap keterampilan berpikir kritis siswa

Hasil perhitungan dibandingkan berdasarkan taraf signifikansi 5% dengan kriteria:

- a. Menolak  $H_0$ , jika signifikan  $< 0,05$  dan  $H_a$  diterima
- b. Terima  $H_0$ , jika signifikan  $> 0,05$  dan  $H_a$  ditolak

Penelitian menggunakan uji *independent sample t-test* dilakukan karena penelitian menggunakan dua sampel yang tidak terkait, yaitu memiliki kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, untuk menguji perbedaan antara kedua sampel tersebut.

### 3. Uji gain ternormalisasi (N-Gain)

Uji N-Gain dilakukan untuk mengetahui peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik setelah diberikan perlakuan. Peningkatan ini diperoleh dari perbedaan nilai *pretest* dan *posttest* yang dicapai oleh peserta didik. Gain ternormalisasi adalah perbandingan antara gain aktual dengan gain maksimum (Hake, 1999). Skor gain aktual adalah nilai gain yang dicapai oleh peserta didik, sementara skor gain maksimum adalah nilai gain tertinggi yang dapat dicapai oleh peserta didik. Uji statistik N-Gain adalah metode yang memberikan gambaran tentang peningkatan skor hasil pembelajaran sebelum dan setelah penerapan model pembelajaran PBL-GI. Perhitungan skor gain ternormalisasi (N-Gain) dapat dinyatakan dalam rumus berikut:

$$N - Gain = \frac{\text{mean skor } posttest - \text{mean skor } pretest}{\text{nilai maksimal} - \text{mean skor } pretest}$$

**Tabel 3. 5** Interpretasi Skor N-Gain

Nilai N-Gain	Kriteria
$g < 0,3$	Rendah
$0,3 \leq g \leq 0,7$	Sedang
$0,7 > g$	Tinggi

Sumber : Hake (1999)

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Deskripsi Hasil Penelitian

Penelitian efektivitas model pembelajaran kimia *Problem Based Learning* dipadu dengan *Group Investigation* terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi hukum dasar kimia dilakukan di SMAN 80 Jakarta. Penelitian ini menggunakan desain *Quasi Experimental* dengan bentuk *Nonequivalent Control Group Design*. Sampel penelitian ini berjumlah 68 siswa yang terdiri dari kelas X-5 sebagai kelas eksperimen dan X-6 sebagai kelas kontrol. Kelas kontrol dan kelas eksperimen diberi *pretest* dan *posttest* dengan soal yang sama, namun kelas eksperimen menerima perlakuan berupa model pembelajaran *Problem Based Learning* yang dipadukan dengan *Group Investigation* (PBL-GI) sedangkan kelas kontrol menggunakan model pembelajaran konvensional.

#### 1. Tahap persiapan

Tahap Persiapan adalah proses yang dilakukan oleh peneliti sebelum melakukan pengumpulan data untuk penelitian. Berikut ini instrumen yang harus disiapkan untuk terlaksananya penelitian:

##### a. Penyusunan Modul Ajar

Peneliti menyusun modul ajar sesuai dengan sistematis fase E kelas X kurikulum merdeka. Modul

ajar pada kurikulum merdeka merupakan perangkat ajar yang dirancang secara sistematis dan menarik untuk membantu proses pembelajaran dilengkapi dengan LKPD sesuai sintak PBL-GI yang dapat dilihat pada Lampiran 3. Kegiatan pembelajaran yang akan dilaksanakan pada kelas eksperimen menggunakan model pembelajaran PBL-GI. Modul ajar pada penelitian ini telah dilampirkan pada Lampiran 2.

b. Penyusunan Instrumen Soal

Penyusunan instrumen soal dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- 1) Menentukan tujuan tes.
- 2) Melakukan pembatasan materi yang akan diujikan. Materi yang akan diujikan dalam penelitian ini adalah Hukum-hukum dasar kimia kelas X SMA semester genap tahun ajaran 2023/2024.
- 3) Menyusun kisi-kisi instrumen soal uji coba.
- 4) Menentukan jumlah butir soal. Peneliti membatasi jumlah soal yang akan disusun untuk diuji cobakan. Soal dibuat berdasarkan ranah kognitif berpikir kritis dan 6 aspek indikator berpikir kritis yang digagas oleh facione yakni: interpretasi, analisis, inferensi, evaluasi,

penjelasan, dan regulasi diri. Jumlah soal yang disusun terdiri dari 17 butir soal yang terangkum dalam 10 soal *essay* yang kemudian disesuaikan dengan kisi-kisi yang telah ditentukan.

- 5) Melakukan validitas Ahli. Pada penilaian ini, terdapat tiga penilai dengan empat skala penilai. Soal yang sudah disusun dikonsultasikan bersama dosen pembimbing kemudian divalidasi oleh 2 dosen dan 1 guru kimia yang ditunjuk sebagai validator. Hasil validasi dari 3 validator ahli menunjukkan bahwa soal layak digunakan untuk uji coba setelah revisi dengan hasil perhitungan aiken's V sebesar 0,9 artinya tingkat kevalidan soal tinggi, sehingga dapat digunakan untuk uji coba. Lembar validator dapat dilihat pada Lampiran 7 dan perhitungan Aiken's V dapat dilihat pada Lampiran 8.
- 6) Soal yang sudah direvisi sesuai arahan validator akan diuji cobakan kepada peserta didik kelas XI. Pada penelitian ini soal diuji coba kepada kelas XI-C SMAN 80 Jakarta berjumlah 32 peserta didik.
- 7) Menganalisis data hasil soal uji coba untuk diambil soal yang valid untuk digunakan sebagai soal *pretest* dan *posttest*. Soal uji coba yang

berjumlah 17 butir soal diuji cobakan di kelas XI-C di SMAN 80 Jakarta yang telah mendapatkan materi hukum-hukum dasar kimia. Instrumen soal yang sudah diuji coba kemudian dianalisis untuk menilai validitas, reliabilitas, tingkat kesulitan, dan daya pembeda.

#### a) Analisis Validitas Soal

Soal yang sudah diuji cobakan kemudian dianalisis. Butir soal yang terbukti valid dapat digunakan, sementara butir soal yang tidak valid tidak dapat digunakan dalam penelitian ini. Hasil analisis uji validitas instrumen tes menggunakan *pearson correlation* dianalisis dengan bantuan SPSS 25 yang disajikan pada Tabel 4.1:

**Tabel 4. 1** Validitas Soal Uji Coba

Kriteria	Nomor soal	Jumlah
Valid	1a,1b,2,4a,4b,4c, 6,7a,7b,8,10a, 10b	12
Tidak valid	3,5,9a,9b,9c	5

Hasil  $r_{hitung}$  dibandingkan dengan  $r_{tabel}$  pada taraf signifikansi 5% dengan jumlah  $N = 32$  diperoleh nilai  $r_{tabel} = 0,349$ . Jika nilai  $r_{hitung}$  lebih besar dari nilai  $r_{tabel}$ , maka item soal

tersebut dianggap valid. Apabila data yang dihasilkan dari sebuah instrumen dinyatakan valid, maka instrumen tersebut mampu memberikan gambaran yang akurat sesuai dengan realitas yang sebenarnya (Arikunto, 2009). Hasil perhitungan tertera pada Lampiran 9.

b) Analisis Reliabilitas Soal

Reliabilitas adalah kemampuan untuk menghasilkan hasil yang konsisten atau sama ketika tes diulang. Pengujian ini, peneliti mengukur reliabelnya menggunakan SPSS 25. Ghozali (2013) menyatakan bahwa suatu konstruk atau variabel dianggap reliabel jika memperoleh nilai *Cronbach's Alpha* > 0,60. Hasil perhitungan reliabilitas menggunakan SPSS 25 dapat dilihat pada Tabel 4.2.

**Tabel 4. 2** Hasil Uji Reliabilitas Soal

<b>Statistik</b>	<b>Reliabilitas soal</b>
<i>Cronbach Alpha</i>	0,789
Kesimpulan	Reliabel

Berdasarkan Tabel 4.2 didapatkan harga  $r = 0,789$  dengan  $\alpha = 5\%$ . Hasil *Cronbach,s Alpha* lebih dari 0,6 artinya instrumen soal tersebut

dikatakan reliabel. Perhitungan disajikan pada Lampiran 9.

c) Analisis Tingkat Kesukaran Soal

Soal yang baik adalah soal yang tidak terlalu mudah namun juga tidak terlalu sulit. (Arikunto,2010). Adapun hasil perhitungan uji tingkat kesukaran ditunjukkan pada Tabel 4.3.

**Tabel 4. 3** Tingkat Kesukaran Soal Uji Coba

<b>Kriteria</b>	<b>Nomor Soal</b>	<b>Jumlah</b>
Sukar	-	0
Sedang	1a,1b,2,3,4a,4b,4c, 5,6,7a,7b,8,9a,9b,9 c, 10a,10b	17
Mudah	-	0

Berdasarkan Tabel 4.3 seluruh soal berada pada kategori tingkat kesukaran sedang. Hasil perhitungan terdapat pada Lampiran 10.

d) Analisis Daya Beda Soal

Daya pembeda dari sebuah butir soal menyatakan seberapa jauh kemampuan butir soal tersebut membedakan siswa yang mempunyai kemampuan tinggi, sedang, dan rendah (Zarkasyi, 2015). Daya beda penelitian ini dihitung menggunakan SPSS 25. Hasil

analisis daya beda soal uji coba ditunjukkan sebagaimana Tabel 4.4 dan Lampiran 1.

**Tabel 4. 4** Daya Beda Soal Uji Coba

<b>Kriteria</b>	<b>Nomor soal</b>	<b>Jumlah</b>
Sangat Jelek	3	1
Jelek	5	1
Cukup	1a,1b,2,4b, 6,7b, 9a,9b,9c	9
Baik	4a,4c,7a,8,10a, 10b	6
Sangat Baik	-	0

Berdasarkan Tabel 4.4 perolehan daya beda dengan kriteria sangat jelek berjumlah 1 soal dan jelek 1 soal kemudian untuk kategori daya beda cukup 9 soal serta kategori baik 6 soal. Kesimpulan hasil analisis validitas, reliabilitas, tingkat kesulitan, dan daya pembeda uji, dapat diambil sesuai Tabel 4.5.

**Tabel 4. 5** Hasil Analisis Soal Uji Coba Yang Dipakai dan Dibuang

<b>Indikator</b>	<b>Nomor Soal</b>	<b>Soal dipakai</b>	<b>Soal dibuang</b>
Interpretasi	5,2	2	5
Analisis	4a,4b,4c,,8	4a,4b,4c,8	-
Evaluasi	6,7a	6,7a	-
Inferensi	1a,1b,,8	1a,1b,,8	-
Eksplanasi	3,7b,8,9a,9b, 10a	7b,8,10a	3,9a,9b
Regulasi diri	9c,10b	10b	9c

Soal yang dipakai dipergunakan sebagai *pretest* dan *posttest* berjumlah 12 butir soal yang dirincikan sebagaimana tabel 4.5. Adapun soal yang dibuang yaitu soal nomor 3, 5, 9a,9b dan 9c. Soal yang dipilih telah mewakili masing-masing dari indikator berpikir kritis. Soal *pretest posttest* dapat dilihat pada Lampiran 13.

## 2. Tahap Pelaksanaan

Pelaksanaan pembelajaran hukum-hukum dasar kimia diikuti oleh 68 peserta didik kelas X SMAN 80 Jakarta yang terdiri dari 34 peserta didik kelas eksperimen yaitu X-5 dan 34 peserta didik kelas kontrol yaitu X-6. Pembelajaran dilakukan pada bulan maret sampai april 2024. Soal *pretest* dibagikan di awal pertemuan baik kelas eksperimen maupun kelas kontrol. Setelah itu, subjek diberikan perlakuan, dan pada akhirnya diberikan *posttest* pasca perlakuan sebagai tahap akhir pembelajaran.

### a. *Pretest*

Tujuan dari *pretest* adalah untuk menilai potensi awal siswa pada materi hukum dasar kimia sebelum diberikan perlakuan. *Pretest* dilakukan pada awal pertemuan. Data *pretest* untuk kelompok kontrol dan eksperimen tercantum dalam Tabel 4.6 berikut ini.

**Tabel 4. 6** Data Hasil *Pretest* Kelas Kontrol dan Eksperimen

Data	<i>Pretest</i>	
	Kontrol	eksperimen
Nilai tertinggi	37	37
Nilai terendah	8	8
Rata-rata	21,65	22,79
Standar deviasi	8,19	7,95

Berdasarkan Tabel 4.6 terlihat bahwa hasil *pretest* kelas kontrol dan eksperimen dengan nilai tertinggi 37 dan nilai terendah 8 memiliki nilai rata-rata 21,65 pada kelas kontrol dan 22,79 pada kelas eksperimen. Standar deviasi pada kelas kontrol sebesar 8,19 dan pada kelas eksperimen sebesar 7,95.

b. Proses pembelajaran

a) Kelas kontrol

Proses pembelajaran di kelas kontrol dilakukan menggunakan model konvensional metode ceramah dan tanya jawab. Pelaksannya dilakukan selama 4 kali pertemuan. Pertemuan pertama dilakukan *pretest*, pertemuan kedua penyampaian materi mengenai hukum Lavoisier dan hukum Proust, ketiga penyampaian materi hukum Dalton, hukum Gay-Lussac dan hipotesis Avogadro, selanjutnya pertemuan ke empat dilaksanakan *posttest*.

b) Kelas eksperimen

Proses pembelajaran kelas eksperimen dilaksanakan dengan model pembelajaran PBL-GI yang disusun selama lima pertemuan. Penelitian ini menggunakan model PBL-GI yang dilaksanakan dengan 6 sintak menurut Jewaru (2019) yaitu orientasi masalah, memilih topik dan mengatur dalam kelompok, membimbing investigasi, melakukan analisis data dan sintesis, presentasi hasil investigasi, evaluasi dan penguatan konsep. Pertemuan pertama dilakukan *pretest*, pertemuan kedua orientasi masalah, memilih topik dan mengatur dalam kelompok, membimbing investigasi, melakukan analisis data dan sintesis. Pertemuan ketiga dan keempat presentasi hasil investigasi, evaluasi dan penguatan konsep. Pertemuan kelima yaitu pelaksanaan *posttest*.

c. *Posttest*

*Posttest* dilaksanakan pada pertemuan terakhir baik kelas kontrol maupun kelas eksperimen. Tujuan *posttest* yaitu mengevaluasi dan mengetahui hasil belajar siswa setelah dilaksanakan proses pembelajaran. Data hasil *posttest* dapat dilihat pada Tabel 4.7 sebagai berikut.

**Tabel 4. 7** Data Hasil *Posttest* Kelas Kontrol dan Eksperimen

Data	<i>Posttest</i>	
	Kontrol	Eskperimen
Nilai tertinggi	92	92
Nilai terendah	17	35
Rata-rata	48	60
Standar deviasi	21,69	16,59

Berdasarkan tabel 4.7 hasil *posttest* kelas kontrol menunjukkan rata-rata nilai 48, dengan nilai tertinggi 92 dan nilai terendah 17. Sementara itu, nilai rata-rata *posttest* kelas eksperimen adalah 60, dengan nilai tertinggi 92 dan nilai terendah 35. Standar deviasi yang dihasilkan pada kelas kontrol sebesar 21,69 dan kelas eksperimen 16,59. Secara keseluruhan setelah diberi perlakuan model PBL-GI pada kelas eksperimen memiliki rata-rata lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol dengan model konvensional metode ceramah dan tanya jawab.

Setelah diketahui nilai *pretest* dan *posttest* siswa untuk selanjutnya dicari hasil normalitas dan homogenitas sebagai uji prasyarat analisis data.

#### a. Uji Normalitas

Uji Normalitas dilakukan untuk menentukan apakah data *pretest* dan *posttest* keterampilan berpikir kritis berdistribusi normal atau tidak. Pengujian

normalitas dilakukan menggunakan SPSS 25 dengan pengujian *shapiro wilk*. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 19. Jika nilai Sig > 0,05 maka data dinyatakan normal. Hasil pengujian normalitas ditunjukkan pada Tabel 4.8.

**Tabel 4. 8** Hasil Uji Normalitas Soal Tes

Kelas	<i>Pretest</i>	<i>Posttes</i>	Kriteria
Eksperimen	0,470	0,061	Normal
Kontrol	0,074	0,070	Normal

Berdasarkan data pada Tabel 4.8 nilai *pretest* dan *posttest* antara kelas eksperimen dan kelas kontrol dinyatakan berdistribusi normal.

#### b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas nilai *pretest* dan *posttes* bertujuan mengetahui homogenitas varian. Jika Sig > 0,05 maka varians data homogen. Hasil pengujian ditunjukkan homogenitas *pretest* keterampilan berpikir kritis ditunjukkan Tabel 4.9.

**Tabel 4. 9** Hasil Homogenitas Soal *Pretest*

<i>Levene statistic</i>	Sig	Kriteria
0,05	0,543	Homogen

Adapun homogenitas *posttest* keterampilan berpikir kritis ditunjukkan Tabel 4.10.

**Tabel 4. 10** Hasil Homogenitas Soal *Posttes*

<i>Levene statistic</i>	Sig	Kriteria
0,05	0,169	Homogen

Berdasarkan data pada Tabel 4.7 nilai *pretest* dan *posttest* antara kelas eksperimen dan kelas kontrol dinyatakan homogen. Perhitungan homogenitas dilampirkan pada Lampiran 20.

## B. Hasil Uji Hipotesis

### a. Uji *T*-tes

Uji hipotesis yang digunakan penelitian ini adalah uji analisis parametrik *independent simple t-test* dikarenakan telah memenuhi uji prasyarat analisis dimana hasil data *pretest* dan *posttest* normal dan homogen. Uji hipotesis dilakukan untuk menguji hipotesis yang diajukan, yaitu menguji perbandingan antara nilai sebelum dan sesudah penerapan perlakuan pembelajaran yang menggabungkan *Problem Based Learning* dengan *Group Investigation*. Analisis *independent sample t-test* sangat efektif untuk menganalisis data yang tidak berpasangan atau berbeda antara dua kelompok (Kadir, 2016). Hasil uji hipotesis dengan bantuan SPSS 25 ditunjukkan pada Table 4.11.

**Tabel 4. 11** Hasil Uji *Independent Simple T-test*

<b>Independent Differences</b>	<b>Berpikir Kritis</b>
<i>Mean</i>	12.059
<i>Std. Deviation</i>	66
t	2,575
Sig. (2-tailed)	0,012

Berdasarkan hasil pengujian *independent simple t-test* didapatkan nilai Sig 2 tailed  $0,012 < 0,05$  yang menunjukkan bahwa  $H_a$  diterima dan  $H_o$  ditolak.  $H_a$  diterima yang berarti terdapat keefektifan pada model pembelajaran kimia *Problem Based Learning* dipadu *Group Investigation* terhadap keterampilan berpikir kritis siswa. Adapun hasil pengujian dapat dilihat pada Lampiran 21.

b. Uji N-Gain

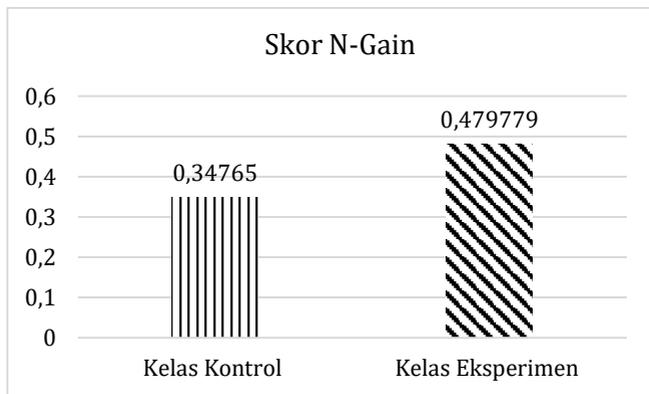
Tujuan Uji N-Gain yaitu untuk mengetahui seberapa besar peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik setelah diberikan perlakuan. Uji tersebut diolah dari nilai *pretest* dan *posttest* baik kelas eksperimen dan kelas kontrol. Tahap pertama sebelum melakukan uji N-Gain adalah menganalisis terlebih dahulu hasil *pretest* dan *posttest*. Hasil Uji N-Gain dijelaskan pada Lampiran 22. Adapun hasil uji N-Gain ditunjukkan pada Tabel 4.12.

**Tabel 4. 12** Hasil Uji N-Gain

Sampel	N-Gain	Keterangan
X-5 (Eksperimen)	0,479	Sedang
X-6 (Kontrol)	0,347	Sedang

Berdasarkan Tabel 4.12 didapatkan bahwa nilai skor N-Gain kelas eksperimen sebesar 0,479 dan nilai skor N-Gain kelas kontrol sebesar 0,347 yang artinya

kedua kelas baik kelas eksperimen dan kontrol memiliki persamaan kategori N-Gain yaitu sedang. Walaupun pada kategori yang sama, jika dilihat dari nilai N-Gain kelas eksperimen mendapat nilai yang lebih tinggi daripada kelas kontrol. Maknanya kelas eksperimen yang diberi perlakuan pembelajaran dengan model pembelajaran PBL-GI memiliki keterampilan berpikir kritis lebih baik daripada kelas kontrol dengan model pembelajaran konvensional. Peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik dapat dilihat dalam diagram batang uji N-Gain pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1** Diagram Batang Uji Gain Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen.

## C. Pembahasan

### 1. Keterlaksanaan Pembelajaran

Keterampilan berpikir kritis sebagai salah satu kompetensi yang harus dikuasai peserta didik dalam pembelajaran abad 21. Hal ini disebabkan dengan keterampilan berpikir kritis peserta didik mampu merangkai, mengungkapkan, menganalisis, dan menyelesaikan masalah dengan lebih efektif (Gazali dan Dasna, 2023). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penerapan model pembelajaran kimia *Problem Based Learning* dipadu *Group Investigation* (PBL-GI) terhadap keterampilan berpikir kritis siswa. Sebelum memulai penelitian, peneliti melakukan pra-riset dengan mewawancarai guru mata pelajaran kimia di kelas X untuk menemukan permasalahan, yaitu bahwa peserta didik kurang aktif selama pembelajaran dan fokus pembelajaran lebih tertuju pada guru. Peserta didik mengaku bosan dan tidak tertarik selama proses pembelajaran kimia, hal ini disebabkan peserta didik terbiasa mencatat dan merangkum materi kimia yang membutuhkan perhitungan seperti materi hukum dasar kimia sehingga peserta didik mengaku kesulitan ketika diberikan latihan soal yang berkaitan dengan konsep kimia, artinya peserta didik masih tertuju pada konten dari hafalan rumus dan juga buku. Guru

juga mengatakan nilai yang diperoleh peserta didik pada materi kimia tergolong rendah. Hal ini karena peserta didik belum memiliki keterampilan berpikir kritis yang baik (Ariyatun dan Octavianelis, 2020). Berdasarkan analisis masalah yang terjadi, peneliti memberikan solusi dengan saran model pembelajaran *Problem Based Learning* dipadu *Group Investigation* dengan harapan dapat efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain Quasi Eksperimen dalam bentuk *nonequivalent Control Group Design*. Proses penelitian dimulai dengan *pretest*, dilanjutkan dengan pelaksanaan proses pembelajaran, dan diakhiri dengan *posttest*. Populasi penelitian merupakan seluruh siswa kelas X SMAN 80 Jakarta berjumlah 7 kelas. Sampel diambil secara random melalui teknik *Cluster Random Sampling*. Dua kelas terpilih yaitu X-5 sebagai kelas kontrol dan X-6 sebagai kelas eksperimen.

Kegiatan pertama yaitu melakukan *pretest* pada kedua kelas baik kelas eksperimen maupun kelas kontrol. *Pretest* dilakukan untuk mengetahui pengetahuan awal peserta didik mengenai materi hukum-hukum dasar kimia. Soal yang diberikan adalah soal hukum-hukum dasar kimia berindikator keterampilan berpikir kritis facione yang

meliputi interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, penjelasan, dan pengaturan diri (Laksono, Zuhri dan Ariyanto, 2023). Soal yang digunakan adalah hasil dari soal yang sebelumnya telah diuji cobakan kepada kelas XI-C yang telah mendapati materi tersebut. Setelahnya di uji kevalidan, reliabilitas, daya beda, dan tingkat kesukarannya. Diperoleh 12 butir soal yang terangkum pada 7 soal akan dipergunakan untuk *pretest* dan *posttest*. Hasil *pretest* kelas kontrol dan eksperimen diukur dan memiliki rata-rata sebesar 22,79 untuk kelas kontrol dan 21,65 untuk kelas eksperimen. Hasil ini menunjukkan kelas eksperimen dan kontrol memiliki kemampuan berpikir kritis awal yang sama. Hasil uji normalitas *pretest* nilai sig kelas eksperimen 0,470 dan kelas kontrol 0,074 seperti pada tabel 4.5. Hasil uji homogenitas *pretest* melalui uji *levene* menunjukkan nilai sig 0,543. Kondisi awal kelas eksperimen dan kontrol dapat dikatakan memiliki distribusi normal dan homogen.

Kegiatan kedua adalah melakukan pengajaran hukum-hukum dasar kimia. Proses pembelajaran di kelas kontrol menggunakan model konvensional berupa ceramah, sementara di kelas eksperimen, peneliti menerapkan model pembelajaran *Problem Based Learning* dipadu *Group Investigation* (PBL-GI). Kegiatan

pembelajaran dilakukan selama 3 kali pertemuan pada kelas eksperimen dan 2 kali pertemuan pada kelas kontrol. Adapun tahapan pelaksanaannya dibantu dengan LKPD PBL-GI yang telah disusun.

Model PBL dipadu GI sebagaimana yang dipaparkan oleh Jewaru (2019) memiliki beberapa tahap yang harus diterapkan. Pertemuan pertama diawali dengan penjelasan tujuan pembelajaran diikuti orientasi masalah. Pada tahap ini peserta didik diberikan sebuah gambar dan video fenomena Hukum-hukum dasar pada kehidupan sehari-hari seperti kertas yang terbakar, upacara ngaben dan perkaratan besi. Siswa diminta untuk mengenali peristiwa tersebut dan memberikan tanggapannya. Sebagai apersepsi peneliti mengajukan beberapa pertanyaan seperti “Apakah pembakaran kertas disertai dengan pengurangan massa?”. Sejalan dengan penelitian Meutia (2021) pada tahap ini peserta didik akan menemukan kunci masalah sehingga bisa dikembangkan pada proses dalam kelompok diskusi. Peneliti menjelaskan bahwa untuk menjawab permasalahan tersebut dikenal adanya hukum-hukum dasar kimia. Orientasi masalah akan membantu mengarahkan perhatian peserta didik pada inti permasalahan, memfasilitasi pemahaman yang lebih baik tentang konteks masalah, dan mempersiapkan

mereka untuk mengembangkan solusi yang tepat. Peserta didik secara tidak langsung memberikan penyelesaian masalah yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari (Wulandari, 2021). Pada tahap ini peserta didik dapat termotivasi untuk mempelajarinya (Yuniar *et al.*, 2022). Tujuan orientasi masalah adalah untuk mengarahkan peserta didik pada suatu masalah yang relevan, sehingga mereka memahami tujuan pembelajaran dan memotivasi diri sendiri untuk terlibat langsung dalam proses belajar mengajar (Devi Istiqomah, Eni Lestari dan Dewi Puspitasari, 2023).

Tahap kedua adalah memilih topik dan mengatur ke dalam kelompok. Pada tahap ini peneliti membagi peserta didik ke dalam lima kelompok dengan kriteria terdapat peserta didik berkemampuan tinggi, sedang dan rendah di setiap kelompoknya sehingga kelompok yang terbentuk memiliki kesetaraan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Prasmala (2016) bahwa pembentukan kelompok yang heterogen pada model PBL-GI dilakukan untuk meningkatkan kerja sama di antara peserta didik dan memungkinkan terjadinya pertukaran informasi di antara mereka. Kriteria tersebut dilihat dari nilai *pretest* yang telah dilaksanakan. Setiap kelompok diberikan sub topik yang berbeda yaitu dibentuk lima kelompok dengan

masing-masing membahas satu hukum dasar yang berbeda kemudian diminta untuk mengerjakan LKPD yang telah dibagikan. Peserta didik mengatur posisi bersama kelompok yang sudah ditentukan oleh guru dan membaca serta mengidentifikasi sub topik yang telah disepakati. Tahap ini sejalan dengan indikator berpikir kritis interpretasi dimana peserta didik melakukan proses pemahaman dan peserta didik dapat mencatat apa yang mereka lihat dan apa yang ada dalam pikiran mereka (Arini, Rahayu dan Erman, 2023).

Tahap ketiga yaitu membimbing investigasi. Pada tahap ini peneliti memberikan pengarahan kepada peserta didik mengenai teknis pengerjaan LKPD. Peserta didik bersama kelompoknya berkolaborasi untuk menyelesaikan pertanyaan yang harus dijawab bersama-sama dibantu dengan bacaan yang disediakan oleh guru, dan peserta didik diberi kebebasan untuk eksplorasi. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Wahyuni (2022) bahwa peserta didik mempunyai kebebasan dalam mengelola proses pembelajarannya. Peserta didik juga diharuskan melakukan perencanaan, pemantauan, mencari materi pada bacaan yang tersedia dan evaluasi dalam proses pemecahan masalah dengan membagi tugas pada masing-masing anggota kelompok. Sesuai pernyataan

Widyaningsih dan Puspasari (2020) dengan membagi tugas ke setiap anggota kelompok seluruh anggota kelompok akan memiliki tanggung jawab dan waktu pengerjaan akan lebih efisien.

Tahap keempat yaitu melakukan analisis data dan sintesis. Pada tahap ini peserta didik akan mencatat dan menganalisis data dan menulis point penting dengan kajian literatur sebagai hasil dari investigasi yang dilakukan bersama kelompoknya. Sesuai dengan penelitian Prasmala (2016) siswa menganalisis dan mensintesis hasil penyelidikan yang telah mereka peroleh, lalu merencanakan cara untuk menyajikannya secara ringkas dan menarik di depan kelas. Tahap ini sejalan dengan indikator analisis, Rosmasari dan Supardi (2021) menyatakan pada tahap ini peserta didik mengidentifikasi hubungan antar pernyataan, mengidentifikasi maksud dan menganalisis alasan.

Tahap kelima yaitu presentasi hasil investigasi. Hasil diskusi jawaban disusun untuk dipresentasikan pada kelompok yang lain. Bentuk dan penyusunan hasil ini disesuaikan dengan kesepakatan kelompok. Langkah ini sesuai dengan penelitian Meutia (2021) bahwa pada tahap ini peserta didik menyelesaikan permasalahan dengan diskusi kelompok yang dilanjutkan dengan

mempresentasikan hasil diskusi tersebut. Peserta didik akan saling bertukar hasil penyelidikan sesuai yang mereka selidiki (Prasmala, 2016). Selama presentasi berlangsung peserta didik dituntut aktif dan bertanya jika masih terdapat hal yang belum dipahami. Tahap ini sejalan dengan indikator penjelasan yang mencerminkan kemampuan untuk menyajikan hasil penilaian dengan cara yang meyakinkan dan koheren, serta indikator Inferensi, yang meliputi kemampuan untuk mencari bukti, mempertimbangkan alternatif, dan menggambarkan kesimpulan (Facione, 2015).

Tahap selanjutnya yaitu evaluasi dan penguatan konsep pada tahap ini peserta didik mendengarkan penjelasan dan penguatan konsep oleh guru untuk akhirnya dapat disepakati bersama-sama. Hal ini sesuai dengan indikator evaluasi yaitu aktivitas menafsirkan ulang jawaban yang diperoleh dari tahap analisis makna. Setelah peserta didik menemukan jawaban yang relevan atau akurat, peserta didik akan menilai jawaban tersebut (Arini, Rahayu dan Erman, 2023). Pada tahap ini juga setiap kelompok menuliskan kontribusi setiap anggota selama proses pengerjaan, membuat kesimpulan informasi yang didapat dan mengisi refleksi pembelajaran. Hal ini sesuai dengan indikator berpikir kritis regulasi diri.

Agustine dan Nawawi (2020) menyatakan peserta didik melakukan penilaian diri, kesadaran diri untuk mengawasi aktivitas maupun pembetulan terhadap hasil penilaian seseorang.

Pertemuan terakhir pada penelitian ini digunakan untuk pengerjaan *posttest*. Soal *posttest* diberikan untuk mengetahui hasil akhir setelah melalui proses pembelajaran, baik kelas kontrol maupun eksperimen. Soal *posttest* yang diberikan sama dengan soal *pretest* sebelumnya yakni soal *essay* dengan 6 indikator berpikir kritis facione. Hasil *posttest* menunjukkan nilai rata-rata pada kelas eksperimen dan kelas kontrol adalah 60 dan 48. Hasil ini menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Sejalan dengan penelitian Utami, Haji dan Zamzaili (2017) bahwa model pembelajaran PBL-GI mampu meningkatkan rata-rata keterampilan berpikir kritis peserta didik dengan skor 78 dibandingkan rata-rata kelas model ceramah dengan skor 60.

## **2. Analisa Tahapan Indikator Berpikir Kritis**

Indikator kemampuan berpikir kritis yang pertama yaitu interpretasi. Indikator ini membantu pendidik memahami seberapa baik kemampuan siswa menafsirkan informasi secara efektif dalam konteks keterampilan

berpikir kritis yang disajikan kepada mereka dalam proses pembelajaran berdasarkan pengalaman, data dan peristiwa (Arini, Rahayu dan Erman, 2023). Misalnya peserta didik diberikan suatu informasi mengenai komiditas garam disertai tabel massa garam di beberapa wilayah di Indonesia. Peserta didik dapat melakukan interpretasi data tabel untuk membuktikan berlakunya hukum proust. Contoh jawaban *posttest* siswa pada indikator interpretasi ditunjukkan pada Gambar 4.2.

2. - Garam Indo mayu :  
 $0,786 : 1,214 = 0,786 : 1,214 = 1 : 1,5 = \boxed{2 : 3}$   
 dibagi 0,786  $\Rightarrow$  disederhanakan

1 - Garam Madura  
 $0,59 : 0,91 = 1 : 1,5 = \boxed{2 : 3}$   
 dibagi 0,59  $\Rightarrow$  disederhanakan

- Garam Mpot  
 $0,983 : 1,517 = 1 : 1,5 = \boxed{2 : 3}$   
 dibagi 0,983  $\Rightarrow$  disederhanakan

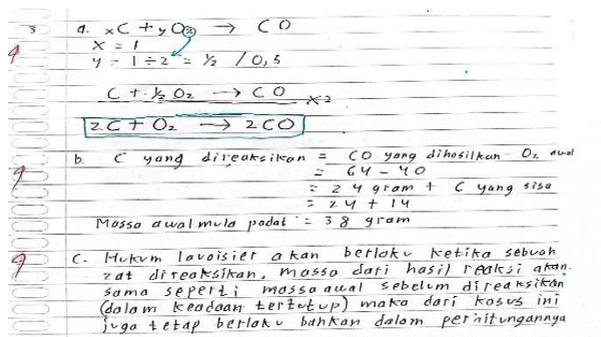
Apakah hukum proust terbukti ?  
 = Terbukti, karena perbandingan massa unsur penyusun dari macam - macam garam itu sama atau tetap.

**Gambar 4.2** Jawaban Indikator Interpretasi

Berdasarkan Gambar 4.2 tersebut peserta didik mampu memahami, mengklarifikasi makna, dan mengkategorikan hukum dasar sesuai informasi yang disajikan pada soal.

Indikator kedua yaitu analisis. Pada indikator ini peserta didik akan memahami informasi dari data yang diberikan dan menggunakan konsep yang dipelajari untuk menganalisis masalah. Novitasari (2023) juga menyatakan indikator ini membantu peserta didik mengidentifikasi

maksud dan menghubungkan informasi dalam penyelesaian masalah. Misalnya disajikan data hasil percobaan karbon dan oksigen pada tabel, peserta didik dapat menganalisis reaksi yang terjadi, menentukan massa awal karbon pada percobaan, dan pembuktian sesuai hukum kekekalan massa. Contoh jawaban peserta didik indikator analisis ditunjukkan Gambar 4.3.



**Gambar 4.3** Jawaban Indikator Analisis

Berdasarkan Gambar 4.3 peserta didik mampu menganalisis data pada tabel untuk membuktikan bahwa data tersebut berlaku hukum kekekalan massa.

Indikator evaluasi, indikator ini melatih peserta didik untuk mengevaluasi informasi, argumen, atau data secara kritis. Sesuai dengan penelitian Andraini, Rohiat dan Elvia (2021) menyatakan bahwa indikator evaluasi tercapai jika peserta didik mampu dalam menilai benar tidaknya suatu argumen atau menguji kebenaran. Misalnya

peserta didik mampu menilai dan mengkritik kebenaran dari informasi seperti disajikan data hasil analisa komposisi dua sampel, peserta didik dapat menentukan apakah keduanya berasal dari senyawa yang sama dan memenuhi hukum perbandingan berganda. Contoh jawaban peserta didik indikator evaluasi ditunjukkan Gambar 4.4

Perbandingan sampel A =  $\frac{16,56}{4} : \frac{48,18}{4} = 4 : 12$

Perbandingan sampel B =  $\frac{8,24}{2} : \frac{12,14}{2} = 4 : 6$

Bisa disimpulkan kedua sampel bukan senyawa yang sama karena perbandingannya berbeda.

Bandingkan sampel A dengan sampel B pada unsur karbon =  $12 : 6$

Memenuhi hukum dalton / perbandingan berganda karena perbandingannya bilangan bulat dan sederhana.

**Gambar 4.4** Jawaban Indikator Evaluasi

Berdasarkan Gambar 4.4 peserta didik mampu membuktikan bahwa dua sampel yang disajikan merupakan senyawa yang berbeda.

Indikator inferensi, indikator ini mampu melatih peserta didik untuk mengidentifikasi dan membuat kesimpulan yang masuk akal (Novitasari, 2023). Misalnya disajikan dua wacana percobaan hukum dasar kimia dengan kondisi yang berbeda, peserta didik dapat mengidentifikasi dan menyimpulkan fenomena yang

terjadi dengan tepat. Contoh jawaban peserta didik pada indikator inferensi ditunjukkan Gambar 4.5.

b. Hukum Lavoisier merupakan hukum yang sesuai dengan percobaan tersebut karena hukum ini membahas mengenai kekekalan massa bahwa massa awal sebelum direaksikan = massa akhir setelah di reaksikan, dan dalam percobaan ini hasilnya akan lebih sempurna apabila dilakukan secara atau dengan wadah tertutup tepatnya seperti percobaan 1 karena 6,8 gram soda kue yang direaksikan dengan 4,5 gram asam cuka hasil massanya akan tetap 11,3 gram berbeda dengan percobaan kedua yang hasilnya berkurang akibat berada dalam ruang/tempat/wadah terbuka

#### **Gambar 4.5** Jawaban Indikator Inferensi

Berdasarkan Gambar 4.5 peserta didik mampu memberikan kesimpulan pada fenomena yang disajikan dengan memberikan alasan yang logis.

Indikator penjelasan. Indikator ini melatih peserta didik menetapkan hasil, prosedur dan argumen dengan tepat. Hal ini sesuai dengan Ramadhanti dan Agustini (2021) yang menyatakan pada indikator ini peserta didik mampu menjelaskan hubungan kesimpulan yang diambil dengan teori yang telah dipelajari. Misalnya disajikan persamaan reaksi sempurna gas isooktana, peserta didik mampu menghitung volume isooktana yang dibutuhkan sesuai hukum Gay-lussac. Contoh jawaban peserta didik indikator penjelasan/eksplanasi ditunjukkan Gambar 4.6.

(b) Dik = koefisien  $C_8H_{18} = 2$  perbandingannya  $2 : 25$   
 koefisien  $O_2 = 25$   
 = Volume  $O_2 = 5$  liter  
 Dit = = Volume  $C_8H_{18} = \dots ?$   
 Jawab =  $\sqrt{O_2} : \sqrt{C_8H_{18}} = 25 : 2$   
 $\sqrt{C_8H_{18}} = \frac{2}{25} \cdot \sqrt{C_8H_{18}}$   
 $\sqrt{C_8H_{18}} = \frac{2}{25} \cdot 50$  liter  
 $\sqrt{C_8H_{18}} = 4$  liter //

**Gambar 4.6** Jawaban Indikator Eksplanasi

Berdasarkan Gambar 4.6 peserta didik mampu menuliskan yang diketahui ditanya dan dijawab dengan memberikan hasil yang sesuai.

Indikator regulasi diri. Regulasi diri berarti memiliki kemampuan untuk mengatur diri sendiri dalam proses berpikir kritis, seperti memahami pengetahuan yang diperoleh, menganalisis informasi, dan mengoreksi penalaran (Facione, 2015). Andraini, Rohiat dan Elvia (2021) menambahkan pada indikator ini peserta didik menggali materi yang lebih dalam untuk mendapatkan informasi. Misalnya disajikan wacana mengenai dampak negatif penggunaan pupuk nitrogen, peserta didik mampu memberikan solusi agar penggunaannya lebih bijak. Berdasarkan Gambar 4.7 peserta didik dapat memberikan solusi atau saran yang baik berdasarkan pemikirannya. Contoh jawaban peserta didik pada indikator regulasi diri ditunjukkan Gambar 4.7.

- b. Solusi :
- Mengurangi Penerapan pupuk nitrogen yang berlebihan pada bidang pertanian
  - Mengganti pupuk Nitrogen dengan Pupuk Kompos, Pupuk hayati, pupuk hijau, dan pupuk mikroba untuk pertanian agar tidak menimbulkan ancaman bagi lingkungan dan kesehatan manusia.

#### **Gambar 4.7** Jawaban Indikator Regulasi Diri

Selama proses pembelajaran di kelas eksperimen menunjukkan progres yang baik karena peserta didik aktif berdiskusi. Sementara pada kelas kontrol peserta didik cenderung mengantuk dan mengobrol sendiri. Hal ini sesuai dengan temuan penelitian oleh Sulandari (2020) yang menyatakan bahwa metode pembelajaran ceramah dapat menyebabkan siswa menjadi pasif, merasakan proses belajar sebagai membosankan, mengalami kantuk, dan merasa terpaksa untuk mendengarkan. Sementara itu, pada kelas eksperimen proses pembelajaran PBL-GI yang didasarkan pada teori Konstruktivisme dapat meningkatkan faktor-faktor yang memengaruhi hasil belajar seperti persepsi, motivasi, dan interaksi, menuju penciptaan iklim pembelajaran yang positif dan bermakna (Artati, Suarjana dan Bayu, 2023). Peserta didik yang dibelajarkan dengan model PBL-GI berusaha memperoleh data secara kooperatif, lalu menyusun data tersebut, menyajikan dalam berbagai bentuk penyajian data, dan

mempresentasikan data tersebut. Model PBL mengaitkan materi pelajaran dengan situasi dunia nyata, sehingga peserta didik dapat lebih memahami materi yang dipelajari dan merasa bahwa materi tersebut memiliki relevansi dan manfaat bagi kehidupan sehari-hari mereka (Nurbaya, 2020). Model GI peserta didik dituntut mengontrol diri sendiri bersama kelompok untuk saling berpartisipasi dalam mencari dan menyelesaikan persoalan (Widyaningsih dan Puspasari, 2020). Sehingga, model PBL-GI mengembangkan keterampilan mengolah informasi yang mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis (Asyari *et al.*, 2016).

Kegiatan terakhir pada pertemuan ke lima yaitu diadakan *posttest*. Soal *posttest* sama dengan soal *pretest* dan dilakukan baik dikelas kontrol maupun eksperimen. Hasil *posttest* kelas kontrol memiliki rata-rata sebesar 48 dan kelas eksperimen sebesar 60. Hasil *posttest* menunjukkan terdapat perbedaan sebelum dan sesudah diberikan perlakuan. Analisis data hasil *posttest* kelas kontrol dan eksperimen dilakukan dengan menghitung normalitas dan homogenitasnya. Hasil analisis menunjukkan data keduanya normal dan homogen. Asumsi keduanya terpenuhi dan dapat dilanjutkan dengan analisis hipotesis *independet simple t-test*. Hasil uji hipotesis

yang diperoleh dari uji t yaitu sig (2 tailed)  $0,012 < 0,05$  yang artinya  $H_a$  diterima dan  $H_o$  ditolak. Model pembelajaran PBL-GI efektif terhadap keterampilan berpikir kritis. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Azizah dan Aloysius (2023) yang menyatakan bahwa model PBL-GI efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dengan nilai signifikansi 0,012.

Hasil skor uji N-Gain pada kelas eksperimen yaitu kelas X-5 sebesar 0,479 sedangkan untuk kelas kontrol pada kelas X-6 sebesar 0,347. Hasil analisis data dari 34 siswa kelas eksperimen yang memperoleh kriteria N-Gain kategori tinggi berjumlah 8 siswa, kategori sedang berjumlah 28 siswa, kategori rendah berjumlah 8 siswa sedangkan pada kelas kontrol kategori tinggi 4 siswa, kategori sedang 12 siswa dan kategori rendah 28 siswa. Perbandingan N-Gain antara kedua kelas menunjukkan bahwa siswa dengan N-Gain rendah lebih banyak ditemukan di kelas kontrol dibandingkan dengan kelas eksperimen. Sebaliknya, untuk kategori N-Gain sedang, jumlah nilai di kelas eksperimen jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Sedangkan untuk kategori N-Gain tinggi, kelas eksperimen juga menunjukkan angka yang lebih banyak dibandingkan kelas kontrol. Kelas eksperimen dan kontrol memiliki

persamaan kategori N-Gain yaitu sedang, namun skor N-Gain kelas eksperimen lebih besar dibandingkan kelas kontrol. Sehingga keterampilan berpikir kritis kelas eksperimen lebih baik daripada kelas kontrol.

Berdasarkan hasil N-Gain untuk masing-masing kelas kontrol dan eksperimen yang dihasilkan tidak menunjukkan peningkatan yang tinggi atau dapat dikatakan masih rendah. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor permasalahan saat penelitian berlangsung diantaranya pembelajaran sintak PBL-GI yang dilaksanakan tidak berlangsung secara berkelanjutan, dikarenakan terjeda libur kegiatan sekolah dan libur lebaran sehingga kerjasama antar siswa tidak berjalan baik. Hasil penelitian oleh Akhmad dan Karim (2019) menyatakan banyaknya libur yang bertepatan dengan proses belajar mengajar menyebabkan N-Gain pembelajaran dikelas eksperimen dan kontrol berada di kategori rendah, sehingga siswa akan lupa dengan isi materi yang mulai dipahami. Penelitian Akbari dan Wiyatmo (2023) menambahkan hasil penguasaan materi berdasarkan nilai gain untuk kelas eksperimen yaitu 0,37 dan untuk kelas kontrol yaitu 0,29, dapat dikatakan memiliki peningkatan kecil disebabkan pembelajaran terjeda waktu libur. Faktor lain yaitu dari dalam diri siswa,

dimana siswa tidak ada motivasi untuk mempelajari materi kembali saat akan diberikan soal *posttest*, hal ini membuat siswa tidak dapat memahami materi yang telah dipelajari di dalam kelas. Didukung oleh penelitian Djarwo (2020) bahwa motivasi belajar yang rendah adalah faktor internal yang secara tidak langsung bisa menurunkan prestasi belajarnya. Hal-hal yang masih perlu ditingkatkan lagi contohnya dalam hal memotivasi siswa untuk terlibat pada aktivitas pemecahan masalah dari soal yang ada pada LKPD. Seperti hasil penelitian Setiyaningsih, Yuwono dan Wijayanti (2022) menyatakan bahwa LKPD akan mempengaruhi hasil belajar siswa yang dipengaruhi oleh ketepatan permasalahan, kemenarikan ataupun langkah pengerjaan.

Berdasarkan temuan ini, dapat disimpulkan bahwa penggunaan model pembelajaran PBL-GI dalam pembelajaran kimia efektif terhadap kemampuan berpikir kritis siswa kelas X SMA Negeri 80 Jakarta dalam memahami materi hukum-hukum dasar kimia. Terdapat peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa dengan hasil skor N-Gain kelas eksperimen sebesar 0,479 lebih baik dari kelas kontrol dengan skor 0,347.

#### **D. Keterbatasan Penelitian**

Penelitian yang dilakukan telah diusahakan sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan tetapi peneliti menyadari bahwa selama penelitian berlangsung, ada beberapa hambatan dan kendala yang dihadapi, sebagian besar disebabkan oleh keterbatasan yang dimiliki oleh peneliti. Beberapa keterbatasan tersebut mencakup:

1. Keterbatasan Tempat

Penelitian ini terbatas hanya pada satu lokasi saja yaitu SMAN 80 Jakarta. Hasil penelitian kemungkinan berbeda jika dilaksanakan di tempat lain.

2. Keterbatasan Waktu

Penelitian dilakukan saat sekolah memiliki beberapa agenda yang dilaksanakan selama peneliti melakukan penelitian sehingga peneliti perlu menyesuaikan jadwal penelitian kembali. Kemudian pemberian *posttest* juga terjeda cukup lama karena adanya liburan. Waktu penelitian yang digunakan terbatas karena hanya menggunakan waktu sesuai kebutuhan data dan terfokus pada materi lima hukum dasar kimia yang dipakai. Sehingga mempunyai kemungkinan ketika model pembelajaran PBL-GI diterapkan pada waktu yang lain akan ada perbedaan hasil.

### 3. Keterbatasan Kemampuan

Penelitian ini dilakukan dengan keterbatasan kemampuan yang dimiliki oleh peneliti. Peneliti menyadari bahwa kemampuan yang dimiliki peneliti sangat terbatas. Oleh karena itu, bimbingan dari dosen pembimbing yang dilakukan sangat membantu mengoptimalkan hasil penelitian ini.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Simpulan**

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di SMAN 80 Jakarta dapat disimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran *Problem Based Learning* dipadu *Group Investigation* (PBL-GI) efektif terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik khususnya pada materi hukum-hukum dasar kimia. Hal tersebut diperkuat oleh hasil pengujian hipotesis yakni uji *Independent Sample t-test* yang menunjukkan bahwa nilai Sig. (2-tailed) sebesar 0,012. Nilai tersebut lebih kecil dari taraf signifikansi 0,05. Peningkatan keterampilan berpikir kritis diketahui dari perhitungan N-Gain. Hasil skor N-Gain kelas eksperimen sebesar 0,479 lebih baik dari kelas kontrol dengan skor 0,347.

#### **B. Saran**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat disampaikan oleh peneliti adalah sebagai berikut:

1. Bagi guru yang akan menerapkan model pembelajaran PBL-GI, disarankan untuk mempersiapkan media pembelajaran yang mendukung proses pembelajaran di kelas. Selain itu,

dibutuhkan perencanaan yang baik dan pengelolaan waktu yang tepat selama pelaksanaan kegiatan belajar mengajar.

2. Bagi peneliti selanjutnya disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut dalam hal mengetahui efektivitas model pembelajaran PBL-GI terhadap permasalahan lain.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Agustine, J. dan Nawawi, S. (2020). Analisis keterampilan berpikir kritis peserta didik SMA kelas X IPA pada materi virus. *Assimilation: Indonesian Journal of Biology Education*, 3(1).
- Aiken, L.R. (1985). Three Coefficients for Analyzing the Reliability dan Validity of Ratings, *Educational and Psychological Measurement*. 45(1):131-142.
- Ainiyah, N., Gufron, A., Marzuki, M., Posangi, S.S., Yahiji, K., Rohman, A., Tolchah, M. dan Das, S.W.H. (2022). Group Investigation Model to Improve Interpersonal Skills. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 11(1).
- Akbari, I.H. dan Wiyatmo, Y. (2023). Keefektifan Media Pembelajaran Fisika SMA Terintegrasi Pendidikan Kebencanaan Tsunami Ditinjau dari Peningkatan Penguasaan Materi dan Kesiapsiagaan Bencana Alam. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 10(02).
- Akhidayati, R.R., Purwanto, P. dan Rahardi, R. (2024). Kesulitan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal AKM Pada Konten Domain Data dan Ketidakpastian. *EDU-MAT: Jurnal Pendidikan Matematika*. 12(1):67.
- Akhmad, N.A. dan Karim, S. (2019). The Application of Accelerated Learning Method Assisted by a Media Playing Card to Improve Learning Outcomes and Interesting Learning in Science Students of SMP Negeri 1 Barru. *Jurnal Pendidikan Fisika*.7(3).
- Amin, S., Utaya, S., Bachri, S., Sumarmi dan Susilo, S. (2020). Effect of Problem-Based Learning on Critical Thinking Skills and Environmental Attitude. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*. 8(2):743-755.
- Andraini, M.R., Rohiat, S. dan Elvia, R. (2021). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Reaksi Reduksi Oksidasi (Redoks) di MAN 1 Kota Bengkulu. *Alotrop*. 5(1).

- Ardianti, R., Sujarwanto, E. dan Surahman, E. (2022). Problem-based Learning: Apa dan Bagaimana. *Diffraction*. 3(1):27–35.
- Arends, R.I. (2012). *Learning to Teach. Edisi 9*. New York: McGraw-Hill.
- Arifin (2011). *Metode Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, dan R & D*. Bandung : Alfabeta.
- Arikunto, S. (2006). *Metodologi Penelitian*. Bandung : RinekaCita.
- Arini, R., Rahayu, Y.S. dan Erman, E. (2023). Profile of Critical Thinking Results Analyzed from Facione Indicators and Gender of Learners. *IJORER : International Journal of Recent Educational Research*. 4(4):434–446.
- Ariyatun, A. dan Octavianelis, D.F. (2020). Pengaruh Model Problem Based Learning Terintegrasi STEM Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *JEC: Journal of Educational Chemistry*. 2(1).
- Artati, N.L.K.R., Suarjana, I.M. dan Bayu, G.W. (2023). Model Group Investigation Berbantuan Gallery Walk dalam Meningkatkan Hasil Belajar Matematika Unit Penyusunan Data. *Jurnal Imiah Pendidikan dan Pembelajaran*. 7(2):374–381.
- Asyari, M., Al Muhdhar, M.H.I., Susilo, H. dan Ibrohim (2016). Improving Critical Thinking Skills Through The Integration of Problem Based Learning and Group Investigation. *International Journal for Lesson and Learning Studies*. 5(1):36–44.
- Azizah, N., dan Aloysius, S. (2023). *The effectiveness of blended learning with problem based learning-group investigation (PBL-GI) model on students' critical thinking and problem-solving ability in senior high school*. *AIP Conference Proceedings*. 2556(1).
- Bachtiar (2022). Tantangan dan Strategi Penerapan Berpikir Kritis pada Pembelajaran Online: Kajian Pustaka. *Jurnal Pemikiran dan Pengembangan Sekolah Dasar (JP2SD)*. 10(2):145–159.

- Barrows, H.S. dan Tamblyn, R.M. (1980) *Problem-based learning: An approach to medical education*. Springer Publishing Company.
- Basri, H., Purwanto, P., As'ari, A.R. dan Sisworo, S. (2019). Investigating Critical Thinking Skill of Junior High School in Solving Mathematical Problem. *International Journal of Instruction*. 12(3): 745–758.
- Defiyanti dan Sumarni, W. (2020). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Setelah Penerapan Problem Based Learning Berbantuan Lembar Kerja Peserta Didik Bermuatan Etnosains. *Phenomenon : Jurnal Pendidikan MIPA*. 9(2):206–218.
- Devi Istiqomah, T., Eni Lestari, T. dan Dewi Puspitasari, E. (2023). How to Improve Students Learning Outcomes Using Problem-based Learning with Hypnoteaching Method. *KnE Social Sciences*
- Djarwo, C.F. (2020). Analisis Faktor Internal dan Eksternal terhadap Motivasi Belajar Kimia Siswa SMA Kota Jayapura. *Jurnal Ilmiah IKIP Mataram*. 7(1).
- Ennis, R.H. (1996). Critical Thinking Dispositions: Their Nature and Assessability. *Informal Logic*. 18(2).
- Facione, P. (2015). *Critical Thinking: What It Is and Why It Counts*. Insight Assessment.
- Fauzy, A. (2019). *Metode Sampling*. Banten: Universitas Terbuka.
- Fitrianawati, M. dan Hartono, H. (2016). Perbandingan keefektifan PBL berseting TGT dan GI ditinjau dari prestasi belajar, kemampuan berpikir kreatif dan toleransi. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*. 3(1):55–65.
- Gazali, F. dan Dasna, I.W. (2023). Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa dalam Pembelajaran Kimia. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*. 5(3):1401–1410.
- Gunawan, C. (2018). *Mahir Menguasai SPSS (Mudah Mengolah Data Dengan IBM SPSS Statistic 25)*. Sleman : Deepublish.

- Hake, R.R. (1999). *Analyzing change/gain scores*. USA: Dept of Physics Indiana University.
- Handayani, T.B., Ratnaningsih, N. dan Lestari, P. (2022). Analisis Literasi Matematis dalam Menyelesaikan Soal PISA Ditinjau dari Metacognitive Awareness. *GAUSS: Jurnal Pendidikan Matematika*. 5(2):53–66.
- Haryanti, Y.D. dan Febriyanto, B. (2017). Model Problem Based Learning Membangun Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Cakrawala Pendas*. 3(2).
- Hena Triana dan Mukhtar (2024). Penerapan Model Pembelajaran Group Investigation (GI) Berbantuan Alat Peraga Untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis di SMPN 1 Labuhan Deli. *Journal of Student Research*. 2(1):263–275.
- Hendry, G.D., Frommer, M. dan Walker, R.A. (1999). Constructivism and Problem-based Learning. *Journal of Further and Higher Education*. 23(3):369–371.
- Hitchcock, D. (2017). Critical Thinking as an Educational Ideal. 477–497.
- Hsu, W.Y., Lin, S.S.J., Chang, S.M., Tseng, Y.-H. dan Chiu, N.-Y. (2015). Examining The Diagnostic Criteria for Internet Addiction: Expert Validation. *Journal of the Formosan Medical Association*. 114(6):504–508.
- Hung, W. (2009). The 9-step problem design process for problem-based learning: Application of the 3C3R model. *Educational Research Review*. 4(2):118–141.
- Indah Monica, Nurhamidah dan Elvinawati (2023). Pengembangan E-LKPD Berbasis Problem Based Learning Pada Materi Hukum-hukum Dasar Kimia. *Alotrop*. 7(1):33–43
- Ismaya, A. (2019). *Metodologi Penelitian*. Edisi 1. Banda Aceh: Syiah Kuala University Press.

- Israel, E.H. (2022). *Model Pembelajaran: Merancang Pembelajaran Kompetensi Abad 21*. Yogyakarta: Cahaya Harapan.
- Jakni (2016). *Metodologi Penelitian Eksperimen Bidang Pendidikan*. Bandung : Alfabeta.
- Jewaru, A.A.L. (2019). *Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) dipadu dengan Group Investigation (GI) Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Pada Pembelajaran Fisika*. universitas islam negeri malang.
- Jewaru, A.A.L., Suwasono, P. dan Asim, A. (2021). Pengaruh Model Pembelajaran Problem-Based Learning (PBL) dipadu Dengan Group Investigation (GI) Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Pada Pelajaran Fisika. *Berkala Fisika Indonesia : Jurnal Ilmiah Fisika, Pembelajaran dan Aplikasinya*. 12(2):40.
- Joyce, B. (2003). *Model of Teaching*. Fifth Edition. USA: Allyn and Bacon A Simon & Scuster Company.
- Joyce, B.R. dan Marsha Weil (1986). *Models of Teaching*. USA: Prentice-Hall.
- Juliyantika, T. dan Batubara, H.H. (2022). Tren Penelitian Keterampilan Berpikir Kritis pada Jurnal Pendidikan Dasar di Indonesia. *Jurnal Basicedu*. 6(3):4731–4744.
- Jusriana, A., Wayong, M. dan Ratnasari, I. (2022). Implementation of The Problem-Based Learning which Combined with Group Investigation in Physics to Improve the Student's Learning Outcomes. *Impulse: Journal of Research and Innovation in Physics Education*, 2(1), 27-35.
- Kadir (2016) *Statistika Terapan (konsep, contoh dan analisis data dengan program SPSS/ lisrel dalam penelitian)*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Khasanah, N. dan Azizah, U. (2018). Train Students Critical Thinking Skill Through The Implementation Of Cooperative Learning

Model Type Group Investigation (GI) On Matter Of Reaction Rate In SMA Negeri 1 Manyar. *Unesa Journal of Chemical Education*. 7(1):81–86.

Kisworo, D.A., Wasitohadi dan Rahayu, T.S. (2019). Perbedaan Efektivitas Group Investigation dengan Problem Based. *Jurnal Basicedu*. 3(1):66–75.

Kurniyasari, H., Hidayat, S. dan Harfian, B.A.A. (2019). Analisis Keterampilan Berpikir kritis siswa SMA di Kecamatan Sako dan Alang-alang Lebar. *Bioma : Jurnal Biologi dan Pembelajaran Biologi*. 4(1)

Kusumawati, I.T., Soebagyo, J. dan Nuriadin, I. (2022). Literature Study of Critical Thinking Ability with the Application of the PBL Model in the Constructivism Theory Approach. *Jurnal MathEdu (Mathematic Education Journal)*. 5(1):13–18.

Lahinda, C.G. dan Tuerah, J.M. (2022). Analisis Miskonsepsi Siswa Pada Materi Hukum Dasar Kimia Menggunakan Two-Tier Diagnostic Test Di SMA Negeri 1 Tatapaan. *Oxygenius Journal Of Chemistry Education*. 3(1):35.

Laksono, S.J., Zuhri, M.S. dan Ariyanto, L. (2023). Profil Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Dalam Memecahkan Masalah Kontekstual Matematika Ditinjau Dari Kecerdasan Logis Matematis. *Imajiner: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*. 5(1):70–83.

Laliyo, L.A.R., Kau, M., La Kilo, J. dan La Kilo, A. (2020). Kemampuan Siswa Memecahkan Masalah Hukum-hukum Dasar Kimia Melalui Pembelajaran Inkuiri Terbimbing. *AR-RAZI Jurnal Ilmiah*. 8(1).

Liani, M.A., Irhasyuarna, Y. dan Hamid, A. (2021). Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Group Investigation Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Hidrokarbon. *JCAE (Journal of Chemistry And Education)*. 4(2):46–51.

- Lochhead, J. dan Clement, J.J. (1979). *Cognitive Process Instruction: Research on Teaching Thinking Skills*. Amherst Juni 1978.
- Lonergan, R., Cumming, T.M. dan O'Neill, S.C. (2022). Exploring the efficacy of problem-based learning in diverse secondary school classrooms: Characteristics and goals of problem-based learning. *International Journal of Educational Research*. .
- Manalu, R. K. (2017). The Implementation of Problem Based Learning (PBL) Integrated Guided Inquiry (GI) to Increase Students Critical Thinking Skill in Matter and Its Changes. *Journal of Education and Practice*. 8(8):17-24.
- Manalu, R.K (2017). The Implementation Of Problem Based Learning (PBL) Integrated Guided Inquiry (GI) To Increase Students Critical Thinking Skill In Matter And Its Changes. *Journal of Education and Practice*. 8(8):17-24.
- Marjuki (2020). *181 Model-Model Pembelajaran Paikem Berbasis Pendekatan Saintifik*. Edisi 1. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Martiyono, Sulastini, R. dan Handajani, S. (2021). Asesmen Kompetensi Minimal (AKM) dalam Mewujudkan Sekolah Efektif di SMP Negeri 1 Kebumen Kabupaten Kebumen Perspektif Manajemen Kurikulum dan Sistem Penilaian. *Cakrawala: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam dan studi sosial*. 5(2):92-110.
- Maryam Aulia, Misnawati Misnawati, Apritha Apritha, Reni Adi Setyoningsih, Putri Handayani dan Winda Saptaniarsih (2023). Pelajar Pancasila Pada Abad Ke-21 di SMAN 1 Palangka Raya. *Cakrawala: Jurnal Pengabdian Masyarakat Global*. 2(1):134-151.
- Masrinah, E. N., Aripin, I., & Gaffar, A. A. (2019). *Problem Based Learning (PBL) Untuk Menrahingkatkan Keterampilan Berpikir Kritis*. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan* , 1, 924-932.
- Meutia, C. (2021). Peningkatan Hasil Belajar dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa dalam Materi Perhitungan Kimia Melalui Model

Pembelajaran Problem Based Learning. *Jurnal Kinerja Kependidikan Facilities of Educator Career and Educational Scientific Information*. 3(1).

Mirdad, J. (2020). Model-Model Pembelajaran (Empat Rumpun Model Pembelajaran). *Jurnal sakinah*. 2(1):14–23.

Mitchell, M.G., Montgomery, H., Holder, M. dan Stuart, D. (2008). Group investigation as a cooperative learning strategy: An integrated analysis of the literature. *Alberta Journal of Educational Research*.54(4).

Mohd Razali, N. dan Bee Wah, Y. (2011). Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics*. 2(1), 21-33.

Mudrikah, A. (2019). Problem Based Learning as Part of Student-Centered Learning. In *Social, Humanities, and Educational Studies (SHES): Conference Series*. 3(4): 1-6.

Mukarromah, S., Arisanti, K. dan Pratama, L.D. (2023). Profil Kesulitan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal AKM (Asesmen Kompetensi Minimum) Ditinjau Dari Teori Van Hiele. *Tematik: Jurnal Konten Pendidikan Matematika*. 1(1):25–31.

Nasution (2012). *Metode Research*. Jakarta: Bumi Aksara.

Nike Helmiati, Abudarin, A. dan Abdul Hadjranul Fatah (2022). Penguasaan Konsep Hukum-hukum Dasar Kimia Hasil Pembelajaran Menggunakan Lembar Kerja Siswa Berbasis Learning Cycle 5E pada Siswa Kelas X SMA Negeri 4 Palangka Raya Tahun Ajaran 2017/2018. *Journal of Environment and Management*. 2(3):212–217.

Novianti, W. (2020). Urgensi Berpikir Kritis Pada Remaja di Era 4.0. *Journal of Education and Counseling (JECO)*. 1(1).

- Novitasari, K.W.A. (2023). Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Menurut Indikator Facione Pada Pembelajaran Kimia Daring dan Luring. *Jurnal Sains Riset*. 13(3).
- Nurbaya, B.B. (2020). *Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning terhadap Kemampuan Berpikir Kritis ditinjau dari Minat Belajar Siswa*. Universitas Islam Negeri Malang.
- Octavia, S. (2020). *Model - Model Pembelajaran*. Edisi 1. Sleman: Deepublish.
- OECD (2018). *Programme for International Student Assessment*. Diunduh di <https://www.oecd.org/pisa/>.
- OECD (2023). *Programme for International Student Assessment 2022*. Diunduh di <https://www.oecd.org/pisa/>.
- Palari, N., Papatungan, M. dan Kunusa, W.R. (2018). Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Group Investigation Berbasis Problem Based Learning (PBL) Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Kelas X SMA Negeri 1 Suwawa Pada Materi Reaksi Redoks. *Jurnal Entropi Volume*. 1(3):171–177.
- Prasmala, E.R. (2016). Model Group Investigation (GI) Dipadu Problem Based Learning (PBL) Untuk Meningkatkan Keterampilan Bekerja Ilmiah dan Kemampuan Kognitif Siswa Kelas X-A1 SMAN 2 Malang. *Florea : Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*. 3(1).
- Pratami, A.Z., Suhartono, S. dan Salimi, M. (2019). Penerapan Model Pembelajaran Group Investigation untuk Meningkatkan Hasil Belajar Ilmu Pengetahuan Sosial. *Harmoni Sosial: Jurnal Pendidikan IPS*. 6(2):164–174.
- Priyanti, R. (2019). *Pembelajaran inovatif abad 21*. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pendidikan Pascasarjana UNIMED.
- Priyatno, D. (2010). *Paham Analisa Statistik Data dengan SPSS*. Yogyakarta: PT. Buku Seru.

- Purnomo, A., Kanusta, M., Fitriyah, Guntur, M., Adawiyah, R.S., Ritonga, S., Ilham, S.N., Maulidah, S. dan Listantia, N. (2022). *Pengantar Model Pembelajaran*. Edisi 1. Lombok: Hamjah Diha Foundation.
- Purnomo, H., Santosa, B. dan Tentama, F. (2019). Implementation Of Problem-Based Learning and Group Investigation (PBL GO-IN) To Improve Vocational Students Competence. *Journal of Vocational Education Studies*. 2(1):47–54.
- Pusparini, S.T., Feronika, T. dan Bahriah, E.S. (2018). Pengaruh model pembelajaran Problem Based Learning (PBL) terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi sistem koloid. *Jurnal Riset Pendidikan*.
- Puspendik (2019). *PISA, Pusat Penilaian Pendidikan Balitbang Kemendikbud*.
- Queirós, A., Faria, D. dan Almeida, F. (2019). Strengths and Limitations of Qualitative Research Methods. *European Journal of Education Studies*.
- Rahayu, I. (2009). *Praktis Belajar Kimia 1*. Jakarta: Visindo media persada.
- Rahmawati, Nurul Laili., Atiningsih. dan Parmin., (2023). *Penerapan Model Pembelajaran PBL Untuk Meningkatkan Kemampuan Bernalar Kritis Siswa SMP Negeri 29 Semarang. Proceeding Seminar Nasional IPA XIII*
- Ramadhanti, A. dan Agustini, R. (2021). Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Melalui Model Inkuiri Terbimbing Pada Materi Laju Reaksi. *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian dan Kajian Kepustakaan di Bidang Pendidikan, Pengajaran dan Pembelajaran*. 7(2).
- Ritonga, S. (2020). Pengaruh Strategi Problem Based Learning dan Group Investigation terhadap Kemampuan Berpikir Kritis

Siswa SMAN 1 Na IX-X. *Jurnal Edu-Bio: Education and Biology*. 2(1):27–32

- Rosmasari, A.R. dan Supardi, Z.A.I. (2021). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Usaha dan Energi Kelas X MIPA 4 SMAN 1 Gondang. *Pendipa Journal of Science Education*. 5(3):472–478.
- Royantoro, F., Mujasam, M., Yusuf, I. dan Widyaningsih, S.W. (2018). Pengaruh Model Problem Based Learning terhadap Higher Order Thinking Skills Peserta Didik. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*. 6(3).
- Santika, I.W.D., Parwati, N.N. dan Divayana, D.G.H. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah Dalam Setting Pembelajaran Daring Terhadap Prestasi Belajar Matematika dan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Kelas X SMA. *Jurnal Teknologi Pembelajaran Indonesia*. 10(2).
- Sari, R.M., Sumarmi, S., Astina, I.K., Utomo, D.H. dan Ridhwan, R. (2021). Increasing Students Critical Thinking Skills and Learning Motivation Using Inquiry Mind Map. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (ijET)*.16(03):4
- Sariati, N.K., I Nyoman, S. dan Ni Made, W. (2020). Analisis Kesulitan Belajar Kimia Siswa Kelas XI pada Materi Larutan Penyangga. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dan Pembelajaran*. 4(1):86–97.
- Sejpal, K. (2013). Models of Teaching: The Way of Learning. *International Journal for Research in Education*. 2(3).
- Setiyaningsih, A., Yuwono, M.R. dan Wijayanti, S. (2022). Analisis Kelengkapan LKPD sebagai Media Pembelajaran Matematika Peserta Didik. *Widya Didaktika - Jurnal Ilmiah Kependidikan*. 1(2):42–47.

- Setyawati, A.A. (2009). *KIMIA : Mengkaji Fenomena Alam Untuk Kelas X SMA / MA*. Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.
- Sharan, S. (1980). Cooperative Learning in Small Groups: Recent Methods and Effects on Achievement, Attitudes, and Ethnic Relations. *Review of Educational Research*. 50(2):241–271.
- Sharan, Yael. dan Sharan, S. (1992). *Expanding cooperative learning through group investigation*. Teachers College Press.
- Slavin, R.E. (1982). *Cooperative learning: student teams*. NEA Professional Library.
- Sudijono, A. (2011). *Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Sugiyono (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung : Alfabeta.
- Sujana, A. dan Sopandi, W. (2020). *Model-model pembelajaran inovatif: teori dan implementasi*. Edisi 1. Depok: Rajawali Pers.
- Sukendra, I.K. dan Atmaja, I.K.S. (2020). *Instrumen Penelitian*. Pontianak: Mahameru Press.
- Sulandari (2020). Analisis Terhadap Metoda Pembelajaran Klasikal dan Metoda Pembelajaran E-Learning di Lingkungan Badiklat Kemhan. *Jurnal Pendidikan Indonesia*. 1(2).
- Sulastri (2017). *Buku Ajar Kimia Dasar 1*. Banda Aceh: Syiah Kuala University Press.
- Sumardi, S. (2021). Penggunaan Model Pembelajaran Kooperatif Sebagai Strategi Pembelajaran Pada Mata Pelajaran Bahasa Inggris Tingkat SMA. *Jurnal Pendidikan*. 30(1):81.
- Syamsidah dan Suryani, H. (2018). *Buku Model Problem Based Learning*. Deepublish.
- Suyanta, S. (2020). Penggunaan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir

Kritis Pada Mata Pelajaran Kimia Siswa Kelas XI MIPA 3 SMAN 1 Bambanglipuro. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 5(1), 109-114.

- TIMSS (2015). *TIMSS 2015 International Results in Mathematics*. TIMSS & PIRLS International Study Center.
- Umatin, C. (2017). Aplikasi *Problem Based Learning* dan *Group Investigation* Dalam Pembelajaran Ekonomi di MAN MALANG I. *Konstruktivisme*. 9(1).
- Utami, B., Nugroho, A., Mahardiani, L., Yamtinah, S. dan Mulyani, B. (2009). *Kimia Untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta: CV. HaKa MJ.
- Utami, C.A., Haji, S. dan Zamzaili, Z. (2017). Pengaruh Pembelajaran *Problem Based Learning* dengan Startegi *Group Investigation* terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMKN 3 Rejang Lebong. *Jurnal Pendidikan Matematika Raflesia*. 2(2).
- Wahyuni, S. (2022). Kurikulum Merdeka untuk Meningkatkan Kualitas Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan dan Konseling (JPDK)*. 4(6).
- Widayati, N.S. dan Muaddab, H. (2012). *29 Model-Model Pembelajaran Inovatif*. Surabaya: CV. Garuda Mas Sejahtera.
- Widyaningsih, R.O. dan Puspasari, D. (2020). Analisis Penggunaan Model Pembelajaran *Group Investigation* (Investigasi Kelompok) Pada Mata Pelajaran Kearsipan di SMKN 1 Lamongan. *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran (JPAP)*. 9(1):77-84.
- Wijaya, E.Y., Sudjimat, D.A. dan Nyoto, A. (2016). *Transformasi Pendidikan Abad 21 Sebagai Tuntutan Pengembangan Sumber Daya Manusia di Era Global*. Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika. Malang.
- Wulandari, S. (2021). Studi Literatur Penggunaan PBL Berbasis Video Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah. *JPF*

*(Jurnal Pendidikan Fisika) Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.* 9(1):7.

- Yoisangadji, M., Rahman, N.A. dan Setiawan, T. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran Mind Mapping Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Hukum-Hukum Dasar Kimia Kelas X Semester Genap di SMA Negeri 1 Kepulauan Sula. *Saintifik: Jurnal Pendidikan MIPA.* 7(2).
- Yuniar, R., Nurhasanah, A., Rahman Hakim, Z. dan Asih Vivi Yandari, I. (2022). Peran Guru dalam Pelaksanaan Model PBL (*Problem Based Learning*) Sebagai Penguatan Keterampilan Berpikir Kritis. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar.* 7(2). 1134–1150.
- Yusuf, A.M. (2017). *Metode Penelitian: Kuantitatif, Kualitatif, dan Penelitian Gabungan.* Jakarta: Kencana.
- Zarkasyi, W. (2015). *Penelitian Pendidikan Matematika.* Edisi 1. Bandung : Refika Aditama.
- Zumdahl, S. (2007). *Chemistry Seventh Edition.* New York: Houghton Mifflin Company.

## LAMPIRAN

### **Lampiran 1.** Transkrip Wawancara Pra-riiset

#### WAWANCARA GURU

Narasumber : Turmiati,M.Pd

Jabatan : Guru Kimia SMAN 80 Jakarta

Pewawancara : Kurikulum apa yang digunakan di SMAN 80 Jakarta ?

Narasumber : Kelas X dan XI kurikulum merdeka kalau kelas XII kurikulum 2013

Pewawancara : Bagaimana minat belajar siswa khususnya kelas X terhadap pembelajaran kimia Bu?

Narasumber : untuk kelas X sendiri, ada sebagian yang suka kimia ada juga yang tidak

Pewawancara : Sejauh ini bagaimana pemahaman siswa khususnya kelas X terhadap teori dan konsep-konsep kimia Bu?

Narasumber : Anak merasa kesulitan memahami konsep dan teori ilmu kimia. Karena siswa tidak mau berusaha untuk mencari pemahaman terkait materi yang dibahas

Pewawancara : Bagaimana dengan respon siswa di kelas khususnya kelas X pada saat pembelajaran kimia Bu?

Narasumber : Untuk respon siswa, ada siswa yang bisa memahami konsep tertentu sehingga dia akan aktif. Akan tetapi ada juga siswa yang malas atau cuek.

Pewawancara : Didalam proses belajar mengajar biasanya siswa lebih sering belajar secara individu atau kelompok Bu?

Narasumber : Lebih sering belajar berkelompok

Pewawancara : Didalam proses pembelajaran kimia, biasanya metode pembelajaran seperti apa yang Ibu gunakan?

Narasumber : Ceramah, Diskusi kelompok, Tanya jawab dan penugasan

Pewawancara : Apakah di dalam proses belajar mengajar kimia khususnya pada kelas X Ibu selalu menggunakan model-model pembelajaran?

Narasumber : Tidak selalu, lebih sering ceramah dan diskusi kelompok

Pewawancara : Bagaimana rata-rata hasil belajar siswa kelas X ?

Narasumber : kalau dilihat dari nilai asesmen, secara keseluruhan kurang memuaskan dan cukup rendah. Nilai rata-rata sekitar 60

Pewawancara : Apakah siswa sudah pernah belajar dengan menggunakan model pembelajaran *Problem Based Learning* dipadu *Group Investigation* sebelumnya Bu?

Narasumber : Belum

## Wawancara Peserta Didik Kelas X

Pewawancara : Assalamuaikum sebelumnya perkenalkan saya Zaenab Auliya Rohmah dari UIN Walisongo Semarang izin untuk bertanya terkait pembelajaran kimia disekolah. Apakah benar dek Luthfunnisa adalah peserta didik kelas X di SMAN 80 jakarta ?

Narasumber : Iya kak benar

Pewawancara : Bagaimana proses belajar kimia dikelas selama ini ?

Narasumber : Maaf kak sebelumnya, jujur menurut saya penjelasannya masih sulit untuk dipahami

Pewawancara : Apakah guru pernah menggunakan model pembelajaran saat mengajar kimia ?

Narasumber : Sepertinya belum, kadang suka ngasih contoh soal tapi ya gitu banyak yang belum paham sehingga terkendala mengerjakannya

Pewawancara : Menurut pendapatmu pelajaran kimia seperti apa ?

Narasumber : Susah kak

Pewawancara : Materi apa yang sedang dipelajari dan belum dipahami ?

Narasumber : Hukum Dasar Kimia kak karena ada hitungannya dan hanya ditugaskan untuk merangkum

Pewawancara : Bagaimana hasil belajar kimia selama ini ?

Narasumber : Nilainya belum memuaskan kak

Pewawancara : Menurutmu perlu tidak model pembelajaran dilakukan saat pelajaran kimia ?

Narasumber : Perlu, soalnya kalau mendengarkan saja bikin ga tertarik belajar dan bosan



Lampiran 2. Modul Ajar

---

**KELAS X - FASE E**

---

# **MODUL AJAR**

## **HUKUM-HUKUM DASAR KIMIA**

**KURIKULUM MERDEKA**

---

**BY**  
**ZAENAB AULIYA ROHMAH**



## 1) IDENTITAS UMUM

### A. IDENTITAS

Nama Penulis : Zaenab Auliya Rohmah  
 Tahun Ajaran : 2023/2024  
 Nama Sekolah : SMAN 80 Jakarta  
 Mata Pelajaran : Kimia  
 Materi : Hukum – hukum dasar kimia

Fase	Jenjang	Kelas /semester	Jumlah siswa	Moda pembelajaran	Alokasi waktu
E	SMA	10/2	34	Tatap Muka (Luring)	10 X 45 menit ( 5 pertemuan )

### B. KOMPETENSI AWAL ( PRASYARAT )

- Peserta didik memahami materi unsur-senyawa-campuran
- Peserta didik mahir operasi hitungan dan perbandingan matematika dasar
- Peserta didik telah menguasai penyetaraan reaksi kimia

### C. PROFIL PELAJAR PANCASILA

<b>No</b>	<b>Dimensi</b>	<b>Elemen P3 dan Sub Elemen</b>	<b>Alur Perkembangan Dimensi P3</b>	<b>No Kegiatan</b>
1.	Beriman, Bertakwa Kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan Berakhlak Mulia	Akhlak pribadi : Intregitas	Menyadari bahwa aturan agama dan sosial merupakan aturan yang baik dan menjadi bagian dari diri sehingga bisa menerapkannya secara bijak dan kontekstual.	TP 4.1 1,28 TP 4.2-4.4 : 1, 17
2.	Bergotong -Royong	Kolaborasi : Komunikasi untuk mencapai tujuan bersama	Tanggap terhadap lingkungan sosialsesuai dengan tuntutan peran sosialnya dan berkontribusi sesuai dengan kebutuhan masyarakat untukmenghasilkan keadaan yang lebih baik.	TP 4.2-4.4 : 8,9
3.	Bernalar Kritis	Informasi dan Gagasan : Mengidentifikasi, mengklarifikasi, dan mengolah informasidan gagasan	Secara kritis mengklarifikasi serta menganalisis gagasan dan informasi yang kompleks dan abstrak dari berbagai sumber. Memprioritaskan suatu gagasan yang paling relevan dari hasil klarifikasi dan analisis	TP 4.1 : 15,25 TP 4.2-4.4 : 8,9

4.	Mandiri	Regulasi Diri : Menunjukkan inisiatif dan bekerja secara mandiri	Menentukan prioritas pribadi, berinisiatif mencari dan mengembangkan pengetahuan dan keterampilan yang spesifik sesuai tujuan di masa depan	TP 4.1 : 21,27 TP 4.2-4.4 : 16
----	---------	---	---	---

#### D. SARANA PRASARANA

Seluruh sarana prasarana yang digunakan peserta didik dalam proses pembelajaran meliputi:

- a. Sumber belajar
  - 1) Sudarmo, Unggul. 2018. *Kimia untuk SMA/MA Kelas XII*. Jakarta: Erlangga.
  - 2) Bahan ajar yang diberikan
  - 3) Internet
- b. Alat untuk mendapatkan sumber belajar
  - 1) Laptop / smartphone
  - 2) LCD proyektor
  - 3) Buku dan alat tulis
- c. Lingkungan belajar dalam dan luar sekolah : sekolah aman dan tidak mengganggu konsentrasi belajar peserta didik
- d. Media pembelajaran

- 1) LKPD (terlampir)
- 2) Video youtube (terlampir)
- 3) PPT (terlampir)

#### **E. TARGET PESERTA DIDIK**

1. Peserta didik regular / tipikal : umum, tidak ada kesulitan dalam mencerna dan memahami materi ajar.
2. Peserta didik dengan gaya belajar yang berbeda : auditori, visual, kinestetik.
3. Peserta didik dengan pencapaian tinggi : mencerna dan memahami dengan cepat, mampu mencapai keterampilan berfikir tingkat tinggi (HOTS), dan memiliki kemampuan memimpin.

#### **F. PENDEKATAN, MODEL, DAN METODE PEMBELAJARAN**

- a. Pendekatan : TPACK
- b. Model : PBL-GI (*Problem Based Learning Dipadu Group Investigation*)
- c. Metode : Diskusi, presentasi

#### **2) KOMPONEN INTI**

##### **A. CAPAIAN DAN TUJUAN PEMBELAJARAN**

<b>CP</b>	<p>Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan untuk merespon isu-isu global dan berperan aktif dalam memberikan penyelesaian masalah. Kemampuan tersebut antara lain mengidentifikasi, mengajukan gagasan, merancang solusi, mengambil keputusan, dan mengkomunikasikan dalam bentuk proyek sederhana atau simulasi visual menggunakan aplikasi teknologi yang tersedia terkait dengan energi alternatif, pemanasan global, pencemaran lingkungan, nanoteknologi, bioteknologi, kimia dalam kehidupan sehari-hari, pemanfaatan limbah dan bahan alam, pandemi akibat infeksi virus. Semua upaya tersebut diarahkan pada pencapaian tujuan pembangunan yang berkelanjutan (Sustainable Development Goals/SDGs). Melalui pengembangan sejumlah pengetahuan tersebut dibangun pula akhlak mulia dan sikap ilmiah seperti jujur, objektif, bernalar kritis, kreatif, mandiri, inovatif, bergotong royong, dan berkebhinekaan global.</p>		
<b>No TP</b>	<b>Tujuan Pembelajaran</b>	<b>No ATP</b>	<b>Alur Tujuan Pembelajaran</b>
TP. 4	<p><b>Setelah mengikuti pembelajaran dengan model <i>Problem Based Learning</i> dipadu</b></p>	<p><b>Elemen Pemahaman Kimia</b></p>	

<p><b>Group Investigation (PBL-GI)</b>, diharapkan Peserta didik mampu mengamati, menyelidiki dan menjelaskan fenomena sesuai kaidah kerja ilmiah dalam menjelaskan konsep kimia dalam kehidupan sehari-hari; menerapkan konsep kimia alam pengelolaan lingkungan termasuk menjelaskan fenomena pemanasan global; menuliskan reaksi kimia dan menerapkan <b>hukum-hukum dasar kimia</b>; memahami struktur atom dan aplikasinya dalam nanoteknologi dengan <i>Beriman, Bertakwa Kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan Berakhlak Mulia Bergotong-Royong</i> <i>Bernalar Kritis Kreatif</i></p>	4.1	<p>Peserta didik dapat <b>menjelaskan</b> hukum dasar kimia :</p> <p>4.1.1 Hukum Kekekalan Massa Lavoisier, 4.1.2 Hukum Perbandingan Tetap Proust, 4.1.3 Hukum Perbandingan Berganda Dalton 4.1.4 Hukum Perbandingan Volume Gay-Lussac 4.1.5 Hipotesis Avogadro</p>
	4.2	<p>Peserta didik dapat <b>menganalisis</b> data hasil percobaan hukum dasar kimia hukum kekekalan massa lavoisier, hukum perbandingan tetap Proust, hukum perbandingan berganda Dalton hukum perbandingan volume gay-lussac dan hipotesis Avogadro melalui data percobaan.</p>
	4.3	<p>Peserta didik dapat <b>menyusun</b> dan <b>menyajikan</b> laporan pada LKPD hasil analisis hukum dasar kimia : hukum kekekalan massa Lavoisier, hukum perbandingan tetap Proust, hukum perbandingan berganda Dalton hukum</p>

			perbandingan volume gay-lussac dan hipotesis.
		4.4	Peserta didik dapat <b>menerapkan</b> hukum-hukum dasar kimia dalam perhitungan kimia
		<b>Elemen Keterampilan Proses</b>	
		1	<b>Mengamati</b> Peserta didik menyimak media pembelajaran berupa presentasi PPT oleh guru yang di dalamnya berisi apersepsi dan motivasi terkait hukum dasar kimia
		2	<b>Mempertanyakan dan memprediksi</b> Peserta didik mempertanyakan dan memprediksibagaimana hubungan kuantitatif zat pereaksi dan hasil reaksi pada suatu reaksi kimia

		3	<p><b>Merencanakan dan memilih metode</b> Peserta didik merencanakan mencari informasi tentang hukum dasar kimia melalui kajian literatur dan melihat video praktik hukum dasar kimia</p>
		4	<p><b>Memproses, menganalisis data dan informasi.</b> Peserta didik memproses informasi yang didapatkan kemudian menganalisis dan menuangkan informasi yang didapatkan pada LKPD</p>
		5	<p><b>Mengevaluasi dan refleksi</b> Peserta didik mengevaluasi data hasil percobaan dan melakukan analisis data serta refleksi</p>
		6	<p><b>Mengomunikasikan hasil.</b> Peserta didik menyajikan hasil pekerjaannya pada lembar kerja peserta didik.</p>

## B. PEMAHAMAN BERMAKNA

Manusia dikaruniai akal dan budi oleh Tuhan Yang Maha Esa untuk mengelola sumber daya, salah satunya melalui hukum-hukum dasar kimia diharapkan manusia dapat menghitung jumlah zat-zat yang bereaksi dan hasil reaksi dengan bijak, untuk dapat mendukung kehidupan dan kelestarian tempat tinggal manusia

### C. PERSIAPAN PEMBELAJARAN

- 1) Guru memberikan materi sesuai dengan gaya belajar **(DIFERENSIASI KONTEN)**
  - **Video** materi hukum dasar kimia diberikan kepada peserta didik melalui link **(TPACK)**
    - Hukum Lavoisier  
[https://youtu.be/lTQh\\_lsY1dM?si=RzOa340X9ijKzMrw](https://youtu.be/lTQh_lsY1dM?si=RzOa340X9ijKzMrw)
    - Hukum Proust <https://youtu.be/VUrv5yAFQWE?si=4ahno2l3GmXQkMgT>
    - Hukum Dalton <https://youtu.be/Tm85mTacwsg?si=f7mqEPi1HcfZuyaw>
    - Hukum Gay-Lussac & Hipotesis Avogadro  
[https://youtu.be/kziEcrzVKcg?si=HKSRhQ\\_2bDPUDC-9](https://youtu.be/kziEcrzVKcg?si=HKSRhQ_2bDPUDC-9)
  - **PPT** materi hukum dasar kimia melalui link **(TPACK)**  
[https://drive.google.com/drive/folders/1xN1POT9RFAGgEc0oiERIEcZm7v0ozgNb?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1xN1POT9RFAGgEc0oiERIEcZm7v0ozgNb?usp=drive_link)
  - **Materi berbentuk pdf** materi hukum dasar kimia melalui link **(TPACK)**  
[https://drive.google.com/drive/folders/1qFrC8B0qXO6Fwbe7eGFdEGzZIDqid7NV?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1qFrC8B0qXO6Fwbe7eGFdEGzZIDqid7NV?usp=drive_link)

- 2) **Buku cetak / buku paket** yang telah dimiliki peserta didik (disediakan dari sekolah)
- 3) Guru dan peserta didik menyiapkan LKPD

#### D. PERTANYAAN PEMANTIK

- 1) Pernahkah kamu membuat kue ? bagaimana massa bahan sebelum menjadi kue dan setelah berubah menjadi kue ? apakah ada perbedaan ?
- 2) Pernahkah kalian melihat air hujan dan air keran ? Meskipun tempat dan kuantitasnya berbeda, tapi mereka masih sama-sama air bukan? Lalu bagaimana perbandingan massa unsur-unsur hidrogen (H) dan Oksigen ( $O_2$ ) dalam molekul air tersebut ?

#### E. KEGIATAN PEMBELAJARAN

<b>Pertemuan Ke 1</b>		
<b>Tahapan</b>	<b>Kegiatan Pembelajaran</b>	<b>Alokasi Waktu</b>
Kegiatan Inti	<i>Pre-Test</i>	90 Menit

<b>Pertemuan Ke 2</b>		
<b>ATP</b>	<b>TP yang ingin dicapai : 4.1</b>	

Tahapan	Kegiatan pembelajaran	Alokasi waktu
Pendahuluan	<p><b>Orientasi</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru mengucapkan salam dengan penuh rasa syukur untuk mengawali pertemuan (<b>Beriman dan bertakwa kepada Tuhan YME</b>)</li> <li>2. Guru dan peserta didik berdoa terlebih dahulu sebelum mengikuti pembelajaran. Guru meminta ketua kelas untuk memimpin berdoa</li> <li>3. Guru memerintahkan peserta didik untuk mengecek kebersihan lingkungan sekitar sebelum memulai pembelajaran</li> <li>4. Guru memeriksa kehadiran peserta didik</li> </ol> <p><b>Apersepsi</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Guru memberikan apersepsi kepada peserta didik mengenai materi yang telah dipelajari sebelumnya tentang konsep mol (<b>4C- Collaboration</b>)</li> <li>6. Peserta didik melakukan diskusi dengan guru (<b>Communication, Collaboration, Critical Thinking – 4C</b>)</li> </ol>	15 menit

	<p><b>Motivasi</b></p> <p>7. Guru memberikan motivasi mengenai materi yang akan dipelajari</p> <p>“ kue yang enak terbuat dari resep dan takaran bahan yang pas serta proses pembuatan kue yang sesuai dengan aturan atau prosedur yang telah ditetapkan. Hal ini sama halnya dengan reaksi kimia, bahwa setiap reaksi kimia terjadi menurut aturan tertentu. Aturan-aturan tersebut dalam ilmu kimia dinamakan <i>hukum-hukum dasar kimia</i>”.</p> <p>8. Guru menyampaikan tujuan dan model pembelajaran</p> <p>9. Guru juga menyampaikan bahwa pembelajaran dalam kurikulum merdeka bertujuan untuk memerdekakan peserta didik, sehingga dalam proses pembelajaran diperbolehkan peserta didik memposisikan diri sesuai kenyamanannya <b>(DIFERENSIASI PROSES)</b></p> <p>10. Peserta didik menyimak penjelasan guru tentang tahapan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan <b>(4C- Comunication)</b></p>	
--	---	--

	<p>11. Peserta didik menyimak penjelasan guru tentang tahapan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan (4C- Communication)</p> <p>langkah-langkah yang akan kita lakukan adalah :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fase Orientasi Masalah</li> <li>• Fase Memilih topik dan mengatur ke dalam kelompok</li> <li>• Fase Membimbing investigasi</li> <li>• Fase Melakukan analisis data dan sintesis</li> <li>• Fase Presentasi hasil investigasi</li> <li>• Fase Evaluasi dan penguatan konsep Namun karena terbatasnya waktu, pembelajaran pada materi ini dilaksanakan sampai fase analisis data dan sintesis dan dilanjutkan pada pertemuan berikutnya .</li> </ul>	
<b>Kegiatan Inti</b>	<p><b>Fase 1 : Orientasi Masalah</b></p> <p>12.Guru menampilkan powerpoint yang berisikan gambar/vidio terkait beberapa fenomena hukum dasar kimia yang ada di kehidupan sehari-hari .</p>	60 menit

	<p>13. Peserta didik diminta untuk mengamati masalah yang sesuai dengan hukum-hukum dasar kimia dalam kehidupan sehari-hari</p> <p>14. Guru kemudian membangun diskusi dengan peserta didik terkait orientasi masalah masalah tersebut.</p> <p>15. Peserta didik merespon diskusi dan menyampaikan pendapat dan berdiskusi dengan teman dan guru (4C- <b>Comunication, Collaboration, Critical Thinking</b> ) (P3 - <b>bernalar kritis</b>)</p> <p>16. Guru menjelaskan dengan singkat bahwa untuk menjawab permasalahan- permasalahan tersebut, dikenal adanya Hukum Dasar Kimia</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Apa saja Hukum Dasar Kimia ?</li><li>• Bagaimana Proses pembuktiannya ?</li><li>• Untuk mengetahui hukum apa saja yang termasuk hukum dasar kimia, kalian akan menginvestigasinya melauai petunjuk pada LKPD</li></ul> <p>17. Guru membagi peserta didik secara heterogen dengan kriteria terdapat peserta didik dengan kemampuan tinggi, sedang dan rendah di setiap</p>	
--	---	--

	<p>kelompok yang sudah dipetakan sebelumnya.</p> <p><b>Fase 2 : Memilih topik dan mengatur ke dalam kelompok</b></p> <p>18.Guru mengarahkan peserta didik untuk duduk bersama kelompoknya</p> <p>19.Guru meminta peserta didik mengidentifikasi topik terkait hukum kekekalan massa pada bahan ajar yang disediakan</p> <p>20.Guru membimbing peserta didik untuk mengeksplere masalah pada fase 1 bersama kelompoknya</p> <p>21.Setiap kelompok diminta membaca LKPD sesuai topik yang telah ditentukan dan telah dibagikan dengan seksama . Di dalam LKPD terdapat petunjuk praktik dan pertanyaan-pertanyaan untuk mengukur pemahaman <b>(P3 - mandiri)</b></p> <p><b>Fase 3 : Membimbing Investigasi</b></p> <p>22.Guru memberikan pengarahan terkait teknis diskusi LKPD Hukum kekekalan massa</p> <p>23.Peserta didik dengan cermat dan teliti melakukan</p>	
--	--	--

	<p>penyelidikan sesuai LKPD (4C-Communication)</p> <p><b>Fase 4 : Melakukan Analisis Data Dan Sintesis</b></p> <p>24. Peserta didik mencatat data dengan benar dan menganalisis data percobaan dengan melakukan kajian literatur</p> <p>25. Peserta didik menuliskan solusi atas pertanyaan pertanyaan pada LKPD di tabel yang tersedia dengan sumber literatur yang diperoleh sebagai hasil investigasi bersama secara jujur dan bertanggung jawab (P3-Bernalar Kritis)</p>	
<b>Penutup</b>	<p>26. Peserta didik melakukan refleksi dari kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan dengan link : <a href="https://chatbot.page/wVyifo">https://chatbot.page/wVyifo</a> (4C-Communication, Collaboration, Critical Thinking)</p> <p>27. Guru memberikan pemantapan pemahaman dengan memberi tugas untuk mengerjakan latihan soal dan mengingatkan siswa untuk membaca materi hukum-hukum dasar kimia selanjutnya. (P3- mandiri)</p> <p>28. Guru menutup pembelajaran dengan</p>	15 menit

	<p>mempersilahkan salah satu peserta didik memimpin doa (P3 – Beriman bertakwa kepada Tuhan YME)</p> <p>29. Guru memberikan salam penutup</p>	
--	---	--

<b>Pertemuan ke 3-4</b>		
<b>ATP</b>	<b>TP yang ingin dicapai :</b> 4.2 4.3 4.4	
<b>Tahapan</b>	<b>Kegiatan pembelajaran</b>	<b>Alokasi waktu</b>
<b>Pendahuluan</b>	<b>Orientasi</b> 1. Guru mengucapkan salam dengan penuh rasa syukur untuk mengawali pertemuan (Beriman dan bertakwa kepada Tuhan YME) 2. Guru dan peserta didik berdoa terlebih dahulu	15 menit

	<p>sebelum mengikuti pembelajaran. Guru meminta ketua kelas untuk memimpin berdoa</p> <ol style="list-style-type: none"><li>3. Guru memerintahkan peserta didik untuk mengecek kebersihan lingkungan sekitar sebelum memulai pembelajaran</li><li>4. Guru memeriksa kehadiran peserta didik</li></ol> <p><b>Motivasi</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>5. Peserta didik menyimak motivasi yang disampaikan guru terkait pembelajaran yang telah dilakukan sebelumnya. Setelah kita mempelajari fenomena fenomena pada fase 1 ternyata ada kaitannya dengan hukum dasar kimia yang kita pelajari sehingga materi ini dekat dengan kehidupan sehari-hari. <b>(4C-Comunication)</b></li><li>6. Guru menyampaikan tujuan dan strategi pembelajaran pertemuan kedua</li><li>7. Peserta didik menyimak penjelasan guru tentang tahapan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan <b>(4C- Comunication)</b><ul style="list-style-type: none"><li>• Pada pertemuan kali ini kita akan melanjutkan</li></ul></li></ol>	
--	---	--

	<p>fase pembelajaran yang sebagian fasenya telah dilakukan pada pertemuan sebelumnya, yaitu :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fase presentasi hasil investigasi</li> <li>• Fase evaluasi dan penguatan konsep</li> </ul>	
<b>Kegiatan Inti</b>	<p><b>Fase 5 : Presentasi Hasil Investigasi</b></p> <p>8. Peserta didik secara berkelompok mempresentasikan hasil analisis data dari investigasinya untuk membuktikan Hukum-hukum dasar kimia di depan kelas sesuai karya kreatif yang telah dibuat. (P-3 Gotong royong, bernalar kritis, kreatif)</p> <p>9. Setiap kelompok mendengarkan dan memahami dengan baik presentasi kelompok yang lain. (P-3 Gotong royong, bernalar kritis)</p> <p>10. Guru dan peserta didik membangun diskusi terkait laporan hasil investigasi permasalahan dan pertanyaan yang diberikan pada setiap kelompok dalam LKPD yang dipresentasikan.</p> <p><b>Fase 6 : Evaluasi Dan Penguatan Konsep</b></p> <p>11. Peserta didik secara berkelompok membuat kesimpulan hasil investigasi pada setiap paparan kelompok mengenai semua topik yang sudah dibahas</p>	60 menit

	<p>dikaitkan dengan kajian literatur dan masalah seperti yang dikemukakan pada fase 1 orientasi masalah</p> <p>12. Peserta didik diberikan penguatan dengan memberikan jawaban yang seharusnya.</p> <p>13. Peserta didik bersama guru (4C-Collaboration) membahas soal –soal pemahaman.</p> <p>14. Peserta didik diberi kesempatan bertanya bagi yang masih merasa bingung atau miskonsepsi terkait materi yang dipelajari.</p>	
<b>Penutup</b>	<p>15. Peserta didik melakukan refleksi dari kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan dengan link : <a href="https://chatbot.page/wVyifo">https://chatbot.page/wVyifo</a> (4C-Comunication, Collaboration, Critical Thinking)</p> <p>16. Guru memberikan pemantapan pemahaman dengan memberi tugas untuk mengerjakan latihan soal dan mengingatkan siswa untuk membaca materi hukum-hukum dasar kimia dalam persiapan penilai tes harian. (P3- mandiri)</p> <p>17. Guru menutup pembelajaran dengan</p>	15 menit

	mempersilahkan salah satu peserta didik memimpin doa (P3 – Beriman bertakwa kepada Tuhan YME) 18. Guru memberikan salam penutup	
--	--	--

<b>Pertemuan ke 5</b>		
<b>Tahapan</b>	<b>Kegiatan pembelajaran</b>	<b>Alokasi waktu</b>
<b>Kegiatan inti</b>	<i>Post-test</i>	90 menit

## F. ASSESMENT

### a. Asesmen Formatif

#### a) Penilaian Pengetahuan (terlampir)

1. Teknik Penilaian : Tes Tertulis
2. Bentuk Penilaian : Pengisian LKPD
3. Instrumen Penilaian : LKPD

#### b) Penilaian Sikap Instrumen (terlampir)

1. Teknik Penilaian : Observasi, penilaian diri dan antar teman

2. Bentuk Penilaian : Observasi Perkembangan Profil Pelajar Pancasila
  3. Instrumen Penilaian : Lembar Observasi, lembar penilaian diri, lembar penilaian antar teman
- c) Penilaian Keterampilan (terlampir)
1. Teknik Penilaian : Observasi
  2. Bentuk Penilaian : Observasi Keterampilan Kinerja
  3. Instrument Penilaian : Lembar Observasi
- b. Asesmen Sumatif (terlampir)
- a. Teknik Penilaian : Tes Tertulis
  - b. Bentuk Penilaian : Soal Berpikir Kritis
  - c. Instrumen Penilaian : Soal Esai
- c. Pengayaan Dan Remedial (terlampir)
- a. Soal Pengayaan untuk peserta didik yang telah mencapai tujuan pembelajaran
  - b. Soal Remedial untuk peserta didik yang belum mencapai tujuan pembelajaran.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Astuti,Ari Elsa.2022.*Modul Ajar Hukum Dasar Kimia*.Semarang : SMAN 3 Semarang

Puspaningsih, Ayuk Ratna., dkk. 2021. *Ilmu Pengetahuan Alam SMA Kelas X*. Jakarta: Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kementrian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi.

Sudarmo, Unggul. 2022. *IPA Kimia untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta: Erlangga

Utami, Budi, dkk. 2009. *KIMIA Untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta : Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.

## **GLOSARIUM**

Korosi : perkaratan, yaitu reaksi logam besi dengan air dan udara di sekitarnya sehingga menghasilkan lapisan tipis berwarna merah kecoklatan

Massa : sejumlah materi yang terkandung dalam sebuah benda

Reaksi kimia : suatu proses di mana satu atau lebih zat, diubah menjadi satu atau zat yang berbeda dan menghasilkan produk yang baru.

Hukum dasar kimia : teori yang merumuskan fakta-fakta empiris dari berbagai observasi dan eksperimen kimia berulang-ulang menggunakan metode ilmiah

**LAMPIRAN**

Lampiran 1 : Instrument Penilaian Sikap dan Keterampilan

[https://drive.google.com/drive/folders/1BQF16p9b9ZD\\_yisWxWbqfvID5bhNRCaf?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1BQF16p9b9ZD_yisWxWbqfvID5bhNRCaf?usp=sharing)

Lampiran 2 : Soal *Pretes-postest*

[https://drive.google.com/drive/folders/1Xq05\\_FiBXegF7tszK76c30pEQsL13LxX?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1Xq05_FiBXegF7tszK76c30pEQsL13LxX?usp=drive_link)

Lampiran 3 : Lembar LKPD

[https://drive.google.com/drive/folders/1PDRY\\_d042B5EIHktLHLYzVUW\\_yKHkkR?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1PDRY_d042B5EIHktLHLYzVUW_yKHkkR?usp=sharing)

Lampiran 4 : Pengayaan dan Remedial

[https://drive.google.com/drive/folders/1iFOHeZqM0J07H\\_uzaKQvGfXCEDjCAtnZ?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1iFOHeZqM0J07H_uzaKQvGfXCEDjCAtnZ?usp=drive_link)

Jakarta, 1 maret 2024

Guru Mata Pelajaran



Turmiati, M.Pd  
NIP. 19730316200801205

# Lembar Kerja Peserta Didik

Lampiran 3

## HUKUM-HUKUM DASAR KIMIA

BERBASIS PROBLEM BASED LEARNING DIPADU GROUP  
INVESTIGATION

KIMIA SMA KELAS X / SEMESTER II

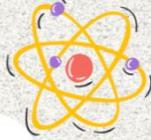


Nama :

Kelas :

Kelompok :

Presented by:  
Zaenab Auliya Rohmah



## TUJUAN PEMBELAJARAN

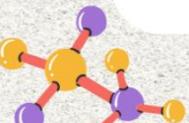
1. Peserta didik dapat menganalisis hukum kekekalan massa (Lavoisier) berdasarkan percobaan sederhana dengan benar melalui diskusi kelompok.
2. Peserta didik dapat menganalisis hukum perbandingan tetap (Proust) berdasarkan data percobaan dengan benar melalui diskusi kelompok.
3. Peserta didik dapat menganalisis hukum kelipatan perbandingan (Dalton) berdasarkan data percobaan dengan benar melalui diskusi kelompok.
4. Peserta didik dapat menganalisis hukum perbandingan volume (Boyle-Gay lussac) berdasarkan data percobaan dengan benar melalui diskusi kelompok

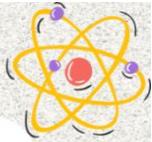
### PETUNJUK PENGUNAAN LKPD

- Setiap peserta didik harus membaca LKPD ini dengan seksama
- Kemudian diskusikan setiap permasalahan dan pertanyaan yang terdapat di LKPD bersama teman satu kelompok
- Jika ada pertanyaan dan kesulitan jangan ragu bertanya kepada guru untuk mendapatkan penjelasan

### PENDAHULUAN

Siapa saja penemu hukum dasar kimia ? yuk kenalan!





## Hukum Kekekalan Massa (Lavoisier)



### Orientasi Masalah

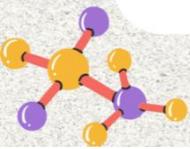
Kegiatan 1 : Perhatikanlah fenomena dibawah ini! Fenomena 1

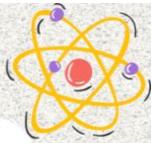


Upacara ngaben

Sumber : lebih Indonesia.com

Ngaben adalah upacara pembakaran jenazah umat Hindu di Bali, yang merupakan suatu ritual yang dilaksanakan untuk mengembalikan roh leluhur ke tempat asalnya. Pada upacara ngaben terjadi reaksi kimia yaitu reaksi pembakaran. Reaksi pembakaran adalah reaksi suatu zat dengan oksigen dan ditandai dengan terbentuknya zat baru. Pada peristiwa Ngaben, setelah bereaksi maka akan terbentuk zat berupa abu. Abu hasil dari pembakaran jenazah tidak dapat berubah kembali menjadi semula karena telah menjadi suatu zat yang baru. Ngaben seringkali dilakukan di tempat yang terbuka, maka abu yang terbentuk sebagian akan terbawa oleh angin. Jika diukur maka massa setelah pembakaran akan lebih kecil dibandingkan sebelum



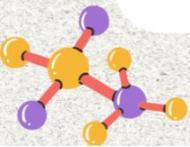


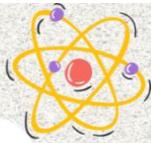
Rantai besi yang berkarat  
Sumber : kompasiana.com

Pernahkah Anda memperhatikan rantai besi yang dibiarkan di udara terbuka, dan pada suatu waktu kita akan menemukan, bahwa besi itu telah berubah menjadi karat besi. Jika kita timbang massa besi sebelum berkarat dengan karat besi yang dihasilkan, ternyata massa karat besi lebih besar.

Dari beberapa fenomena diatas jawablah pertanyaan berikut !

1. Berdasarkan fenomena 1, pernahkah terpikirkan oleh kalian bagaimana massa benda setelah pembakaran jika pembakaran dilakukan di ruang tertutup ? apakah sama atau justru berbeda ? jelaskan!
2. Berdasarkan fenomena 2 , Apakah massa besi sebelum berkarat sama dengan massa besi setelah berkarat ? jika berbeda, lebih besar yang mana ?
3. Jika massa besi berkarat bertambah, apakah penyebabnya ?
4. Apakah dalam hal ini berlaku hukum lavoisier ? berikan penjelasanmu !





## Memilih topik dan mengatur ke dalam kelompok

Kegiatan 2 : Ayoo berkolaborasi !

Untuk mengetahui penyelesaian masalah tersebut, kamu akan melakukan investigasi mengenai hukum kekekalan massa secara kolaborasi. Maka bergabunglah dengan kelompok yang sudah ditentukan oleh guru dengan mengatur posisi yang membuatmu nyaman untuk belajar

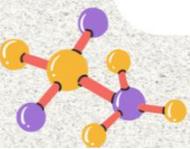
Kegiatan 3 : identifikasi topik

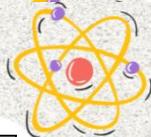
Bacalah bahan ajar yang telah disediakan terkait hukum kekekalan massa (lavoisier) dibawah ini sebelum lanjut pada kegiatan berikutnya !



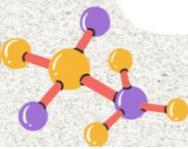
## Membimbing investigasi

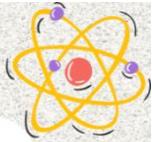
Kegiatan 4 : Lakukan investigasi sesuai tabel berikut !





Hukum dasar yang di investigasikan	Kegiatan investigasi																				
Hukum Kekekalan Massa (Lavoisier)	Jawablah pertanyaan masalah pada kegiatan 1																				
	<p>Jawablah pertanyaan -pertanyaan berikut :</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Apa bunyi hukum Lavoisier ?</li><li>2. Bagaimana eksperimen yang dilakukan Lavoisier ?</li><li>3. Berikanlah contoh peristiwa hukum Lavoisier dalam kehidupan sehari – hari selain dari fenomena kegiatan 1 ?</li><li>4. Perhatikan tabel reaksi antara tembaga dan belerang (sulfur) yang menghasilkan tembaga (II) Sulfida. Berdasarkan hukum kekekalan massa. Lengkapilah tabel dan tulis persamaan reaksinya !</li><li>5. Serbuk magnesium yang massanya 3</li></ol> <table border="1"><thead><tr><th>No</th><th>Massa Tembaga (gram)</th><th>Massa Belerang (gram)</th><th>Massa Tembaga (II) Sulfida (gram)</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>0,24</td><td>.....</td><td>0,36</td></tr><tr><td>2</td><td>0,30</td><td>0,15</td><td>.....</td></tr><tr><td>3</td><td>.....</td><td>0,20</td><td>0,60</td></tr><tr><td>4</td><td>0,60</td><td>0,40</td><td>.....</td></tr></tbody></table> <p>gram, tepat habis bereaksi dengan sejumlah serbuk belerang menghasilkan senyawa magnesium sulfida yang massanya 7 gram. Berapa massa serbuk belerang yang telah bereaksi ?</p>	No	Massa Tembaga (gram)	Massa Belerang (gram)	Massa Tembaga (II) Sulfida (gram)	1	0,24	.....	0,36	2	0,30	0,15	.....	3	.....	0,20	0,60	4	0,60	0,40	.....
No	Massa Tembaga (gram)	Massa Belerang (gram)	Massa Tembaga (II) Sulfida (gram)																		
1	0,24	.....	0,36																		
2	0,30	0,15	.....																		
3	.....	0,20	0,60																		
4	0,60	0,40	.....																		



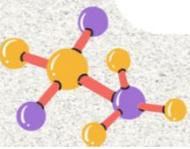


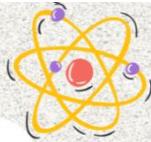
## Melakukan analisis data dan sintesis

Kegiatan 5 : menghubungkan masalah dengan sumber bacaan !

Coba kalian diskusikan terkait hukum kekekalan massa yang dilakukan oleh lavoisier lalu sajikanlah jawaban kalian dengan diskusi bersama kelompokmu dengan bantuan sumber bacaan yang relevan

### Hasil investigasi





**Presentasi hasil investigasi**

Kegiatan 6 : Sepakati bersama kelompokmu mengenai susunan penyajian. Setiap kelompok mempresentasikan hasil kerjanya, kelompok lain memberikan saran pertanyaan.



**Evaluasi dan penguatan konsep**

Kegiatan 7 : Ayoo periksa apakah jawabanmu sudah benar

Setelah presentasi, dengarkan penjelasan dan penguatan konsep oleh guru

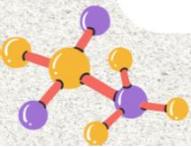
Kegiatan 8 : Ayoo tulis kontribusimu

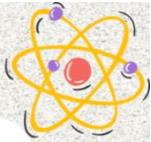
Tulislah dengan jujur kontribusi setiap anggota kelompok selama proses pengerjaan LKPD

Nama anggota kelompok	Kontribusi
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	

Kegiatan 10 : Ayo kerjakan !

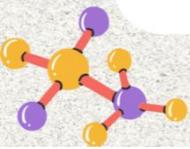
Setiap anggota kelompok membuat kesimpulan atas informasi yang diperoleh !

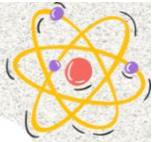




Hukum Dasar Kimia	Kesimpulan
Hukum Lavoisier	
Hukum Proust	
Hukum Dalton	
Hukum Gay-Lussac	
Hipotesis Avogadro	

Kegiatan 10 : Setiap anggota kelompok kerjakan refleksi dibawah ini yaa!





## LKPD 2

### Hukum Perbandingan Tetap (Proust)



#### Orientasi Masalah

Kegiatan 1 : Perhatikanlah fenomena dibawah ini!



Gambar disamping adalah air hujan. Air merupakan senyawa penting dalam kehidupan manusia. Air terbentuk dari ikatan kovalen antara oksigen dan hidrogen dengan rumus kimia  $H_2O$

Gambar 1. Air hujan

Sumber : hidayatullah.com

Dari fenomena diatas jawablah pertanyaan berikut !

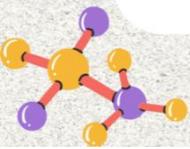
Bagaimana kita dapat mengetahui massa unsur oksigen dan hidrogen yang terdapat dalam air ?

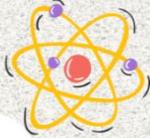


#### Memilih topik dan mengatur ke dalam kelompok

Kegiatan 2 : Ayoo berkolaborasi !

Untuk mengetahui penyelesaian masalah tersebut, kamu akan melakukan investigasi mengenai hukum proust secara kolaborasi. Maka bergabunglah dengan kelompok yang sudah ditentukan oleh guru dengan mengatur posisi yang membuatmu nyaman untuk belajar





### Kegiatan 3 : identifikasi topik

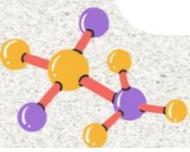
Bacalah bahan ajar yang telah disediakan terkait hukum perbandingan tetap (proust) dibawah ini sebelum lanjut pada kegiatan berikutnya !

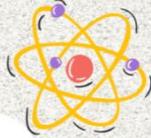


### Membimbing investigasi

### Kegiatan 4 : Lakukan investigasi sesuai tabel berikut !

Hukum dasar yang di investigasikan	Kegiatan investigasi
Hukum Perbandingan Tetap (Proust )	Jawablah pertanyaan masalah pada kegiatan 1
	Jawablah pertanyaan -pertanyaan berikut : <ol style="list-style-type: none"><li>1. Apa bunyi hukum Proust ?</li><li>2. Bagaimana eksperimen yang dilakukan oleh Proust?</li><li>3. Berikanlah contoh peristiwa hukum proust dalam kehidupan sehari - hari selain dari fenomena kegiatan 1 !</li></ol>





4. Bila logam magnesium dibakar dengan gas oksigen diperoleh senyawa magnesium oksida. Hasil percobaan tertera pada tabel berikut.

No	Massa magnesium (g)	Massa oksigen (g)	Massa magnesium oksida (g)	Sisa (g)
1	45	8	20	33 gram Mg
2	12	20	20	12 gram O
3	6	40	10	36 gram O
4	45	16	40	21 gram Mg

Bagaimana perbandingan massa magnesium dan oksigen pada setiap percobaan ?

5. Senyawa karbon dioksida dibentuk dari unsur karbon dan oksigen dengan perbandingan massa karbon dan oksigen adalah 3 : 8. Jika unsur karbon yang bereaksi 1,5 gram, tentukan massa oksigen yang bereaksi dan massa karbon dioksida yang terbentuk !



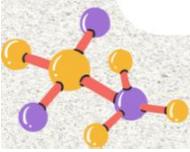
### Melakukan analisis data dan sintesis

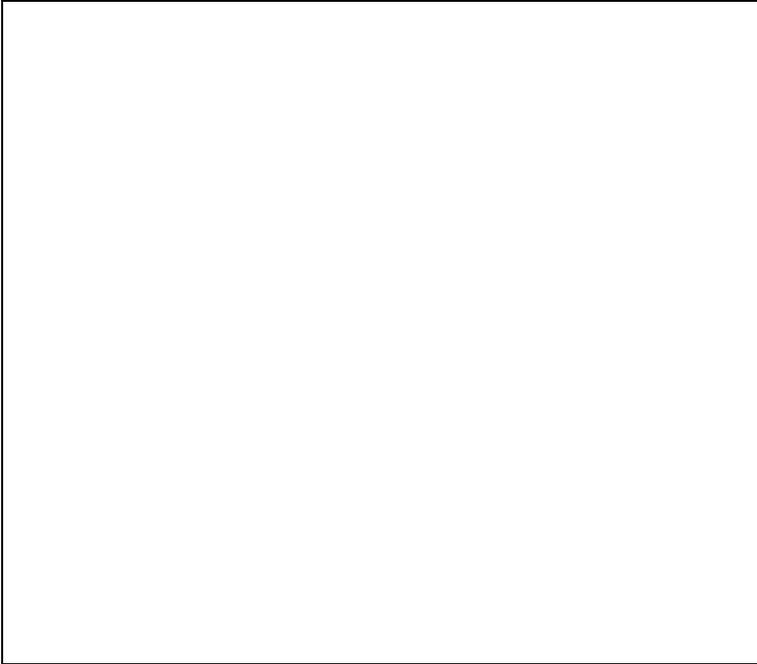
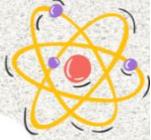
Kegiatan 5 : menghubungkan masalah dengan sumber bacaan !

Coba kalian diskusikan terkait hukum proust yang lalu sajikanlah jawaban kalian dengan diskusi bersama kelompokmu dengan bantuan sumber bacaan yang relevan

#### Hasil investigasi

--





### Presentasi hasil investigasi

Kegiatan 6 : Sepakati bersama kelompokmu mengenai susunan penyajian. Setiap kelompok mempresentasikan hasil kerjanya, kelompok lain memberikan saran pertanyaan

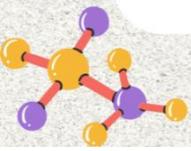


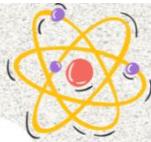
### Evaluasi dan penguatan konsep

Kegiatan 7 : Ayoo periksa apakah jawabanmu sudah benar !

Setelah presentasi, dengarkan penjelasan dan penguatan konsep oleh guru

Kegiatan 8 : Ayoo tulis kontribusimu





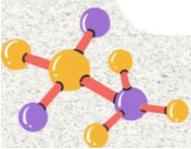
Tulislah dengan jujur kontribusi setiap anggota kelompok selama proses pengerjaan LKPD

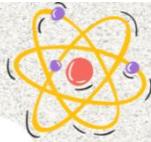
Nama anggota kelompok	kontribusi
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	

Kegiatan 9 : Ayo kerjakan !

Setiap anggota kelompok membuat kesimpulan atas informasi yang diperoleh !

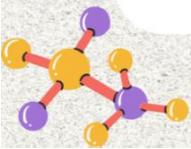
Hukum Dasar Kimia	Kesimpulan
Hukum Lavoisier	
Hukum Proust	
Hukum Dalton	

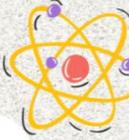




Hukum Gay-Lussac	
Hipotesis Avogadro	

Kegiatan 10 : Setiap anggota kelompok kerjakan refleksi dibawah ini yaa!





### LKPD 3

#### Hukum Perbandingan Berganda (Dalton)



#### Orientasi Masalah

Kegiatan 1 : Perhatikanlah fenomena dibawah ini!



Gambar 2. Kemacetan jalan  
Sumber : Tirto.id

Pada saat terjebak macet di jalan seringkali kita merasa pusing hal ini disebabkan adanya gas karbon monoksida ( $\text{CO}$ ) yang dihasilkan oleh pembakaran tidak sempurna dari mesin kendaraan. Pada saat bernapas kita juga melepaskan gas berupa karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ). Jika diperhatikan kedua senyawa tersusun atas dua unsur yang sama yaitu karbon dan oksigen.

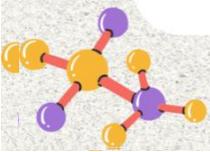
Dari fenomena diatas jawablah pertanyaan berikut !  
Karbon monoksida dan karbondioksida tersusun atas dua unsur yang sama bagaimanakah perbandingan unsur oksigen dan hidrogen dalam dua senyawa tersebut ? apakah sama ?

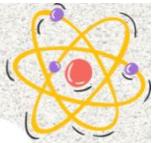


#### Memilih topik dan mengatur ke dalam kelompok

Kegiatan 2 : Ayoo berkolaborasi !

Untuk mengetahui penyelesaian masalah tersebut, kamu akan melakukan investigasi mengenai hukum Dalton secara kolaborasi.





Maka bergabunglah dengan kelompok yang sudah ditentukan oleh guru dengan mengatur posisi yang membuatmu nyaman untuk belajar

Kegiatan 3 : identifikasi topik

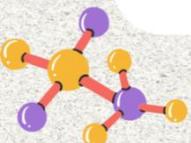
Bacalah bahan ajar yang telah disediakan terkait hukum Dalton dibawah ini sebelum lanjut pada kegiatan berikutnya !

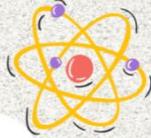


### Membimbing investigasi

Kegiatan 4 : Lakukan investigasi sesuai tabel berikut !

Hukum dasar yang di investigasikan	Kegiatan investigasi
Hukum Perbandingan Berganda (Dalton)	Jawablah pertanyaan masalah pada kegiatan 1
	Jawablah pertanyaan -pertanyaan berikut : <ol style="list-style-type: none"><li>1. Apa bunyi hukum Dalton ?</li><li>2. Bagaimana eksperimen yang dilakukan oleh Dalton ?</li><li>3. Berikanlah contoh peristiwa hukum</li></ol>





Dalton dalam kehidupan sehari - hari selain dari fenomena kegiatan 1 !

4. Amati dan lengkapi tabel percobaan dibawah ini jika unsur H dan C dibuat tetap / sama

No	Unsur 1	Unsur 2	Senyawa	Massa (g)		Perbandingan	
				Unsur 1	Unsur 2	Unsur 1	Unsur 2
1	H	O	H <sub>2</sub> O	2	16		
2	H	O	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	2	32		
3	C	O	CO	12	16		
4	C	O	CO <sub>2</sub>	12	32		

Berdasarkan data percobaan diatas :

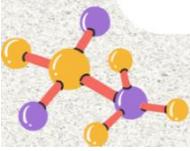
- Berapakah perbandingan oksigen pada percobaan 1 dan 2 ?
  - Berapakah perbandingan oksigen pada percobaan 3 dan 4 ?
  - Apakah data percobaan tersebut sesuai dengan hukum Dalton ? jelaskan !
5. Besi dan belerang mampu membentuk dua jenis senyawa yaitu FeS dan Fe<sub>2</sub>S<sub>3</sub>. Pada senyawa FeS direaksikan 58 gram serbuk besi dan 32 gram belerang. Sementara reaksi Fe<sub>2</sub>S<sub>3</sub> membutuhkan 112 gram serbuk besi dan 96 gram belerang. Hitunglah perbandingan massa unsur S dalam kedua senyawa sesuai hukum perbandingan berganda !

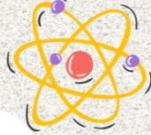


### Melakukan analisis data dan sintesis

Kegiatan 5 : menghubungkan masalah dengan sumber bacaan !

Coba kalian diskusikan terkait hukum Dalton lalu sajikanlah jawaban kalian dengan diskusi bersama kelompokmu dengan bantuan





sumber bacaan yang relevan

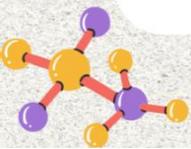
### Hasil investigasi

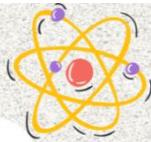
--



Presentasi hasil investigasi

Kegiatan 6 : Sepakati bersama kelompokmu mengenai susunan





penyajian. Setiap kelompok mempresentasikan hasil kerjanya, kelompok lain memberikan saran pertanyaan



### Evaluasi dan penguatan konsep

Kegiatan 7 : Ayoo periksa apakah jawabanmu sudah benar !

Setelah presentasi, dengarkan penjelasan dan penguatan konsep oleh guru

Kegiatan 8 : Ayoo tulis kontribusimu

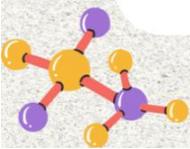
Nama anggota kelompok	Kontribusi
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	

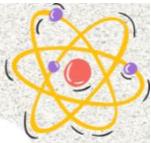
Tulislah dengan jujur kontribusi setiap anggota kelompok selama proses pengerjaan LKPD

Kegiatan 9 : Ayo kerjakan !

Setiap anggota kelompok membuat kesimpulan atas informasi yang diperoleh !

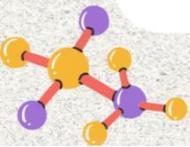
Hukum Dasar Kimia	Kesimpulan
Hukum Lavoisier	

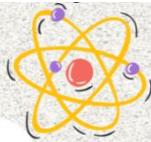




Hukum Proust	
Hukum Dalton	
Hukum Gay-Lussac	
Hipotesis Avogadro	

Kegiatan 10 : Setiap anggota kelompok kerjakan refleksi dibawah ini yaa!





## LKPD 4

### Hukum Perbandingan Volume (Gay-Lussac)



#### Orientasi Masalah

Kegiatan 1 : Perhatikanlah fenomena dibawah ini!



Ketika melihat gambar disamping kamu pasti tidak asing melihatnya, yaitu *Ricecooker* yang sering kita gunakan untuk memasak nasi. Saat memasak nasi suhu di dalam ricecooker akan mengalami peningkatan yang berbanding lurus dengan tekanan gas di dalamnya.

Gambar 1. Ricecooker

Sumber : Guide.id

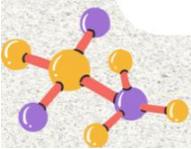
Dari fenomena diatas jawablah pertanyaan berikut !

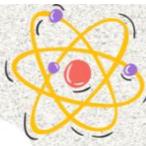
1. Saat kita menyalakan ricecooker bagaimanakah dengan suhunya ?
2. Pada saat memasak nasi , terdapat uap air yang keluar, menurut kalian bagaimana volume gas di dalam ricecooker saat itu ? bertambah atau berkurang ?



Memilih topik dan mengatur ke dalam kelompok

Kegiatan 2 : Ayoo berkolaborasi !





Untuk mengetahui penyelesaian masalah tersebut, kamu akan melakukan investigasi mengenai hukum Gay-Lussac secara kolaborasi. Maka bergabunglah dengan kelompok yang sudah ditentukan oleh guru dengan mengatur posisi yang membuatmu nyaman untuk belajar

Kegiatan 3 : identifikasi topik

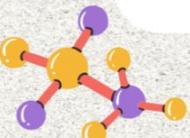
Bacalah bahan ajar yang telah disediakan terkait Gay-Lussac di bawah ini sebelum lanjut pada kegiatan berikutnya !



### Membimbing investigasi

Kegiatan 4 : Lakukan investigasi sesuai tabel berikut !

Hukum dasar yang di investigasikan	Kegiatan investigasi
Hukum Perbandingan Volume (Gay-Lussac)	Jawablah pertanyaan masalah pada kegiatan 1
	Jawablah pertanyaan -pertanyaan berikut : 1. Apa bunyi hukum Gay-Lussac ? 2. Bagaimana eksperimen yang dilakukan oleh Gay- Lussac ?

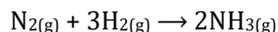


3. Berikanlah contoh peristiwa hukum Gay-Lussac dalam kehidupan sehari – hari selain dari fenomena kegiatan 1 ?

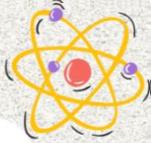
4. Perhatikan data percobaan dibawah ini !

Percobaan	Hidrogen (L)	Oksigen (L)	Uap Air (L)
1	2	1	2
2	1	0,5	1
3	.....	2	4
4	5	.....	5

- Tentukan volume hidrogen pada percobaan 3 sesuai dengan perbandingan volume percobaan 1 dan 2
  - Tentukan volume oksigen pada percobaan 4 sesuai dengan perbandingan volume percobaan 1 dan 2
  - Apakah perbandingan  $H_2 : O_2 : H_2O$  pada percobaan 1 sampai 4 sama ?
  - Bagaimana hubungan volume diatas dengan koefisien reaksi ?
  - Apakah hukum Gay-Lussac berlaku ? jelaskan !
5. Rizal melakukan suatu percobaan di laboratorium, ia akan mereaksi 6 liter gas nitrogen dengan gas hidrogen sehingga menghasilkan gas ammonia. Jika pengukuran dilakukan pada suhu dan tekanan yang sama, bantulah Rizal untuk menentukan volume gas hidrogen dan ammonia yang dihasilkan jika diketahui persamaan reaksinya :



Bantulah Rizal menghitung volume gas yang digunakan menggunakan persamaan Gay-Lussac !



### Melakukan analisis data dan sintesis

Kegiatan 5 : menghubungkan masalah dengan sumber bacaan !

Coba kalian diskusikan terkait hukum Gay-Lussac lalu sajikanlah jawaban kalian dengan diskusi bersama kelompokmu dengan bantuan sumber bacaan yang relevan

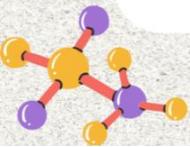
#### Hasil investigasi

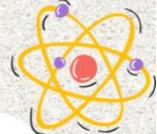
--



### Presentasi hasil investigasi

Kegiatan 6 : Sepakati bersama kelompokmu mengenai susunan





penyajian. Setiap kelompok mempresentasikan hasil kerjanya, kelompok lain memberikan saran pertanyaan



### Evaluasi dan penguatan konsep

Kegiatan 7 : Ayoo periksa apakah jawabanmu sudah benar !

Nama anggota kelompok	Kontribusi
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	

Setelah presentasi, dengarkan penjelasan dan penguatan konsep oleh guru

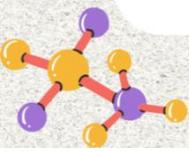
Kegiatan 8 : Ayoo tulis kontribusimu

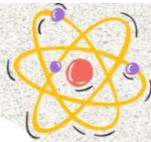
Tulislah dengan jujur kontribusi setiap anggota kelompok selama proses pengerjaan LKPD

Kegiatan 9 : Ayo kerjakan !

Setiap anggota kelompok membuat kesimpulan atas informasi yang diperoleh !

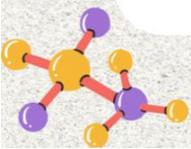
Hukum Dasar Kimia	Kesimpulan
Hukum Lavoisier	

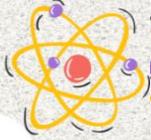




Hukum Proust	
Hukum Dalton	
Hukum Gay-Lussac	
Hipotesis Avogadro	

Kegiatan 10 : Setiap anggota kelompok kerjakan refleksi dibawah ini yaa!





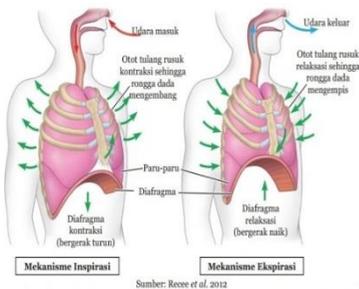
## LKPD 5

### Hipotesis Avogadro



#### Orientasi Masalah

Kegiatan 1 : Perhatikanlah fenomena dibawah ini!



Coba kalian amati sekarang, Saat kita menarik napas paru-paru akan mengembang, sehingga dadamu naik. Sedangkan ketika menghela napas paru-paru membiarkan udara keluar dan ukurannya menyusut sehingga dada turun kembali.

Gambar 2. Proses pernapasan  
Sumber : materikimia.com

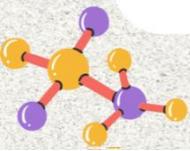
Dari fenomena diatas jawablah pertanyaan berikut !  
Setelah memperhatikan proses pernapasan, menurutmu mengapa hal itu dapat terjadi ?

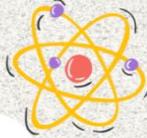


#### Memilih topik dan mengatur ke dalam kelompok

Kegiatan 2 : Ayoo berkolaborasi !

Untuk mengetahui penyelesaian masalah tersebut, kamu akan melakukan investigasi mengenai Hipotesis Avogadro secara kolaborasi. Maka bergabunglah dengan kelompok yang sudah ditentukan oleh guru dengan mengatur posisi yang membuatmu nyaman untuk belajar





### Kegiatan 3 : identifikasi topik

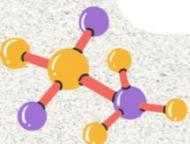
Bacalah bahan ajar yang telah disediakan terkait Hipotesis Avogadro di bawah ini sebelum lanjut pada kegiatan berikutnya !

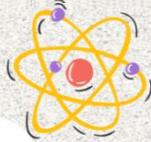


### Membimbing investigasi

Kegiatan 4 : Lakukan investigasi sesuai tabel berikut !

Hukum dasar yang di investigasikan	Kegiatan investigasi
Hipotesis Avogadro	Jawablah pertanyaan masalah pada kegiatan 1
	Jawablah pertanyaan -pertanyaan berikut : 1. Apa bunyi Hipotesis Avogadro ? 2. Bagaimana penemuan Hipotesis Avogadro ? 3. Berikanlah contoh peristiwa Hipotesis Avogadro dalam kehidupan sehari - hari selain dari fenomena kegiatan 1 ?



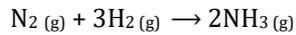


4. Amatilah percobaan berikut.

Percobaan	Jumlah Molekul H <sub>2</sub>	Jumlah Molekul O <sub>2</sub>	Jumlah Molekul H <sub>2</sub> O
1	2 molekul	1 molekul	2 molekul
2	4 molekul	2 molekul	4 molekul
3	8 molekul	4 molekul	8 molekul

Berapakah perbandingan molekul H<sub>2</sub> : O<sub>2</sub> : H<sub>2</sub>O pada setiap percobaan ?

5. Persamaan reaksi gas N<sub>2</sub> dan gas H<sub>2</sub> sebagai berikut



Pada suhu dan tekanan tertentu, gas H<sub>2</sub> yang bereaksi sebanyak  $77 \times 10^{23}$  molekul. Berapakah jumlah molekul NH<sub>3</sub> yang terbentuk ?



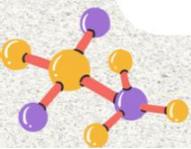
Melakukan analisis data dan sintesis

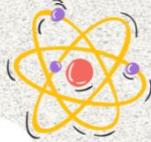
Kegiatan 5 : menghubungkan masalah dengan sumber bacaan !

Coba kalian diskusikan terkait Hipotesis Avogadro lalu sajikanlah jawaban kalian dengan diskusi bersama kelompokmu dengan bantuan sumber bacaan yang relevan

Hasil investigasi

--





### Presentasi hasil investigasi

Kegiatan 6 : Sepakati bersama kelompokmu mengenai susunan penyajian. Setiap kelompok mempresentasikan hasil kerjanya, kelompok lain memberikan saran pertanyaan



### Evaluasi dan penguatan konsep

Kegiatan 7 : Ayoo periksa apakah jawabanmu sudah benar!

Setelah presentasi, dengarkan penjelasan dan penguatan konsep oleh guru

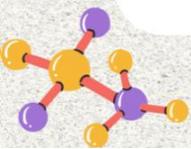
Kegiatan 8 : Ayoo tulis kontribusimu

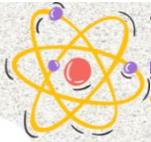
Tulislah dengan jujur kontribusi setiap anggota kelompok selama

Nama anggota kelompok	Kontribusi
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	

proses pengerjaan LKPD

Kegiatan 9 : Ayo kerjakan !

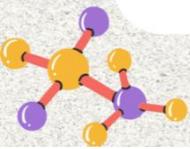




Setiap anggota kelompok membuat kesimpulan atas informasi yang diperoleh !

Hukum Dasar Kimia	Kesimpulan
Hukum Lavoisier	
Hukum Proust	
Hukum Dalton	
Hukum Gay-Lussac	
Hipotesis Avogadro	

Kegiatan 10 : Setiap anggota kelompok kerjakan refleksi dibawah ini yaa!



**Lampiran 4.** Kisi-Kisi Instrumen Sebelum Uji Coba**KISI – KISI INSTRUMEN BERPIKIR KRITIS**

<b>Mata Pelajaran</b>	<b>: Kimia</b>	<b>Nama Sekolah</b>	<b>: SMAN 80 Jakarta</b>
<b>Kelas/Semester</b>	<b>: X/2</b>	<b>Bentuk Soal</b>	<b>: Essai</b>
<b>Materi</b>	<b>: Hukum – Hukum Dasar Kimia</b>	<b>Fase</b>	<b>: E</b>

**CP :**

Peserta didik mampu mengamati, menyelidiki dan menjelaskan fenomena sesuai kaidah kerja ilmiah dalam menjelaskan konsep kimia dalam kehidupan sehari – hari; menerapkan konsep kimia dalam mengelolah lingkungan termasuk menjelaskan fenomena pemanasan global; menuliskan reaksi kimia dan menerapkan **hukum – hukum dasar kimia**; memahami struktur atom dan aplikasinya dalam nanoteknologi.

Indikator Berpikir Kritis	Uraian Berpikir Kritis	Sub Indikator keterampilan berpikir kritis	Indikator soal	NO. Soal	Tingkat kognitif
<b>Interpretasi</b>	memahami dan mengungkapkan makna atau arti dari informasi yang disajikan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ peserta didik mampu mengklarifikasi makna dari persoalan yang diberikan secara tepat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disajikan grafik hubungan massa unsur Fe dan S, peserta didik dapat menjawab pertanyaan terkait hukum dasar kimia</li> </ul>	5	C4
		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Peserta didik mampu menguraikan dan mengelompokkan permasalahan secara logis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disediakan tabel massa garam di beberapa wilayah Indonesia, peserta didik dapat mengkatagorikan dan menentukan hukum dasar kimia pada fenomena yang terjadi.</li> </ul>	2	C4

Analisis	Mengidentifikasi maksud dan menghubungkan informasi atau konsep dalam penyelesaian masalah	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Peserta didik mampu mencatat hubungan antara pernyataan pernyataan, pertanyaan - pertanyaan, atau konsep yang diberikan untuk menyelesaikan suatu masalah.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disajikan data hasil percobaan pada tabel, peserta didik dapat menuliskan persamaan reaksi setara pada percobaan tersebut dengan benar.</li> </ul>	4a	C4
		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Peserta didik mampu memberikan penjelasan untuk menyelesaikan suatu permasalahan secara tepat.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disajikan data hasil percobaan pada tabel, peserta didik dapat menganalisis massa awal karbon pada percobaan tersebut.</li> </ul>	4b	C4
		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Peserta didik mampu menganalisis argumen dengan tepat.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disajikan data hasil percobaan, peserta didik dapat membuktikan apakah percobaan tersebut memenuhi hukum Lavoisier.</li> </ul>	4C	C4

			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disajikan data volume unsur pembentukan amoniak dan amoniak, peserta didik dapat menentukan apakah argumen pernyataan tersebut sudah benar atau belum</li> </ul>	8	C4
Evaluasi	Menilai kredibilitas pernyataan, pertanyaan, atau bentuk representasi lainnya, dan menilai kualitas argumen-argumen yang dibuat.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Peserta didik mampu menggunakan strategi yang tepat dalam menyelesaikan masalah, lengkap dan benar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disajikan data hasil analisa komposisi dua sampel, peserta didik dapat menentukan apakah keduanya berasal dari senyawa yang sama atau bukan.</li> </ul>	6	C5

			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disajikan data hasil analisa komposisi dua sampel, peserta didik dapat memutuskan apakah hasil analisis memenuhi perbandingan berganda.</li> </ul>		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Peserta didik mampu menilai faktor-faktor yang terkait informasi serta kebenaran dari informasi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disajikan dua persamaan reaksi isooktana, peserta didik dapat menentukan reaksi pembakaran yang berlangsung sempurna dengan alasan yang tepat.</li> </ul>	7	C4

Inferensi	Mengidentifikasi untuk menarik kesimpulan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Peserta didik mampu menentukan alternatif jawaban.</li> <li>▪ Peserta didik mampu membuat kesimpulan yang masuk akal dan dapat diterima.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disajikan wacana teks berdasarkan hukum dasar kimia, peserta didik dapat menjelaskan alasan kedua percobaan berbeda.</li> </ul>	1a	C5
			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disediakan wacana teks, peserta didik dapat mengidentifikasi dan menarik kesimpulan terkait hukum dasar kimia pada percobaan yang terjadi secara ilmiah dalam wacana tersebut.</li> </ul>	1b	C5

			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disediakan wacana dan data volume amonia peserta didik dapat menarik kesimpulan terhadap pernyataan yang disajikan.</li> </ul>	8	C4
Eksplanasi	Menetapkan hasil, prosedur, dan argumen yang tepat.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Peserta didik dapat menetapkan hasil dengan tepat.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disajikan sebuah peristiwa paku besi berkarat, peserta didik dapat menjelaskan mengapa terjadi penambahan massa pada proses perkaratan tersebut</li> </ul>	3	C4

		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Peserta didik mampu memberikan argumen pada kesimpulan yang diambil dari proses sebelumnya.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disajikan persamaan reaksi sempurna gas isooktana, peserta didik dapat menghitung volume isooktana yang dibutuhkan dengan hukum Gay lussac.</li> </ul>	8a	C4
			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disajikan wacana mengenai emisi gas metana, peserta didik dapat menentukan gas oksigen yang diperlukan dalam reaksi gas metana menggunakan hukum Gay-Lussac.</li> </ul>	9a	C4

			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disajikan data gas <math>\text{CH}_4</math> pada reaksi pembakaran metana peserta didik dapat menentukan jumlah molekul <math>\text{H}_2\text{O}</math> yang terbentuk melalui hipotesis Avogadro .</li> </ul>	9b	C4
			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disajikan data pembentukan senyawa gas <math>\text{N}_x\text{O}_y</math> , peserta didik dapat menentukan hasil indeks x dan y dengan tepat.</li> </ul>	10a	C4
Regulasi diri	Peserta didik dapat memeriksa dan	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Peserta didik mampu melakukan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disajikan wacana mengenai emisi gas</li> </ul>	9c	C5

	mengoreksi diri	pengecekan ulang terhadap hasil jawaban dengan tepat dan benar.	metana, peserta didik dapat mempertimbangkan langkah yang benar untuk mengurangi emisi tersebut.		
			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disajikan wacana mengenai dampak negatif penggunaan pupuk nitrogen berlebihan, peserta didik dapat memberikan solusi agar penggunaannya bijak</li> </ul>	10b	C5

**Lampiran 5.** Instrumen Soal Sebelum Uji Coba**Lembar Soal Uji Coba Keterampilan Berpikir Kritis Siswa**

Nama :

Kelas :

No. absen :

**Inferensi**

1. Riri dan Deni melakukan sebuah eksperimen hukum dasar kimia dengan langkah, ilustrasi, dan hasil sebagai berikut.

**Percobaan 1** : Riri dan Deni mencampurkan 6,8 gram soda kue dan 4,5 gram asam cuka ke dalam botol. Kemudian dengan cepat menutup botolnya menggunakan balon, kemudian mereaksikan keduanya, setelah beberapa menit ternyata balonnya mengembang. Selanjutnya botol yang ditutup balon tersebut di timbang dan menghasilkan berat sebesar 11,3 gram.

**Percobaan 2 :** Riri dan Deni mencampurkan 6,8 gram soda kue dan 4,5 gram asam cuka ke dalam botol. Kemudian mereaksikan keduanya tanpa menutup botolnya menggunakan balon setelah beberapa menit botol yang berisi campuran soda kue dan asam cuka tersebut di timbang dan menghasilkan berat sebesar 9 gram sehingga massanya berkurang dari eksperimen sebelumnya.



*Percobaan 1*



### *Percobaan 2*

Dari dua percobaan di atas jawablah pertanyaan di bawah ini.

- a. Mengapa Riri dan Deni bisa mendapatkan dua hasil yang berbeda ?
- b. Paparkan kesimpulan yang Anda peroleh mengenai hukum dasar kimia mana yang sesuai dengan data percobaan yang dilakukan Riri dan Deni !

#### **Interpretasi**

2. Garam merupakan salah satu komoditi strategis Indonesia, penggunaannya tidak hanya untuk konsumsi manusia melainkan juga sebagai bahan baku industri. Garam merupakan salah satu sumber natrium dan klorin dimana kedua unsur tersebut diperlukan untuk metabolisme tubuh manusia. Indonesia dikenal sebagai penghasil garam yang cukup besar dengan kualitas yang cukup baik karena wilayah Indonesia terdiri dari sepertiga daratan dan duapertiga lautan, di mana dalam kondisi normal setiap tahunnya mengalami iklim kemarau sekitar enam bulan dan secara geografis kondisi tersebut merupakan salah satu yang menjadi faktor pendukung produksi garam. Tabel di bawah ini merupakan garam (NaCl) yang berasal dari daerah indramayu, Madura dan garam impor yang memiliki massa natrium (Na) dan klorin (Cl) berbeda-beda.

Asal garam	Massa natrium (Na)	Massa Klorida (Cl)
Indramayu	0,786 gram	1,214 gram
Madura	0,59 gram	0,91 gram
Impor	0,983 gram	0,517 gram

Berdasarkan tabel, Berapakah perbandingan Natrium massa (Na) dan Klorin (Cl) dari masing-masing garam tersebut, apakah hukum Proust terbukti !

### Eksplanasi

3. Perhatikan gambar dibawah ini



Gambar 1. Paku yang berkarat

Sumber : [kompas.com](http://kompas.com)

Bila 7 gram paku besi dibiarkan berbulan-bulan di tempat terbuka maka paku besi akan mengalami korosi atau perkaratan dan massanya bertambah menjadi 10 gram. Bagaimana hukum kekekalan massa menjelaskan peristiwa korosi pada paku besi tersebut, jika tampaknya paku yang mengalami korosi memiliki massa yang lebih besar? Tuliskan pula reaksi korosi yang terjadi!

### Analisis

4. Seorang ilmuwan melakukan eksperimen pada skala laboratorium. Ia mereaksikan sejumlah padatan karbon (C) yang dibakar gas oksigen ( $O_2$ ) lalu menghasilkan gas karbon monoksida (CO) seperti pada tabel di bawah ini

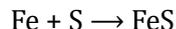
	<b>C</b>	<b>O<sub>2</sub></b>	<b>CO</b>
<b>Massa awal</b>	.....gram	40 gram	-
<b>Massa yang bereaksi</b>			
<b>Massa setelah reaksi selesai (sisa)</b>	14 gram	0 gram	64 gram

Telaahlah tabel di atas lalu jawablah pertanyaan berikut.

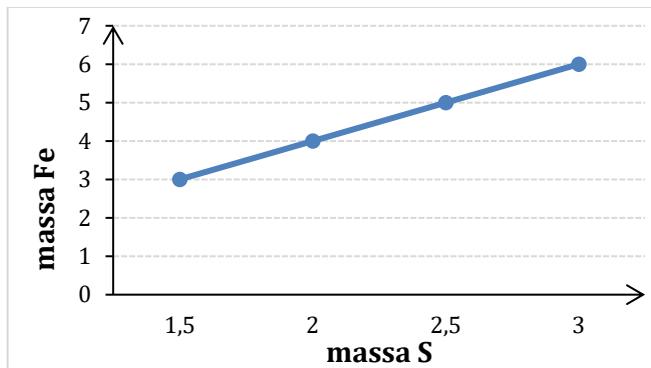
- a. Berdasarkan tabel diatas, identifikasi persamaan reaksi yang terjadi pada keadaan setara !
- b. Uraikan hitungan kalian untuk mencari berapakah massa mula-mula padatan karbon (C).
- c. Apakah hukum Lavoisier berlaku untuk kasus soal ini? Sertakan alasannya!

### **Interpretasi**

5. Zat besi memang memiliki banyak manfaat bagi tubuh manusia. Manfaat zat besi yang utama yaitu berperan penting dalam pertumbuhan, perkembangan serta menjaga kesehatan tubuh. Peran dan manfaat tersebut tidak terlepas dari fungsi zat besi itu sendiri dalam tubuh yaitu membantu metabolisme protein, produksi hemoglobin dan sel darah merah. Salah satu senyawa besi yang terdapat di alam adalah besi (II) sulfida yang mempunyai rumus FeS dengan reaksi :



Senyawa ini dapat dibuat di laboratorium. Berdasarkan percobaan didapatkan perbandingan massa Fe dan S seperti pada grafik berikut :



Berdasarkan grafik tersebut, untuk menghasilkan 6 gram FeS berapa massa masing-masing Fe dan S yang diperlukan (Ar: Fe=56; S=32) ?

### Evaluasi

6. Komposisi dua sampel A dan B setelah dianalisis ternyata hanya mengandung atom karbon dan oksigen. Hasil analisis dapat dilihat pada tabel berikut:

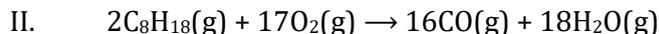
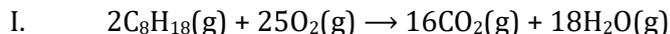
Unsur	Karbon	Oksigen
massa dalam sampel A (gram)	16,50	48,18
massa dalam sampel B (gram)	8,24	12,14

Berdasarkan tabel diatas, apakah kedua sampel merupakan senyawa yang sama ?  
kemudian periksa apakah data tersebut memenuhi hukum perbandingan berganda ?

### Evaluasi dan Eksplanasi

7. Kandungan utama bahan bakar minyak adalah hidrokarbon, serta sedikit senyawa belerang, nitrogen dan oksigen. Pembakaran hidrokarbon sempurna dalam minyak bumi menghasilkan karbon dioksida dan uap udara. Sementara pembakaran tidak sempurna akan menghasilkan partikel padat yang dikenal dengan asap dan berisi butiran-butiran halus dari karbon (jelaga), karbon monoksida, karbon dioksida, dan uap air. Bensin merupakan salah satu hasil pengolahan minyak bumi yang kandungan utamanya adalah oktana ( $C_8H_{18}$ ). Pembakaran dapat berlangsung sempurna atau tidaknya, ditentukan oleh perbandingan jumlah (volume) bensin ( $C_8H_{18}$ ) dengan volume gas oksigen ( $O_2$ ). Semakin terbatas jumlah oksigen, semakin tidak sempurna pembakaran

yang terjadi, dan semakin banyak jelaga yang dihasilkan. Perhatikanlah dua reaksi setara pembakaran isooktana berikut :



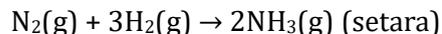
Dari kedua reaksi tersebut, jawablah pertanyaan berikut.

- a. Menurut pendapat Anda, reaksi manakah yang dipilih agar reaksi pembakaran isooktana berlangsung sempurna sertakan alasannya !
- b. Berdasarkan hukum perbandingan volume, Jika pada reaksi dibutuhkan 50 liter gas oksigen berapakah volume isooktana yang dibutuhkan pada reaksi pembakaran sempurna tersebut ?

### **Analisis dan Inferensi**

8. Amoniak adalah senyawa kimia dengan rumus  $\text{NH}_3$ . Senyawa ini berupa gas yang berbau tajam yang khas. Amoniak biasanya digunakan sebagai obat-obatan, campuran pupuk, zat pendingin, bahan dasar pembuatan peledak dan lain-lain. Walaupun amoniak memiliki sumbangan penting di bumi, amoniak sendiri adalah senyawa kausatik dan dapat merusak kesehatan. Amoniak masih termasuk bahan beracun jika terhirup yang dibuat

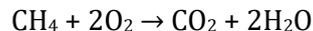
melalui reaksi gas nitrogen dengan gas hidrogen. Jika sebanyak 10 liter gas nitrogen direaksikan dengan sejumlah gas hidrogen menghasilkan gas amoniak dengan reaksi sebagai berikut:



Maka volume gas hidrogen ( $\text{H}_2$ ) yang dibutuhkan adalah 18 liter dan volume gas amoniak ( $\text{NH}_3$ ) yang dihasilkan adalah 20 liter. Apakah pernyataan volume hidrogen dan amoniak tersebut sudah benar ? Simpulkan Jawaban yang tepat !

### **Eksplanasi dan Regulasi diri**

9. Sebagai komponen utama gas alam, metana adalah sumber bahan bakar utama. Pembakaran satu molekul metana dengan oksigen akan melepaskan satu molekul  $\text{CO}_2$  (karbondioksida) dan dua molekul  $\text{H}_2\text{O}$  (air) sebagai berikut :



Emisi metana adalah penyumbang pemanasan global terbesar kedua setelah karbon dioksida. IEA (*International Energy Agency*) memperingatkan bahwa emisi metana ini dapat meningkat jika produksi bahan bakar fosil kembali meningkat. Selain itu, emisi

metana juga berasal dari kebocoran rantai gas alam yang menyumbang sekitar 60% emisi pada kegiatan industri. IEA telah meminta perusahaan untuk berbuat lebih banyak untuk memperbaiki kebocoran di jaringan pipa dan pabrik produksi. Laporan tersebut menyarankan bahwa dalam skenario pembangunan berkelanjutan IEA, sektor minyak dan gas perlu mengurangi emisi hingga lebih dari 70% pada tahun 2030. Berdasarkan peristiwa tersebut, jawablah pertanyaan berikut:

- a. Ketika gas metana mengalami reaksi pembakaran sebanyak 5 liter dalam suhu dan tekanan yang sama tentukan berapa liter gas oksigen yang diperlukan ?
- b. Jika diketahui gas  $\text{CH}_4$  yang bereaksi dalam reaksi pembakaran sebanyak  $7,5 \times 10^{23}$  molekul. Berapa jumlah molekul gas  $\text{H}_2\text{O}$  yang terbentuk ?
- c. Bagaimana langkah praktis Anda sebagai seorang siswa untuk berkontribusi mengurangi emisi gas metana? Berikan 3 kontribusi!

## Eksplanasi dan regulasi diri

### 10. Pupuk nitrogen



Gambar 2 : pupuk nitrogen pada pertanian

Sumber : <https://paktanidigital.com/artikel/wp-content/uploads/2020/02/tanaman26.jpg>

Unsur nitrogen (N) adalah gas diatomik yang tidak berasa, tidak berwarna, dan sebagian besar inert. Nitrogen merupakan unsur penyusun klorofil, asam nukleat, asam amino, dan protein, sehingga terdapat pada semua organisme hidup. Nitrogen merupakan makronutrien yang dibutuhkan oleh tanaman. Hal ini mempengaruhi

sejumlah fungsi tanaman seperti pertumbuhan, perkembangan, metabolisme, dan alokasi sumber daya.

Petani terkadang perlu menambahkan pupuk nitrogen ke lahan pertanian dan kebun mereka agar tersedia nutrisi yang tepat untuk pertumbuhan tanaman mereka. Penerapan pupuk nitrogen anorganik pada berbagai tanaman terus meningkat sejak beberapa dekade terakhir secara global. Meskipun pupuk nitrogen memberikan kontribusi besar terhadap peningkatan hasil, namun penggunaan pupuk nitrogen yang berlebihan telah menimbulkan ancaman serius terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Penerapan pupuk berbasis nitrogen berlebihan merupakan sumber antropogenik utama emisi gas nitrogen, seperti amonia ( $\text{NH}_3$ ), oksida nitrat ( $\text{NO}$ ), dan dinitrogen oksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ).

Hal ini bisa saja disebabkan oleh penggunaan pupuk nitrogen yang tidak sesuai dengan dosis maupun kebijakan pertanian di berbagai wilayah di dunia. Jika tidak segera diperbaiki, kekhawatiran akan ketersediaan pasokan makanan higienis akan terus meningkat. Tingkat penggunaan pupuk nitrogen mempunyai hubungan erat dengan akumulasi nitrat di lingkungan sekitar, air tanah, serta sayuran berdaun dan umbi-umbian. Konsumsi makanan yang mengandung nitrat tinggi telah berkontribusi

terhadap nitrosasi endogen, yang dapat menyebabkan kondisi tiroid, berbagai jenis kanker pada manusia dan diabetes.

Sumber : Ahmed, M., Rauf, M., Mukhtar, Z., & Saeed, N. A. (2017). Excessive use of nitrogenous fertilizers: an unawareness causing serious threats to environment and human health. *Environmental Science and Pollution Research*.

Berdasarkan wacana tersebut, jawablah pertanyaan berikut:

- a. Pada peruraian sempurna 10 ml suatu oksida nitrogen ( $N_xO_y$ ) yang berupa gas dihasilkan 20 ml nitrogen dioksida ( $NO_2$ ) dan 5 ml oksigen ( $O_2$ ) pada suhu dan tekanan yang sama tentukan rumus molekul oksida nitrogen tersebut !
- b. Berdasarkan bacaan diatas, berikan 2 solusi Anda untuk mengurangi dampak penggunaan pupuk nitrogen berlebih dalam pertanian !

**Lampiran 6.** Kunci Jawaban dan Rubrik Penskoran Soal Sebelum Uji Coba

**Kunci Jawaban Dan Rubrik Penskoran Soal Tes Berpikir Kritis**

No soal	Kunci jawaban	Butir Skor	Indikator skor
1a	<p>Karena Riri dan Deni melakukan dua percobaan dengan keadaan yang berbeda, pertama mereka melakukan percobaan dengan keadaan tertutup sehingga dimungkinkan semua zat yang bereaksi akan tetap berada dalam wadah botol sehingga saat ditimbang terlihat jumlah total asam cuka seberat 4,5 gram dan soda kue 6,8 gram akan menghasilkan jumlah total campuran sebesar 11,3 gram, sedangkan percobaan yang kedua dengan keadaan tanpa ditutup balon dimungkinkan zat yang dihasilkan dari proses reaksi keluar dari botol sehingga jumlah total massa campuran antara cuka dengan soda kue berkurang serta zat yang keluar dari botol dapat dibuktikan dengan mengembangnya balon pada percobaan sebelumnya yang menandakan bahwa ada zat yang keluar dari botol dan memenuhi balon. Reaksi antara air cuka dengan baking soda akan menghasilkan gas karbondioksida (CO<sub>2</sub>).</p>	4	<p>Peserta didik benar menjawab serta alasan banyak dikaitkan dengan wacana teks pada soal seperti alasan balon bisa mengembang, massa berbeda, angka massa pada wacana teks.</p>
		3	<p>Peserta didik dapat menjawab benar namun penjelasan masih terdapat kekurangan dalam mengaitkan dengan teks wacana pada soal seperti "karena dua percobaan</p>

	<p style="text-align: center;"><math>\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2</math></p> <p>Gas <math>\text{CO}_2</math> tersebut akan mengalir keluar botol. Karena pada mulut botol telah terpasang balon, maka gas <math>\text{CO}_2</math> tersebut akan mengalir masuk ke dalam botol dan membuatnya mengembang.</p>		yang dilakukan berbeda satu ditutup dengan balon dan satunya tidak ditutup dengan balon terbukti dengan massa yang berbeda “
		2	Peserta didik benar menjawab namun penjelasan jawaban masih terbatas seperti “ karena dua percobaan yang dilakukan berbeda satu ditutup dengan balon dan satunya tidak ditutup dengan balon “
		1	Peserta didik dapat menjawab namun jawaban salah

		0	Peserta didik tidak memberikan jawaban
1b	Percobaan yang dilakukan oleh Reri dan Deni merupakan pembuktian dari hukum kekekalan massa (Lavoisier) yang berbunyi “ Dalam suatu reaksi tertutup, massa zat sebelum dan sesudah reaksi adalah sama ” hal ini dibuktikan dengan percobaan yang mencoba mereaksikan soda kue dengan cuka dalam botol yang ditutup dengan balon setelah itu ditimbang menghasilkan jumlah massa campuran yang merupakan total jumlah dari massa cuka dengan soda kue.	4	Peserta didik dapat memberikan kesimpulan dengan tepat seperti penjelasan dari hukum lavoisier mengaitkannya dengan wacana percobaan dan jumlah massa.
		3	Peserta didik benar menjawab namun penjelasan masih terdapat kekurangan seperti “Percobaan yang dilakukan oleh Reri dan Deni merupakan pembuktian dari hukum kekekalan massa yang berbunyi “ massa suatu

					zat, sebelum dan sesudah adalah sama “.					
					2 Peserta didik benar menjawab namun tidak disertai penjelasan atau masih terbatas contoh “hukum kekekalan massa“					
					1 Peserta didik menjawab namun tidak jawaban tidak tepat					
					0 Peserta didik tidak memberikan jawaban					
2	<table border="1"> <tr> <td>Jenis Garam (NaCl)</td> <td>Massa Natrium (Na) (gram)</td> <td>Massa Klorin(Cl) (gram)</td> <td>Massa Na:Cl</td> </tr> </table>				Jenis Garam (NaCl)	Massa Natrium (Na) (gram)	Massa Klorin(Cl) (gram)	Massa Na:Cl	4	Peserta didik dapat menjawab benar perbandingan massa masing-masing garam dan mengaitkan hukum proust dengan tabel
Jenis Garam (NaCl)	Massa Natrium (Na) (gram)	Massa Klorin(Cl) (gram)	Massa Na:Cl							

	Indramayu	0,786	1,214	$\frac{0,786}{0,786} : \frac{1,214}{0,786}$ = 1: 1,54	3	Peserta didik dapat menjawab perbandingan massa masing-masing garam dengan benar tetapi tidak ada pembuktian hukum proust
	Madura	0,59	0,91	$\frac{0,59}{0,59} : \frac{0,91}{0,59}$ = 1:1,54	2	Peserta didik menjawab massa perbandingan masing-masing garam kurang tepat dan tidak ada penjelasan pembuktian hukum proust
	Impor	0,983	1,517	$\frac{0,983}{0,983} : \frac{1,517}{0,983}$ =1:1,54	1	Peserta didik dapat menjawab soal namun jawaban tidak tepat seperti seperti “hukum perbandingan tetap tidak berlaku karena menggunakan hukum dalton” atau menuliskan
<p>Terbukti bahwa perbandingan Natrium (Na) dan Klorin (Cl) adalah tetap yakni sebesar <b>1:1,54</b></p> <p>Sesuai bunyi hukum proust yaitu “suatu senyawa kimia terdiri dari unsur-unsur penyusun dengan perbandingan massa yang selalu tetap sama “.</p>						

			perbandingan yang salah
		0	Peserta didik tidak memberikan jawaban
3a	<p>Proses korosi yang terjadi pada paku besi terjadi karena besi bereaksi dengan oksigen membentuk karat. Reaksi antara paku besi dan oksigen yang terjadi pada sistem terbuka membuat paku besi mengikat oksigen dari udara. Sehingga massa paku besi yang berkarat tampak lebih besar dari pada massa paku besi sebelum berkarat. Jika reaksi tersebut berlangsung pada sistem tertutup, masa zat sebelum reaksi dan sesudah reaksi akan sama dan sesuai dengan hukum Lavoiser. Karat pada besi muncul karena adanya reaksi antara besi dengan oksigen dari udara dan menghasilkan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:</p> $\text{Fe(s)} \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$	4	Peserta didik dapat menjawab soal benar dengan menjelaskan proses korosi pada paku besi mengaitkan dengan hukum kekekalan massa dan menulis reaksinya dengan tepat
		3	Peserta didik dapat menjawab soal benar 2 item dari menjelaskan proses korosi pada paku besi mengaitkan dengan hukum kekekalan massa

	$\text{O}_2 (\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-$ Reaksi Sel : $\text{Fe}_{(\text{s})} + \text{O}_2 (\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})} + 4\text{OH}^-_{(\text{aq})}$	2	Peserta didik menjawab soal benar 1 item dari menjelaskan proses korosi pada paku besi atau mengaitkan dengan hukum kekekalan massa atau menulis reaksinya dengan tepat
		1	Peserta didik menjawab soal namun tidak tepat
		0	Peserta didik tidak memberikan jawaban
4a	Persamaan reaksi setara : $2\text{C}_{(\text{s})} + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}_{(\text{g})}$	4	Peserta didik dapat menjawab soal benar menuliskan reaksi sesuai kunci jawaban
		3	Peserta didik dapat menjawab soal benar menuliskan reaksi namun terdapat kekurangan

			seperti kesalahan pada salah satu reaktan atau produk
		2	Peserta didik dapat menjawab soal benar menuliskan reaksi namun masih terdapat kesalahan penulisan reaksi lebih dari satu pada reaktan atau produk
		1	Peserta didik dapat menjawab namun persamaan reaksi tidak tepat
		0	Peserta didik tidak memberikan jawaban

4b	<p>Pada soal diketahui massa, jika diasumsikan massa sebelum reaksi dan sesudah reaksi adalah sama maka :</p> <p>massa C + O<sub>2</sub> yang bereaksi = massa CO yang dihasilkan</p> <p>diketahui dalam tabel massa reaksi O<sub>2</sub> adalah 0 (habis bereaksi). Sehingga,</p> <p>massa O<sub>2</sub> yang bereaksi = massa O<sub>2</sub> awal = 40 gram</p> <p>massa C yang bereaksi = massa CO yang dihasilkan - massa O<sub>2</sub> yang bereaksi = 64 gram - 40 gram = 24 gram</p> <p>massa C awal = massa C yang bereaksi + massa C sisa</p> <p style="text-align: center;">= 24 gram + 14 gram = <b>38 gram</b></p>	4	Peserta didik dapat menjawab benar mengaitkan tabel dengan hukum kekekalam massa dilengkapi proses perhitungan sehingga didapatkan massa awal karbon
		3	Peserta didik dapat menjawab massa awal karbon benar namun proses perhitungan salah atau proses perhitungan benar namun jawaban yang salah atau kosong.
		2	Peserta didik menjawab benar namun tidak disertai dengan proses perhitungan seperti "massa karbon awal 38 gram"

		1	Peserta didik menjawab namun jawaban tidak tepat
		0	Peserta didik tidak memberikan jawaban
4c	Pada penyelesaian soal b , didapatkan hasil massa zat sebelum reaksi dan setelah reaksi (massa produk + massa sisa) adalah sama. Maka dapat disimpulkan reaksi berlangsung pada sistem tertutup (tidak ada massa yang hilang). Sehingga dalam hal ini hukum dasar kimia yang berlaku yaitu hukum kekekalan massa / Lavoisier	4	Peserta didik dapat menjawab soal benar dan memberikan penjelasan pembuktian berlakunya hukum kekekalan massa berdasarkan kaitannya dengan soal yang disajikan dengan tepat
		3	Peserta didik dapat menjawab soal benar dan memberikan penjelasan pembuktian berlakunya hukum kekekalan massa berdasarkan kaitannya

			dengan soal yang disajikan dengan cukup tepat
		2	Peserta didik dapat menjawab soal benar namun masih terdapat kekurangan dalam penjelasan keterkaitan hukum kekekalan massa pada soal yang disajikan
		1	Peserta didik dapat menjawab soal namun jawaban tidak tepat
		0	Peserta didik tidak memberikan jawaban
5	<p>Berdasarkan grafik tersebut di peroleh perbandingan massa</p> <p style="text-align: center;"><b>Fe : S = 2 : 1</b></p> <p>Sehingga di dapatkan jumlah perbandingan / perbandingan</p> <p style="text-align: center;">FeS <math>2+1 = 3</math></p> <p>massa Fe dan S yang dibutuhkan apabila hasil massa FeS 6</p>	4	Peserta didik dapat menjawab soal benar dengan perbandingan massa yang didapatkan benar, proses perhitungan dan hasil perhitungan benar mengikuti hukum

<p>gram yaitu :</p> <p>Diket : massa FeS = 4,4 gram</p> <p>Ditanya : massa masing-masing Fe dan S yang dibutuhkan ?</p> <p>Jawab :</p> $\text{massa Fe} = \frac{\text{perbandingan massa Fe}}{\text{perbandingan massa FeS}} \times \text{massa FeS}$ $= \frac{2}{3} \times 6$ $= \mathbf{4 \text{ gram}}$ $\text{massa S} = \frac{\text{perbandingan massa S}}{\text{perbandingan massa FeS}} \times \text{massa FeS}$ $= \frac{1}{3} \times 6$ $= \mathbf{2 \text{ gram}}$ <p>Jadi massa Fe yang dibutuhkan adalah 4 gram dan massa S yang dibutuhkan sebanyak 2 gram</p>		perbandingan tetap
	3	Peserta didik dapat menjawab soal benar pada perbandingan massa dan hasil massa Fe dan S yang dibutuhkan namun proses perhitungan kurang tepat atau sebaliknya
	2	Peserta didik dapat menjawab soal benar namun tidak dilengkapi proses perhitungan atau salah satu jawaban massa Fe atau S tidak tepat
	1	Peserta didik dapat menjawab soal namun jawaban kurang tepat seperti hanya benar 1 item misal perbandingan massa

			Fe = 4 gram
		0	Peserta didik tidak memberikan jawaban
6	<p>Unsur bukan dari senyawa yang sama Ya mendukung hukum perbandingan berganda Sesuai dengan bunyi hukum perbandingan berganda “ jika dua unsur dapat membentuk lebih dari satu senyawa dan jika massa salah satu unsur dibuat sama / tetap maka perbandingan massa lainnya bulat dan sederhana”</p> <p>Senyawa A : perbandingan massa C : massa O = 16,50 : 48,18 (Dibagi 4 ) Senyawa B: perbandingan massa C : massa O = 8,24 : 12,14 ( Dibagi 2 )</p> <p>Dari kedua senyawa tersebut terlihat bahwa: Perbandingan massa atom C senyawa 1 terhadap massa atom C senyawa 2 = 4 : 4 = 1 : 1</p>	4	Peserta didik dapat menjawab soal benar sesuai kunci jawaban dengan tepat
		3	Peserta didik dapat menjawab soal benar namun alasan cukup tepat
		2	Peserta didik dapat menjawab kurang tepat
		1	Peserta didik dapat menjawab namun tidak tepat

	Perbandingan massa atom O pada senyawa 1 terhadap massa atom O senyawa 2 = $12 : 6 = 2 : 1$ merupakan bilangan bulat dan sederhana.	0	Peserta didik tidak memberikan jawaban
7a	Agar pembakaran berlangsung sempurna reaksi yang dipilih adalah reaksi I. Hal ini sesuai yang dijelaskan pada wacana yaitu pembakaran dapat berlangsung sempurna atau tidaknya, ditentukan oleh perbandingan jumlah (volume) bensin ( $C_8H_{18}$ ) dengan volume gas oksigen ( $O_2$ ) semakin terbatas jumlah oksigen, semakin tidak sempurna pembakaran yang terjadi, dan pembakaran hidrokarbon sempurna dalam minyak bumi menghasilkan karbon dioksida dan uap udara. Oleh karena jumlah Oksigen pada reaksi I lebih banyak daripada reaksi II dan hasil pembakaran berupa karbon dioksida maka reaksi pembakaran sempurna terjadi pada reaksi I.	4	Peserta didik dapat menjawab soal benar memilih reaksi pembakaran sempurna isooktana dengan alasan yang benar seperti pada kunci jawaban
		3	Peserta didik dapat memilih reaksi pembakaran sempurna isooktana benar namun hanya menyebutkan satu alasan
		2	Peserta didik dapat memilih reaksi pembakaran sempurna isooktana benar tanpa penjelasan seperti "reaksi

			1"
		1	Peserta didik dapat menjawab namun jawaban tidak tepat
		0	Peserta didik tidak memberikan jawaban
7b	<p>Persamaan reaksi pembakaran sempurna isooktana</p> $2C_8H_{18}(g) + 25O_2(g) \rightarrow 16CO(g) + 18H_2O(g)$ <p>Diket : volume <math>O_2 = 50</math> liter  Ditanya : Volume isooktana ?  Jawab :</p> <p>Hukum perbandingan volume : "Pada P dan T yang sama, ketika gas-gas bereaksi maka akan memiliki perbandingan volume yang bulat dan sederhana atau pada P dan T sama. perbandingan volume = perbandingan koefisien</p> <p>maka , <math>V C_8H_{18} = \frac{\text{koefisien } C_8H_{18}}{\text{koefisien } O_2} \times \text{Volume } O_2</math></p> $V C_8H_{18} = \frac{2}{25} \times 50 = 4 \text{ liter}$	4	Peserta didik dapat menjawab soal benar hasil volume isooktana dan perhitungan yang tepat sesuai hukum Gay-lussac
		3	Peserta didik dapat menjawab volume isooktana benar, namun proses perhitungan kurang tepat seperti tidak mengaitkan dengan hukum perbandingan volume atau perhitungan benar namun hasilnya salah

		2	Peserta didik dapat menjawab soal benar namun tidak disertai proses perhitungan atau sebaliknya
		1	Peserta didik menjawab namun jawaban tidak tepat
		0	Peserta didik tidak memberikan jawaban
8	<p>Hukum Gay Lussac :</p> <p>Perbandingan koefisien reaksi = perbandingan volume gas</p> <p>Reaksi yang terjadi: <math>N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)</math> (setara)</p> <p>Diket : Volume Nitrogen = 10 Liter</p> <p>Ditanya : Volume Hidrogen dan Amonia ?</p> <p>Jawab :</p>	4	Peserta didik dapat menjawab volume hidrogen dan amonia benar disertai proses perhitungan yang benar sesuai hukum Gay-Lussac, serta menarik kesimpulan seperti pada kunci jawaban

$\frac{\text{Volume N}_2}{\text{Volume H}_2} = \frac{\text{koefisien N}_2}{\text{koefisien H}_2}$ $\frac{10 \text{ L}}{\text{Volume H}_2} = \frac{1}{3}$ <p>Volume H<sub>2</sub> = 30 Liter</p> $\frac{\text{Volume N}_2}{\text{Volume NH}_3} = \frac{\text{koefisien N}_2}{\text{koefisien NH}_3}$ $\frac{10 \text{ L}}{\text{Volume NH}_3} = \frac{1}{2}$ <p>Volume NH<sub>3</sub> = 20 Liter</p> <p>Dari hasil perhitungan diatas didapatkan volume hidrogen sebanyak 30 liter dan volume amonia yang dihasilkan sebanyak 20 liter. Hasil tersebut tidak sesuai dengan pernyataan pada soal sehingga dapat disimpulkan pernyataan pada soal tidak tepat.</p>	3	Peserta didik menjawab soal benar 3 atau 2 item seperti hasil volume hidrogen dan amoniak serta kesimpulan namun proses perhitungan tidak tepat
	2	Peserta didik dapat menjawab soal benar namun hanya 1 item antara hasil volume yang dicari, kesimpulan yang diambil dan proses perhitungan
	1	Peserta didik menjawab namun jawaban salah
	0	Peserta didik tidak memberikan jawaban

9a	<p>Menghitung volume gas metana yang diperlukan : Pada suhu dan tekanan yang sama, perbandingan volume gas yang bereaksi sama dengan perbandingan koefisiennya</p> $\text{CH}_4 : \text{O}_2 : \text{CO}_2 : \text{H}_2\text{O} = 1 : 2 : 1 : 2$ $\frac{\text{Volume CH}_4}{\text{Koefisien CH}_4} = \frac{\text{Volume O}_2}{\text{Koefisien O}_2}$ $\frac{5 \text{ liter}}{1} = \frac{\text{Volume O}_2}{2}$ $\text{Volume O}_2 = 5 \text{ Liter} \times 2$ $\text{Volume O}_2 = 10 \text{ Liter}$ <p>Sehingga bila Gas metana atau biogas mengalami reaksi pembakaran sebanyak 5 liter akan membutuhkan volume oksigen sebesar 10 liter</p>	4	Peserta didik dapat menjawab soal benar mengaitkan dengan hukum gay-lussac penulisan perhitungan, dan memberikan kesimpulan.
		3	Peserta didik dapat menjawab namun masih terdapat kekurangan dalam mengaitkan dengan teks wacana pada soal dalam hal ini peserta didik hanya terbatas pada perhitungan dan hasil yang benar
		2	Peserta didik dapat menjawab soal benar namun proses perhitungan dan penjelasan jawaban masih

			terbatas contoh jawaban seperti berikut “bila metana 5 liter akan membutuhkan 10 liter oksigen”.
		1	Peserta didik dapat menjawab soal namun tidak tepat
		0	Peserta didik tidak memberikan jawaban
9b	<p>Berdasarkan Hipotesis Avogadro,            Perbandingan koefisien = Jumlah molekul            Perbandingan koefisien  <math>\text{CH}_4 : \text{O}_2 : \text{CO}_2 : \text{H}_2\text{O} = 1 : 2 : 1 : 2</math>            Jumlah molekul <math>\text{H}_2\text{O} = \frac{2}{1} \times 7,5 \times 10^{23}</math>  <math>= 15 \times 10^{23}</math> molekul</p> <p>Jadi, jumlah molekul gas <math>\text{H}_2\text{O}</math> yang terbentuk sebanyak <math>15 \times 10^{23}</math> molekul</p>	4	Peserta didik dapat menjawab soal benar seluruhnya mulai dari proses perhitungan hasil dan kesimpulan sesuai hipotesis Avogadro
		3	Peserta didik dapat menjawab soal benar namun proses perhitungan kurang lengkap seperti tidak

			mengaitkan dengan hipotesis avogadro
		2	Peserta didik dapat menjawab soal benar namun tidak disertai proses perhitungan
		1	Peserta didik menjawab soal namun tidak tepat
		0	Peserta didik tidak memberikan jawaban
9c	Salah satu cara untuk mengurangi emisi gas metana adalah mengurangi konsumsi energi dengan cara: 1) Mengurangi penggunaan kendaraan pribadi 2) Membatasi penggunaan pendingin udara di rumah 3) Efisiensi penggunaan listrik 4) Mengurangi penggunaan plastik sekali pakai 5) Menghemat penggunaan air 6) Mematikan dan mencabut treker dari stopkontak saat tidak digunakan 7) Beralih ke sumber energi ramah lingkungan	4	Peserta didik dapat menjawab soal dengan 3 solusi yang benar
		3	Peserta didik dapat menjawab soal dengan 2 solusi yang benar
		2	Peserta didik dapat menjawab soal dengan 1 solusi benar

		1	Peserta didik menjawab soal namun jawaban tidak memberikan solusi yang benar
		0	Peserta didik tidak memberikan jawaban.
10a	<p>Diketahui:  Volume <math>N_xO_y = 10</math> ml (T, P)  Volume <math>NO_2 = 20</math> ml (T, P)  Volume O = 5 ml (T, P)  Ditanya: Rumus molekul <math>N_xO_y</math>?  Jawab:  Persamaan reaksi yang terjadi adalah  <math display="block">N_xO_y \rightarrow NO_2 + O_2</math>  Volume 10 ml : 20ml : 5ml = Koefisien 2 : 4 : 1  Maka, persamaan reaksi setara menjadi:  <math display="block">2 NXOY \rightarrow 4 NO_2 + O_2</math>  Jumlah N Kiri = kanan <math>2x = 1</math> maka <math>X = 2</math>  Jumlah O Kiri = kanan <math>2y = 8 + 2</math> maka <math>Y = 5</math>  Maka rumus molekul yang didapat adalah <math>N_xO_y = N_2O_5</math></p>	4	Peserta didik dapat menjawab benar dengan proses perhitungan, hasil rumus molekul x dan y dan mengaitkan dengan hukum Gay-Lusac
		3	Peserta didik dapat menjawab soal benar namun proses perhitungan tidak mengaitkan dengan hukum Gay-Lusac

		2	Peserta didik dapat menjawab soal benar namun tidak lengkap seperti hasil indeks x benar y salah atau sebaliknya dan dengan dan proses perhitungan kurang tepat
		1	Peserta didik menjawab soal namun jawaban salah
		0	Peserta didik tidak memberikan jawaban
10b	<p>Beberapa saran agar mengurangi resiko pencemaran pupuk kimia yang mengandung nitrogen berlebihan sebagai berikut :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pemilihan pupuk yang tepat: Petani dapat memilih pupuk yang sesuai dengan kebutuhan tanaman dan</li> </ol>	4	Peserta didik dapat menjawab soal benar dengan lebih dari satu solusi yang tepat dan masuk akal

	<p>tanah mereka, sehingga mengurangi risiko penggunaan berlebihan.</p> <p>2. Penggunaan yang bijaksana: Petani harus mengikuti pedoman yang tepat dalam penggunaan pupuk, termasuk dosis yang benar dan waktu yang sesuai.</p> <p>3. Praktik pertanian berkelanjutan: Praktik pertanian berkelanjutan, seperti rotasi tanaman dan penggunaan pupuk organik, dapat membantu mengurangi pencemaran air tanah.</p>	3	Peserta didik dapat menjawab soal benar lebih dari 1 solusi namun kurang dijelaskan dengan baik seperti “menggunakan pupuk nitrogen sesuai dosis dan penggunaan pupuk organik“
		2	Peserta didik dapat menjawab soal benar namun hanya satu solusi
		1	Peserta didik dapat menjawab soal namun solusi tidak tepat dan masuk akal
		0	Peserta didik tidak memberikan jawaban

## Lampiran 7. Hasil Validasi Ahli

### a. Lembar Validasi Ahli 1 : Resi Pratiwi, M.Pd

**LEMBAR VALIDASI  
INSTRUMEN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA**

Mata Pelajaran : Kimia  
 Kelas / Semester : X/II  
 Materi : Hukum Dasar Kimia  
 Penulis : Zaenab, Aulya Ruhmah  
 Nama validator : Resi Pratiwi, M.Pd  
 Jabatan : Dosen Pendidikan Kimia  
 Instansi : UIN Walisongo Semarang

**A. Tujuan**  
 Lembar validasi ini dimaksudkan untuk mengetahui kevalidan lembar penilaian kemampuan berpikir kritis yang sudah dibuat oleh peneliti. Hasil dari validasi akan digunakan sebagai acuan dan langkah selanjutnya dalam pembuatan instrument tes berpikir kritis.

**B. Petunjuk Pengisian**

- Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan skor pada setiap pernyataan dengan memberikan nilai pada kolom sesuai dengan rubrik penilaian terlampir;
- Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan kritik dan saran perbaikan pada kolom yang telah disediakan
- Berdasarkan pendapat Bapak/Ibu, dimohon dapat memberikan tanda (√) pada angka yang sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu

**C. Penilaian**

No	Aspek yang divalidasi	Assesment									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Kesesuaian konten instrumen penilaian dengan indikator berpikir kritis	3	3	4	3	3	3	3	4	4	4
2	Konten instrumen penilaian merangsang untuk menggali pengetahuan dan keterampilan berpikir kritis	3	3	4	4	3	3	3	4	4	4
		<b>Materi</b>									
3	Soal tes dirumuskan secara lugas, singkat dan jelas	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

4	Kesesuaian instrumen penilaian dengan CP, indikator dan materi soal.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<b>Konstruksi</b>											
5	Butir soal tidak menimbulkan tafsiran ganda, tidak memberikan petunjuk jawaban, dan bebas unsur sara	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
6	Penyajian gambar, grafik, tabel, diagram atau sejenisnya jelas, sesuai dan berfungsi	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3
<b>Bahasa</b>											
7	Butir soal menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia dan mudah dipahami	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Komentar atau Saran:  
Apalagi sesuai saran

**Kesimpulan:**  
 Setelah melakukan penilaian dan validasi terhadap instrumen yang telah dikembangkan, bapak/ibu mohon memberi tanda centang (✓) untuk menandai angka dibawah ini yang sesuai dengan penilaian bapak/ibu.

- Layak digunakan untuk uji coba tanpa revisi
- Layak digunakan untuk uji coba dengan sedikit revisi
- Tidak layak digunakan untuk uji coba

Semarang, 26 Februari 2024

Validator



Resi Pratiwi, M.Pd  
 NIP. 198703142019032013

b. Lembar validasi ahli 2 : Mar'attus Solihah, M.Pd

**LEMBAR VALIDASI**  
**INSTRUMEN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA**

---

Mata Pelajaran : Kimia  
 Kelas / Semester : X/II  
 Materi : Hukum Dasar Kimia  
 Peneliti : Zaenab Auliyah Rulmah  
 Nama validator : Mar'attus Solihah M. Pd  
 Jabatan : Dosen Pendidikan Kimia  
 Instansi : UIN Walisongo Semarang

**A. Tujuan**  
 Lembar validasi ini dimaksudkan untuk mengetahui kevalidan lembar penilaian kemampuan berpikir kritis yang sudah dibuat oleh peneliti. Hasil dari validasi akan digunakan sebagai acuan dan langkah selanjutnya dalam pembuatan instrumen tes berpikir kritis.

**B. Petunjuk Pengisian**  
 a. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan skor pada setiap pernyataan dengan memberikan nilai pada kolom sesuai dengan rubrik penilaian terlampir.  
 b. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan kritik dan saran perbaikan pada kolom yang telah disediakan  
 c. Berdasarkan pendapat Bapak/Ibu, dimohon dapat memberikan tanda (✓) pada angka yang sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu

**C. Penilaian**

No	Aspek yang divalidasi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Asesment</b>											
1	Kesesuaian konten instrumen penilaian dengan indikator berpikir kritis	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3
2	Konten instrumen penilaian merangsang untuk menggali pengetahuan dan keterampilan berpikir kritis	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3
<b>Materi</b>											

3	Soal terdramatisasikan secara logis, singkat dan jelas	4	4	3	4	3	4	4	4	3	3
4	Kesesuaian instrumen penilaian dengan CP, indikator dan materi soal	4	4	4	4	4	4	3	4	4	
<b>Konstruksi</b>											
5	Butir soal tidak menimbulkan tafsiran ganda, tidak memberikan petunjuk jawaban, dan bebas unsur sara	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
6	Penyajian gambar, grafik, tabel, diagram atau sejenisnya jelas, sesuai dan berfungsi	4	4	4	3	3	4	4	4	3	
<b>Bahasa</b>											
7	Butir soal menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia dan mudah dipahami	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Komentar atau Saran:  
*perbaiki sekam sama yang sudah diberikan*

---

**Kesimpulan:**  
 Setelah melakukan penilaian dan validasi terhadap instrumen yang telah dikembangkan, bapak/ibu mohon memberi tanda centang (✓) untuk menandai angka dibawah ini yang sesuai dengan penilaian bapak/ibu.

1. L layak digunakan untuk uji coba tanpa revisi
- ✓ 2. L layak digunakan untuk uji coba dengan sedikit revisi
3. Tidak layak digunakan untuk uji coba

Semarang, 04 Februari 2024

Validator

*Mar'attus Solihah*

Mar'attus Solihah M. Pd  
 NIP. 19808242019024009

b. Lembar validasi ahli 3 : Turmiati, M.Pd

**LEMBAR VALIDASI  
INSTRUMEN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA**

Mata Pelajaran : Kimia  
 Kelas / Semester : X/II  
 Materi : Hukum Dasar Kimia  
 Peneliti : Zaenab Auliyah Rohmah  
 Nama validator : Turmiati M. Pd  
 Jabatan : Guru Kimia  
 Instansi : SMAN 80 Jakarta

**A. Tujuan**  
 Lembar validasi ini dimaksudkan untuk mengetahui kevalidan lembar penilaian kemampuan berpikir kritis yang sudah dibuat oleh peneliti. Hasil dari validasi akan digunakan sebagai acuan dan langkah selanjutnya dalam pembuatan instrumen tes berpikir kritis.

**B. Petunjuk Pengisian**  
 a. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan skor pada setiap pernyataan dengan memberikan nilai pada kolom sesuai dengan rubrik penilaian terlampir.  
 b. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan kritik dan saran perbaikan pada kolom yang telah disediakan

**C. Penilaian**

No	Aspek yang divalidasi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Asesment</b>											
1	Kesesuaian konten instrumen penilaian dengan indikator berpikir kritis	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3
2	Konten instrumen penilaian merangsang untuk menggali pengetahuan dan keterampilan berpikir kritis	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3
<b>Materi</b>											
3	Soal tes dirumuskan secara logis, singkat dan jelas	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
4	Kesesuaian instrumen penilaian	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

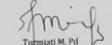
dengan CP, indikator dan materi soal

<b>Konstruksi</b>											
5	Bentuk soal tidak menimbulkan tafsiran ganda, tidak memberikan petunjuk jawaban, dan bebas unsur sara	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
6	Penyajian gambar, grafik, tabel, sesuai dan berfungsi	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<b>Bahasa</b>											
7	Bentuk soal menggunakan bahasa yang sesuai dengan kondisi bahasa Indonesia dan mudah dipahami	3	4	3	4	4	4	4	4	3	4

**D. Komentar atau Saran:**  
 Perbaiki typo dan Penulisan Sekom Sorom

**E. Kesimpulan:**  
 Setelah melakukan penilaian dan validasi terhadap instrumen yang telah dikembangkan, Bapak/Ibu mohon memberi tanda centang (✓) sesuai dengan kesimpulan Bapak/Ibu.

1. Layak digunakan untuk uji coba tanpa revisi
- ✓ 2. Layak digunakan untuk uji coba dengan sedikit revisi
3. Tidak layak digunakan untuk uji coba

Jakarta, 29 Februari 2024  
 Validator  
  
 Turmiati M. Pd  
 NIP. 19730316200401205

**Lampiran 8 . Hasil Analisis Aiken's V**

NO SOAL	Validator			S1	S2	S3	$\Sigma s$	n(c-1)	V	Keterangan
	I	II	III							
1	3,7	3,7	3,7	2,7	2,7	2,7	8,1	9	0,9	Sangat Tinggi
2	3,7	3,7	4	2,7	2,7	3,0	8,4	9	0,93	Sangat Tinggi
3	4	3,7	3,9	3	2,7	2,9	8,6	9	0,96	Sangat Tinggi
4	3,9	4	4	2,9	3	3,0	8,9	9	0,99	Sangat Tinggi
5	3,7	3,4	4	2,7	2,4	3,0	8,1	9	0,90	Sangat Tinggi
6	3,6	3,6	3,7	2,6	2,6	2,7	7,9	9	0,88	Sangat Tinggi
7	3,6	3,9	4	2,6	2,9	3,0	8,5	9	0,94	Sangat Tinggi
8	3,9	3,6	3,9	2,9	2,6	2,9	8,4	9	0,93	Sangat Tinggi
9	3,9	3,6	3,7	2,9	2,6	2,7	8,2	9	0,911	Sangat Tinggi
10	3,9	3,4	3,7	2,9	2,4	2,7	8	9	0,89	Sangat Tinggi
soal	Penilai			S1	S2	S3	$\Sigma s$	n(c-1)	V	Ket
	I	II	III							
1-10	37,9	36,6	38,6	27,9	26,6	28,6	83,1	90,0	0,9	Sangat Tinggi

## Lampiran 9. Hasil Validasi dan Reliabilitas Konstruk

		Correlations																	Total
		X1A	X1B	X2	X3	X4A	X4B	X4C	X5	X6	X7A	X7B	X8	X9A	X9B	X9C	X10A	X10B	
X1A	Pearson Correlation	1	.697**	.067	.185	.403*	.502**	.377*	.040	.476**	.284	.183	.337	.169	.019	.140	.179	.130	.589**
	Sig. (2-tailed)		.000	.715	.310	.022	.003	.033	.826	.006	.115	.317	.059	.354	.919	.446	.328	.477	.000
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
X1B	Pearson Correlation	.697**	1	-.210	.279	.330	.432**	.265	-.001	.383*	.450**	.243	.323	.168	-.016	.089	.074	.127	.517**
	Sig. (2-tailed)	.000		.248	.122	.065	.013	.159	.994	.030	.010	.180	.071	.368	.930	.627	.689	.487	.002
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
X2	Pearson Correlation	.067	-.210	1	-.270	-.169	-.218	.117	.041	.390**	.267	.476**	.401*	.189	.297	-.037	.380*	.325	.400*
	Sig. (2-tailed)	.715	.248		.135	.354	.231	.523	.825	.027	.139	.006	.023	.301	.099	.842	.032	.070	.023
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
X3	Pearson Correlation	.185	.279	-.270	1	.147	.210	.015	.015	-.029	-.134	-.015	-.061	.174	-.100	.123	-.214	-.307	.030
	Sig. (2-tailed)	.310	.122	.135		.422	.248	.933	.933	.877	.466	.936	.738	.342	.297	.501	.240	.087	.870
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
X4A	Pearson Correlation	.403*	.330	-.169	.147	1	.792**	.568**	.494**	.205	.073	.046	.361*	-.235	.007	-.115	.066	.021	.473**
	Sig. (2-tailed)	.022	.065	.354	.422		.000	.001	.004	.260	.691	.801	.042	.195	.970	.532	.719	.909	.006
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
X4B	Pearson Correlation	.502**	.432**	-.218	.218	.792**	1	.469**	.239	.317	.166	.152	.386*	-.224	.013	.130	.249	.114	.564**
	Sig. (2-tailed)	.003	.013	.231	.248	.000		.008	.189	.077	.564	.406	.025	.218	.942	.478	.168	.533	.001
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
X4C	Pearson Correlation	.377*	.265	.117	.015	.568**	.469**	1	.422*	.133	-.027	.186	.251	.165	-.260	-.136	.186	.166	.469**
	Sig. (2-tailed)	.033	.169	.523	.933	.001	.008		.016	.469	.894	.307	.165	.367	.150	.459	.307	.364	.007
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
X5	Pearson Correlation	.040	-.001	.041	.015	.494**	.239	.422*	1	.137	-.076	.137	.206	-.053	.052	-.101	.052	-.147	.263
	Sig. (2-tailed)	.826	.994	.825	.933	.004	.188	.016		.456	.680	.454	.258	.773	.778	.584	.779	.422	.145
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
X6	Pearson Correlation	.476**	.383*	.300*	-.029	.205	.317	.133	-.137	1	.401*	.600**	.647**	.320	.264	-.098	.490**	.243	.701**
	Sig. (2-tailed)	.006	.030	.027	.877	.260	.077	.469	.456		.023	.000	.000	.074	.144	.595	.004	.180	.000
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
X7A	Pearson Correlation	.284	.450**	.267	-.134	.073	.106	-.027	-.076	.401*	1	.626**	.422*	.165	.160	.113	.109	.471**	.545**
	Sig. (2-tailed)	.115	.010	.139	.466	.691	.564	.884	.680	.023		.000	.016	.367	.381	.540	.552	.006	.001
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
X7B	Pearson Correlation	.183	.243	.476**	-.015	.046	.152	.186	-.137	.600**	.626**	1	.699**	.325	-.082	-.167	.270	.504**	.625**
	Sig. (2-tailed)	.317	.180	.006	.936	.801	.406	.307	.454	.000	.000		.000	.070	.657	.361	.135	.003	.000
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
X8	Pearson Correlation	.337	.323	.401*	-.061	.361*	.396*	.251	.206	.647**	.422*	.699**	1	.246	.175	-.038	.654**	.522**	.820**
	Sig. (2-tailed)	.059	.071	.023	.738	.042	.025	.165	.258	.000	.016	.000		.175	.338	.836	.000	.002	.000
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
X9A	Pearson Correlation	.169	.168	.189	.174	-.235	-.224	.165	-.053	.320	.165	.325	.246	1	-.025	-.011	.126	.243	.308
	Sig. (2-tailed)	.354	.358	.301	.342	.195	.218	.367	.773	.074	.367	.070	.175		.893	.953	.491	.179	.087
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
X9B	Pearson Correlation	.019	-.016	.297	-.190	.007	-.013	-.260	.052	.264	.160	-.082	.175	-.025	1	.378*	.313	.164	.309
	Sig. (2-tailed)	.919	.930	.099	.297	.970	.942	.150	.778	.144	.381	.657	.338	.893		.033	.081	.371	.085
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
X9C	Pearson Correlation	.140	.089	-.037	.123	-.115	.130	-.136	-.101	-.098	.113	-.167	-.038	.011	.378*	1	.346	.156	.263
	Sig. (2-tailed)	.446	.627	.842	.501	.532	.478	.459	.584	.595	.540	.361	.836	.953	.033		.052	.395	.162
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
X10A	Pearson Correlation	.179	.074	.380*	-.214	.086	.249	.186	.052	.490**	.109	.270	.654**	.126	.313	.346	1	.408*	.641**
	Sig. (2-tailed)	.328	.689	.032	.240	.719	.169	.307	.779	.004	.852	.135	.000	.461	.081	.055		.026	.000
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
X10B	Pearson Correlation	.130	.127	.325	-.307	.021	.114	.166	-.147	.243	.471**	.504**	.522**	.243	.164	.156	.408*	1	.572**
	Sig. (2-tailed)	.477	.487	.070	.087	.909	.533	.364	.422	.180	.006	.003	.002	.179	.371	.395	.020		.001
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Total	Pearson Correlation	.589**	.513**	.400*	.030	.473**	.564**	.469**	.263	.701**	.545**	.625**	.820**	.308	.309	.259	.641**	.572**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.002	.023	.870	.006	.001	.007	.145	.000	.001	.000	.000	.087	.085	.162	.000	.001	
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

	No Soal	1a	1b	2	3	4a	4b	4c	5	6	7a	7b	8	9a	9b	9c	10a	10b	
Total	Pearson Correlation	.589**	.517**	.400*	0,030	.473**	.564**	.469**	0,263	.701**	.545**	.625**	.820**	0,308	0,309	0,253	.641**	.572**	
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,002	0,023	0,870	0,006	0,001	0,007	0,145	0,000	0,001	0,000	0,000	0,087	0,085	0,162	0,000	0,001	
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
	r tabel	0,349	0,349	0,349	0,349	0,349	0,349	0,349	0,349	0,349	0,349	0,349	0,349	0,349	0,349	0,349	0,349	0,349	0,349
	keputusan	Valid	Valid	Valid	Tidak Valid	Valid	Valid	Valid	Tidak Valid	Valid	Valid	Valid	Valid	Tidak Valid	Tidak Valid	Tidak Valid	Valid	Valid	

## Reliabilitas

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.789	17



**Lampiran 11.** Hasil Daya Beda Soal uji coba

No	Corrected Item-Total Correlation	interpretasi
X1A	0,537	Baik
X1B	0,432	Baik
X2	0,288	Cukup
X3	-0,037	Jelek
X4A	0,345	Cukup
X4B	0,466	Baik
X4C	0,351	Cukup
X5	0,193	Jelek
X6	0,643	Baik
X7A	0,446	Baik
X7B	0,551	Baik
X8	0,772	SangatBaik
X9A	0,201	Cukup
X9B	0,189	Jelek
X9C	0,111	Jelek
X10A	0,520	Baik
X10B	0,457	Baik

**Lampiran 12.** Kisi-Kisi Soal Setelah Uji Coba**KISI – KISI INSTRUMEN BERPIKIR KRITIS**

<b>Mata Pelajaran</b>	<b>: Kimia</b>	<b>Nama Sekolah</b>	<b>: SMAN 80 Jakarta</b>
<b>Kelas/Semester</b>	<b>: X/2</b>	<b>Jumlah Soal</b>	<b>: 7</b>
<b>Materi</b>	<b>: Hukum – Hukum Dasar Kimia</b>	<b>Bentuk Soal</b>	<b>: Essai</b>
<b>FASE</b>	<b>: E</b>		

**CP :**

Peserta didik mampu mengamati, menyelidiki dan menjelaskan fenomena sesuai kaidah kerja ilmiah dalam menjelaskan konsep kimia dalam kehidupan sehari – hari; menerapkan konsep kimia dalam mengelolah lingkungan termasuk menjelaskan fenomena pemanasan global; menuliskan reaksi kimia dan menerapkan **hukum –hukum dasar kimia**; memahami struktur atom dan aplikasinya dalam nanoteknologi.

Indikator Berpikir Kritis	Uraian Berpikir Kritis	Sub Indikator keterampilan berpikir kritis	Indikator soal	NO. Soal	Tingkat kognitif
<b>Interpretasi</b>	memahami dan mengungkapkan makna atau arti dari informasi yang disajikan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ peserta didik mampu mengklarifikasi makna dari persoalan yang diberikan secara tepat</li> <li>▪ Peserta didik mampu menguraikan dan mengelompokkan permasalahan secara logis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disediakan tabel massa garam di beberapa wilayah Indonesia, peserta didik dapat mengkatagorikan dan menentukan hukum dasar kimia pada fenomena yang terjadi.</li> </ul>	2	C4
<b>Analisis</b>	Mengidentifikasi maksud dan menghubungkan informasi atau	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Peserta didik mampu mencatat hubungan antara pernyataan, pertanyaan - pertanyaan, atau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disajikan data hasil percobaan pada tabel, peserta didik dapat menuliskan persamaan reaksi setara pada percobaan tersebut</li> </ul>	3a	C4

	konsep dalam penyelesaian masalah	<p>konsep yang diberikan untuk menyelesaikan suatu masalah.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Peserta didik mampu memberikan penjelasan untuk menyelesaikan suatu permasalahan secara tepat.</li> <li>▪ Peserta didik mampu menganalisis argumen dengan tepat.</li> </ul>	dengan benar.		
			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disajikan data hasil percobaan pada tabel, peserta didik dapat menganalisis massa awal karbon pada percobaan tersebut.</li> </ul>	3b	C4
			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disajikan data hasil percobaan, peserta didik dapat membuktikan apakah percobaan tersebut memenuhi hukum Lavoisier.</li> </ul>	3C	C4
			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disajikan data volume unsur pembentukan amoniak dan amoniak, peserta didik dapat menentukan apakah argumen pernyataan</li> </ul>	6	C4

			tersebut sudah benar atau belum		
<b>Evaluasi</b>	Menilai kredibilitas pernyataan, pertanyaan, atau bentuk representasi lainnya, dan menilai kualitas argumen-argumen yang dibuat.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Peserta didik mampu menggunakan strategi yang tepat dalam menyelesaikan masalah, lengkap dan benar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disajikan data hasil analisa komposisi dua sampel, peserta didik dapat menentukan apakah keduanya berasal dari senyawa yang sama atau bukan.</li> <li>▪ Disajikan data hasil analisa komposisi dua sampel, peserta didik dapat memutuskan apakah hasil analisis memenuhi perbandingan berganda.</li> </ul>	4	C5

		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Peserta didik mampu menilai faktor-faktor yang terkait informasi serta kebenaran dari informasi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disajikan dua persamaan reaksi isooktana, peserta didik dapat menentukan reaksi pembakaran yang berlangsung sempurna dengan alasan yang tepat.</li> </ul>	5a	C4
<b>Inferensi</b>	Mengidentifikasi untuk menarik kesimpulan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Peserta didik mampu menentukan alternatif jawaban.</li> <li>▪ Peserta didik mampu membuat kesimpulan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disajikan wacana teks berdasarkan hukum dasar kimia, peserta didik dapat menjelaskan alasan kedua percobaan berbeda.</li> </ul>	1a	C5

		yang masuk akal dan dapat diterima.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disediakan wacana teks, peserta didik dapat mengidentifikasi dan menarik kesimpulan terkait hukum dasar kimia pada percobaan yang terjadi secara ilmiah dalam wacana tersebut.</li> </ul>	1b	C5
			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disediakan wacana dan data volume amonia, peserta didik dapat menarik kesimpulan terhadap pernyataan yang disajikan.</li> </ul>	6	C4
<b>Eksplanasi</b>	Menetapkan hasil, prosedur, dan argumen yang tepat.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Peserta didik dapat menetapkan hasil dengan tepat.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disajikan persamaan reaksi sempurna gas isooktana, peserta didik dapat menghitung volume isooktana yang dibutuhkan dengan hukum Gay lussac.</li> </ul>	5b	C4

		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Peserta didik mampu memberikan argumen pada kesimpulan yang diambil dari proses sebelumnya.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disajikan data pembentukan senyawa gas <math>N_xO_y</math>, peserta didik dapat menentukan hasil indeks x dan y dengan tepat.</li> </ul>	7a	C4
<b>Regulasi diri</b>	Peserta didik dapat memeriksa dan mengoreksi diri	Peserta didik mampu melakukan pengecekan ulang terhadap hasil jawaban dengan tepat dan benar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Disajikan wacana mengenai dampak negatif penggunaan pupuk nitrogen berlebihan, peserta didik dapat memberikan solusi agar penggunaannya bijak.</li> </ul>	7b	C5

**Lampiran 13.** Instrumen Soal *Pretest Posttest***LEMBAR SOAL HUKUM DASAR KIMIA**

<b>Mata Pelajaran :</b>	<b>Nama :</b>
<b>Hari/Tanggal :</b>	<b>No.Absen/Kelas :</b>

**Petunjuk Umum :**

1. Berdoa'alah sebelum mengerjakan
2. Isilah identitas diri dengan benar pada kolom yang sudah disediakan.
3. Kerjakan setiap soal lengkap dengan langkah pengerjaannya pada lembar jawaban yang telah disediakan.
4. Tidak diperkenankan bekerjasama antar teman.

1. Riri dan Deni melakukan sebuah eksperimen hukum dasar kimia dengan langkah, ilustrasi, dan hasil sebagai berikut.

**Percobaan 1 :** Riri dan Deni mencampurkan 6,8 gram soda kue dan 4,5 gram asam cuka ke dalam botol. Kemudian dengan cepat menutup botolnya menggunakan balon, kemudian mereaksikan keduanya, setelah beberapa menit ternyata balonnya mengembang.

Selanjutnya botol yang ditutup balon tersebut di timbang dan menghasilkan berat sebesar 11,3 gram.

**Percobaan 2 :** Riri dan Deni mencampurkan 6,8 gram soda kue dan 4,5 gram asam cuka ke dalam botol. Kemudian mereaksikan keduanya tanpa menutup botolnya menggunakan balon setelah beberapa menit botol yang berisi campuran soda kue dan asam cuka tersebut di timbang dan menghasilkan berat sebesar 9 gram sehingga massanya berkurang dari eksperimen sebelumnya.



*Gambar 1. Ilustrasi percobaan 1*



*Gambar 2. Ilustrasi percobaan 3*

Dari dua percobaan di atas jawablah pertanyaan di bawah ini.

- a. Mengapa Riri dan Deni bisa mendapatkan dua hasil yang berbeda ?
  - b. Paparkan kesimpulan yang Anda peroleh mengenai hukum dasar kimia mana yang sesuai dengan data percobaan yang dilakukan Riri dan Deni !
2. Garam merupakan salah satu sumber natrium dan klorin dimana kedua unsur tersebut diperlukan untuk metabolisme tubuh manusia. Indonesia dikenal sebagai penghasil garam yang cukup besar dengan kualitas yang cukup baik karena wilayah Indonesia terdiri dari sepertiga daratan dan duapertiga lautan, di mana dalam kondisi normal setiap tahunnya mengalami iklim kemarau sekitar enam bulan dan secara geografis kondisi tersebut merupakan salah satu yang menjadi faktor pendukung produksi garam. Tabel di bawah ini merupakan garam (NaCl) yang berasal dari daerah indramayu, Madura dan garam impor yang memiliki massa natrium (Na) dan klorin (Cl) berbeda-beda.

Asal garam	Massa natrium (Na)	Massa Klorida (Cl)
Indramayu	0,786 gram	1,214 gram
Madura	0,59 gram	0,91 gram
Impor	0,983 gram	1,517 gram

Berdasarkan tabel, Berapakah perbandingan Natrium massa (Na) dan Klorin (Cl) dari masing-masing garam tersebut, apakah hukum Proust terbukti !

3. Seorang ilmuwan melakukan eksperimen pada skala laboratorium. Ia mereaksikan sejumlah padatan karbon (C) yang dibakar gas oksigen ( $O_2$ ) lalu menghasilkan gas karbon monoksida (CO) seperti pada tabel di bawah ini

	C	$O_2$	CO
<b>Massa awal</b>	.....	40 gram	-
<b>Massa yang bereaksi</b>	.....	.....	.....
<b>Massa setelah reaksi selesai (sisa)</b>	14 gram	0 gram	64 gram

Telaahlah tabel di atas lalu jawablah pertanyaan berikut.

- a. Berdasarkan tabel diatas, identifikasi persamaan reaksi yang terjadi pada keadaan setara !

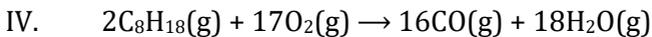
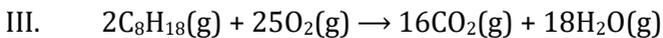
- b. Uraikan hitungan kalian untuk mencari berapakah massa mula-mula padatan karbon (C).
- c. Apakah hukum Lavoisier berlaku untuk kasus soal ini? Sertakan alasannya!
4. Komposisi dua sampel A dan B setelah dianalisis ternyata hanya mengandung atom karbon dan oksigen. Hasil analisis dapat dilihat pada tabel berikut:

<b>Unsur</b>	<b>Karbon</b>	<b>Oksigen</b>
<b>massa dalam sampel A (gram)</b>	16,50	48,18
<b>massa dalam sampel B (gram)</b>	8,24	12,14

Berdasarkan tabel diatas, apakah kedua sampel merupakan senyawa yang sama ? kemudian periksa apakah data tersebut memenuhi hukum perbandingan berganda ?

5. Kandungan utama bahan bakar minyak adalah hidrokarbon, serta sedikit senyawa belerang, nitrogen dan oksigen. Pembakaran hidrokarbon sempurna dalam minyak bumi menghasilkan karbon dioksida dan uap udara. Sementara pembakaran tidak sempurna akan menghasilkan partikel padat yang dikenal dengan asap dan berisi butiran-butiran halus dari karbon (jelaga)

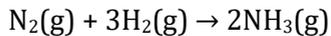
karbon monoksida, karbon dioksida, dan uap air. Bensin merupakan salah satu hasil pengolahan minyak bumi yang kandungan utamanya adalah oktana ( $C_8H_{18}$ ). Pembakaran dapat berlangsung sempurna atau tidaknya, ditentukan oleh perbandingan jumlah (volume) bensin ( $C_8H_{18}$ ) dengan volume gas oksigen ( $O_2$ ). Semakin terbatas jumlah oksigen, semakin tidak sempurna pembakaran yang terjadi, dan semakin banyak jelaga yang dihasilkan. Perhatikanlah dua reaksi setara pembakaran isooktana berikut :



Dari kedua reaksi tersebut, jawablah pertanyaan di bawah ini.

- a. Menurut pendapat Anda, reaksi manakah yang dipilih agar reaksi pembakaran isooktana dapat berlangsung sempurna sertakan alasannya !
  - b. Berdasarkan hukum perbandingan volume, Jika pada reaksi dibutuhkan 50 liter gas oksigen berapakah volume isooktana yang dibutuhkan pada reaksi pembakaran sempurna tersebut ?
6. Amoniak adalah senyawa kimia dengan rumus  $NH_3$  yang berupa gas yang berbau tajam yang khas. Amoniak

biasanya digunakan sebagai obat-obatan, campuran pupuk, zat pendingin, bahan dasar pembuatan peledak dan lain-lain. Walaupun amoniak memiliki sumbangan penting di bumi, amoniak sendiri adalah senyawa kausatik dan dapat merusak kesehatan. Amoniak masih termasuk bahan beracun jika terhirup yang dibuat melalui reaksi gas nitrogen dengan gas hidrogen. Apabila sebanyak 10 liter gas nitrogen direaksikan dengan sejumlah gas hidrogen menghasilkan gas amoniak dengan reaksi sebagai berikut:



Maka didapatkan hasil volume gas hidrogen ( $\text{H}_2$ ) yang dibutuhkan adalah 18 liter dan volume gas amoniak ( $\text{NH}_3$ ) yang dihasilkan adalah 20 liter. Apakah pernyataan volume hidrogen dan amoniak tersebut sudah benar? Simpulkan jawaban yang tepat!

## 7. Pupuk nitrogen



Gambar 4 : pupuk nitrogen pada pertanian

Sumber : <https://paktanidigital.com/artikel/wp-content/uploads/2020/02/tanaman26.jpg>

Unsur nitrogen (N) adalah gas diatomik yang tidak berasa, tidak berwarna, dan sebagian besar inert. Nitrogen merupakan unsur penyusun klorofil, asam nukleat, asam amino, dan protein, sehingga terdapat pada semua organisme hidup. Nitrogen merupakan makronutrien yang dibutuhkan oleh tanaman. Hal ini mempengaruhi sejumlah fungsi tanaman seperti pertumbuhan, perkembangan, metabolisme, dan alokasi sumber daya.

Petani terkadang perlu menambahkan pupuk nitrogen ke lahan pertanian dan kebun mereka agar tersedia nutrisi yang tepat untuk pertumbuhan tanaman mereka. Penerapan pupuk nitrogen anorganik pada berbagai tanaman terus meningkat sejak beberapa dekade terakhir secara global. Meskipun pupuk nitrogen memberikan kontribusi besar terhadap peningkatan hasil, namun penggunaan pupuk nitrogen yang berlebihan telah menimbulkan ancaman serius terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Penerapan pupuk berbasis nitrogen berlebihan merupakan sumber antropogenik utama emisi gas

nitrogen, seperti amonia ( $\text{NH}_3$ ), Nitrogen Monoksida ( $\text{NO}$ ), dan dinitrogen oksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ).

Hal ini bisa saja disebabkan oleh penggunaan pupuk nitrogen yang tidak sesuai dengan dosis maupun kebijakan pertanian di berbagai wilayah di dunia. Jika tidak segera diperbaiki, kekhawatiran akan ketersediaan pasokan makanan higienis akan terus meningkat. Tingkat penggunaan pupuk nitrogen mempunyai hubungan erat dengan akumulasi nitrat di lingkungan sekitar, air tanah, serta sayuran berdaun dan umbi-umbian. Konsumsi makanan yang mengandung nitrat tinggi telah berkontribusi terhadap nitrosasi endogen, yang dapat menyebabkan kondisi tiroid, berbagai jenis kanker pada manusia dan diabetes.

Sumber : [Ahmed, M., Rauf, M., Mukhtar, Z., & Saeed, N. A. \(2017\). Excessive use of nitrogenous fertilizers: an unawareness causing serious threats to environment and human health. \*Environmental Science and Pollution Research\*.](#)

Berdasarkan wacana tersebut, jawablah pertanyaan berikut:

- a. Pada peruraian sempurna 10 ml suatu oksida nitrogen ( $\text{N}_x\text{O}_y$ ) yang berupa gas dihasilkan 20 ml nitrogen dioksida ( $\text{NO}_2$ ) dan 5 ml oksigen ( $\text{O}_2$ )

pada suhu dan tekanan yang sama tentukan rumus molekul oksida nitrogen tersebut !

- b. Berdasarkan bacaan diatas, berikan 2 solusi Anda untuk mengurangi dampak penggunaan pupuk nitrogen berlebih dalam pertanian !

#SELAMAT MENGERJAKAN#

**Lampiran 14.** Kunci Jawaban dan Rubrik Skor Soal Setelah Uji Coba

**Kunci Jawaban Dan Rubrik Penskoran Soal Tes Berpikir Kritis**

No soal	Kunci jawaban	Butir Skor	Indikator skor
1a	Karena Riri dan Deni melakukan dua percobaan dengan keadaan yang berbeda, pertama mereka melakukan percobaan dengan keadaan tertutup sehingga dimungkinkan semua zat yang bereaksi akan tetap berada dalam wadah botol sehingga saat ditimbang terlihat jumlah total asam cuka seberat 4,5 gram dan soda kue 6,8 gram akan menghasilkan jumlah total campuran sebesar 11,3 gram, sedangkan percobaan yang kedua dengan keadaan tanpa ditutup balon dimungkinkan zat yang dihasilkan dari proses reaksi keluar dari botol sehingga jumlah total massa campuran antara cuka dengan soda kue berkurang serta zat yang keluar dari botol dapat dibuktikan dengan mengembangnya balon pada percobaan sebelumnya yang menandakan bahwa ada zat yang keluar dari botol dan memenuhi balon. Reaksi antara air cuka dengan baking soda akan menghasilkan gas karbondioksida (CO <sub>2</sub> )	4	Peserta didik benar menjawab serta penjelasan alasan banyak dikaitkan dengan wacana teks pada soal seperti alasan balon bisa mengembang, massa berbeda, angka massa pada wacana teks.
		3	Peserta didik dapat menjawab alasan namun penjelasan masih terdapat kekurangan masih terdapat kekurangan seperti dalam mengaitkan dengan teks

	<p><math>\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2</math></p> <p>Gas <math>\text{CO}_2</math> tersebut akan mengalir keluar botol karena pada mulut botol telah terpasang balon maka gas <math>\text{CO}_2</math> tersebut akan masuk kebotol dan membuat balon mengembang</p>		<p>wacana pada soal “karena dua percobaan yang telah dilakukan berbeda satu ditutup dengan balon dan satunya tidak ditutup dengan balon terbukti dengan massa yang berbeda serta dibuktikan dengan balon yang mengembang”.</p>
		2	<p>Peserta didik benar menjawab namun penjelasan jawaban masih terbatas atau masih kurang contoh jawaban seperti berikut “ karena dua percobaan yang telah dilakukan berbeda satu ditutup dengan balon dan satunya tidak ditutup dengan balon terbukti dengan massa yang berbeda “</p>

		1	Peserta didik dapat menjawab namun tidak tepat
		0	Peserta didik tidak memberikan jawaban
1b	Percobaan yang dilakukan oleh adi dan andi merupakan pembuktian dari hukum kekekalan massa (lavoisier) yang berbunyi “ Dalam suatu reaksi tertutup, massa zat sebelum dan sesudah reaksi adalah sama ” hal ini dibuktikan dengan percobaan yang mencoba mereaksikan soda kue dengan cuka dalam botol yang ditutup dengan balon setelah itu ditimbang menghasilkan jumlah massa campuran yang merupakan total jumlah dari massa cuka dengan soda kue.	4	Peserta didik Dapat menjelaskan dan memberikan kesimpulan dengan tepat sesuai hukum Lavoisier
		3	Peserta didik dapat menjelaskan dan memberikan kesimpulan namun kurang tepat
		2	Peserta didik dapat membuat kesimpulan namun tidak memberikan penjelasan

				1	Peserta didik Dapat menjawab namun tidak tepat	
				0	Peserta didik tidak memberikan jawaban	
2				4	Peserta didik dapat menjawab dengan benar perbandingan massa masing-masing garam dan membuktikan hukum proust sesuai kunci jawaban	
	Jenis Garam (NaCl)	Massa Natrium (Na) (gram)	Massa Klorin(Cl) (gram)	Massa Na:Cl	3	Peserta didik dapat menjawab perbandingan massa masing-masing garam dengan benar tetapi tidak ada pembuktian hukum proust
	Indramayu	0,786	1,214	$\frac{0,786}{0,786} : \frac{1,214}{0,786}$ = 1: 1,54		
	Madura	0,59	0,91		2	Peserta didik menjawab massa masing-masing garam

				$\frac{0,59}{0,59} : \frac{0,91}{0,59}$ $= 1:1,54$		kurang tepat dan tidak ada pembuktian hukum proust
	Impor	0,983	1,517	$\frac{0,983}{0,983} : \frac{1,517}{0,983}$ $=1:1,54$	1	Peserta didik dapat menjawab soal namun tidak tepat
	<p>Terbukti bahwa perbandingan Natrium (Na) dan Klorin (Cl) adalah tetap yakni sebesar <b>1:1,54</b>          Sesuai bunyi hukum proust yaitu "suatu senyawa kimia terdiri dari unsur-unsur penyusun dengan perbandingan massa yang selalu tetap sama".</p>				0	Peserta didik tidak memberikan jawaban
3a	Persamaan reaksi setara : $2C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{(g)}$				4	Peserta didik dapat menjawab soal benar menuliskan reaksi dengan tepat

		3	Peserta didik dapat menjawab soal benar menuliskan reaksi cukup tepat
		2	Peserta didik dapat menjawab soal benar menuliskan reaksi namun kurang tepat
		1	Peserta didik dapat menjawab namun tidak tepat
		0	Peserta didik tidak memberikan jawaban
3b	Pada soal diketahui massa, jika diasumsikan massa sebelum reaksi dan sesudah reaksi adalah sama maka : <p style="margin-left: 40px;">massa C + O<sub>2</sub> yang bereaksi = massa CO yang dihasilkan diketahui dalam tabel massa reaksi O<sub>2</sub> adalah 0 (habis bereaksi). Sehingga,</p>	4	Peserta didik dapat menjawab sesuai kunci jawaban, proses perhitungan dan jawaban benar dan lengkap dengan tepat
		3	Peserta didik dapat menjawab benar namun proses salah atau proses perhitungan benar namun

	<p>massa O<sub>2</sub> yang bereaksi = massa O<sub>2</sub> awal = 40 gram            massa C yang bereaksi = massa CO yang dihasilkan - massa O<sub>2</sub> yang bereaksi = 64 gram - 40 gram = 24 gram            massa C awal = massa C yang bereaksi + massa C sisa = 24 gram + 14 gram = <b>38 gram</b></p>		jawaban yang salah atau kosong.
		2	Peserta didik menjawab benar namun tidak disertai dengan proses perhitungan
		1	Peserta didik menjawab namun tidak tepat
		0	Peserta didik tidak memberikan jawaban
3c	<p>Pada penyelesaian soal b, didapatkan hasil massa zat sebelum reaksi dan setelah reaksi (massa produk + massa sisa) adalah sama. Maka dapat disimpulkan reaksi berlangsung pada sistem tertutup (tidak ada massa yang hilang). Sehingga dalam hal ini hukum dasar kimia yang berlaku yaitu hukum kekekalan massa / Lavoisier</p>	4	Peserta didik dapat menjawab soal benar dan memberikan penjelasan pembuktian berlakunya hukum Kekekalan massa berdasarkan kaitannya dengan soal yang disajikan dengan tepat
		3	Peserta didik dapat menjawab soal benar dan memberikan penjelasan pembuktian berlakunya

			hukum kekekalan massa berdasarkan kaitannya dengan soal yang disajikan dengan cukup tepat
		2	Peserta didik dapat menjawab soal benar namun masih terdapat kekurangan dalam penjelasan keterkaitan hukum kekekalan massa pada soal yang disajikan
		1	Peserta didik dapat menjawab soal namun penjelasan jawaban masih terbatas atau masih kurang
		0	Peserta didik dapat menjawab namun tidak ada penjelasan
4	Bukan senyawa yang sama Ya mendukung hukum perbandingan berganda	4	Peserta didik dapat menjawab soal benar sesuai kunci jawaban dengan tepat

	<p>Sesuai dengan bunyi hukum perbandingan berganda “ jika dua unsur dapat membentuk lebih dari satu senyawa dan jika massa salah satu unsur dibuat sama / tetap maka perbandingan massa lainnya bulat dan sederhana”</p> <p>Senyawa A : perbandingan massa C : massa O = 16,50 : 48,18 (Dibagi 4 )</p> <p>Senyawa B: perbandingan massa C : massa O = 8,24 : 12,14 ( Dibagi 2 )</p> <p>Dari kedua senyawa tersebut terlihat bahwa:            Perbandingan massa atom C senyawa 1 terhadap massa atom C senyawa 2 = 4 : 4 = 1 : 1            Perbandingan massa atom O pada senyawa 1 terhadap massa atom O senyawa 2 = 12 : 6 = 2 : 1 merupakan bilangan bulat dan sederhana</p>	3	Peserta didik dapat menjawab soal benar namun alasan cukup tepat
		2	Peserta didik dapat menjawab soal benar namun alasan kurang tepat
		1	Peserta didik dapat menjawab namun tidak tepat
		0	Peserta didik tidak memberikan jawaban
5a	<p>Agar pembakaran berlangsung sempurna reaksi yang dipilih adalah reaksi I. Hal ini sesuai yang dijelaskan pada wacana yaitu pembakaran dapat berlangsung sempurna atau tidaknya, ditentukan oleh perbandingan jumlah (volume) bensin (<math>C_8H_{18}</math>) dengan volume gas oksigen (<math>O_2</math>) semakin terbatas jumlah oksigen, semakin tidak sempurna</p>	4	Peserta didik dapat menjawab soal benar dengan alasan yang tepat
		3	Peserta didik dapat menjawab soal benar dengan alasan cukup tepat

	pembakaran yang terjadi, Pembakaran hidrokarbon sempurna dalam minyak bumi menghasilkan karbon dioksida dan uap udara. Oleh karena jumlah Oksigen pada reaksi I lebih banyak daripada reaksi II dan hasil pembakaran berupa karbon dioksida maka reaksi pembakaran sempurna terjadi pada reaksi I.	2	Peserta didik dapat menjawab soal benar namun alasan kurang tepat
		1	Peserta didik dapat menjawab namun tidak tepat
		0	Peserta didik tidak memberikan jawaban
5b	<p>Persamaan reaksi pembakaran sempurna isooktana</p> $2C_8H_{18}(g) + 25O_2(g) \rightarrow 16CO(g) + 18H_2O(g)$ <p>Diket : volume <math>O_2 = 50</math> liter</p> <p>Ditanya : Volume isooktana ?</p> <p>Jawab :</p> <p>Hukum perbandingan tetap : “pada P dan T yang sama, ketika gas-gas bereaksi maka akan memiliki perbandingan volume yang bulat dan sederhana atau pada P dan T sama perbandingan volume = perbandingan koefisien</p> <p>maka , <math>V_{C_8H_{18}} = \frac{\text{koefisien } C_8H_{18}}{\text{koefisien } O_2} \times \text{Volume } O_2</math></p> $V_{C_8H_{18}} = \frac{2}{25} \times 50 = 4 \text{ liter}$	4	Peserta didik dapat menjawab soal benar sesuai kunci jawaban dengan tepat
		3	Peserta didik dapat menjawab soal benar namun proses perhitungan cukup tepat
		2	Peserta didik dapat menjawab soal benar namun proses perhitungan kurang tepat
		1	Peserta didik dapat menjawab namun tidak tepat

		0	Peserta didik tidak memberikan jawaban
6	<p>Hukum Gay Lussac :            Perbandingan koefisien reaksi = perbandingan volume gas            Reaksi yang terjadi: <math>\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})</math> (setara)            Diket : Volume Nitrogen = 10 Liter            Ditanya : Volume Hidrogen dan Amonia ?            Jawab :</p> $\frac{\text{Volume N}_2}{\text{Volume H}_2} = \frac{\text{koefisien N}_2}{\text{koefisien H}_2}$ $\frac{10 \text{ L}}{\text{Volume H}_2} = \frac{1}{3}$ <p>Volume H<sub>2</sub> = 30 Liter</p> $\frac{\text{Volume N}_2}{\text{Volume NH}_3} = \frac{\text{koefisien N}_2}{\text{koefisien NH}_3}$ $\frac{10 \text{ L}}{\text{Volume NH}_3} = \frac{1}{2}$ <p>Volume NH<sub>3</sub> = 20 Liter</p>	4	Peserta didik dapat menjawab benar persamaan reaksi dengan tepat
		3	Peserta didik dapat menjawab soal benar namun proses perhitungan cukup tepat
		2	Peserta didik dapat menjawab soal benar namun proses perhitungan kurang tepat
		1	Peserta didik dapat menjawab namun tidak tepat

	Dari hasil perhitungan diatas didapatkan volume hidrogen sebanyak 30 liter dan volume amonia yang dihasilkan sebanyak 20 liter. Hasil tersebut tidak sesuai dengan pernyataan pada soal sehingga dapat disimpulkan pernyataan pada soal tidak tepat.	0	Peserta didik tidak memberikan jawaban
7a	<p>Diketahui:  Volume <math>N_xO_y = 10</math> ml (T, P)  Volume <math>NO_2 = 20</math> ml (T, P)  Volume <math>O = 5</math> ml (T, P)  Ditanya: Rumus molekul <math>N_xO_y</math>?  Jawab:  Persamaan reaksi yang terjadi adalah  <math display="block">N_xO_y \rightarrow NO_2 + O_2</math> Volume <math>10</math> ml : <math>20</math> ml : <math>5</math> ml = Koefisien <math>2 : 4 : 1</math>  Maka, persamaan reaksi setara menjadi:  <math display="block">2 NXOY \rightarrow 4 NO_2 + O_2</math> Jumlah N Kiri = kanan <math>2x = 1</math> maka <math>X = 2</math>  Jumlah O Kiri = kanan <math>2y = 8 + 2</math> maka <math>Y = 5</math>  Maka rumus molekul yang didapat adalah <math>N_xO_y = N_2O_5</math></p>	4	Peserta didik dapat menjawab soal benar dengan proses perhitungan yang tepat
		3	Peserta didik dapat menjawab soal benar dengan proses perhitungan cukup tepat
		2	Peserta didik dapat menjawab soal benar dengan dan proses perhitungan kurang tepat

		1	Peserta didik menjawab soal namun tidak tepat
		0	Peserta didik tidak memberikan jawaban
7b	<p>Beberapa saran agar mengurangi resiko pencemaran pupuk kimia yang mengandung nitrogen berlebihan sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pemilihan pupuk yang tepat: Petani dapat memilih pupuk yang sesuai dengan kebutuhan tanaman dan tanah mereka, sehingga mengurangi risiko penggunaan berlebihan.</li> <li>2. Penggunaan yang bijaksana: Petani harus mengikuti</li> </ol>	4	Peserta didik dapat menjawab soal dengan penyelesaian yang tepat
		3	Peserta didik dapat menjawab soal dengan penyelesaian cukup tepat

	pedoman yang tepat dalam penggunaan pupuk, termasuk dosis yang benar dan waktu yang sesuai.  3. Praktik pertanian berkelanjutan: Praktik pertanian berkelanjutan, seperti rotasi tanaman dan penggunaan pupuk organik, dapat membantu mengurangi pencemaran air tanah.	2	Peserta didik dapat menjawab soal dengan penyelesaian kurang tepat
		1	Peserta didik dapat menjawab soal namun penyelesaian tidak tepat
		0	Peserta didik tidak memberikan jawaban

## Lampiran 15. Contoh Hasil Pengisian LKPD

LKPD 1  
Hukum Kekekalan Massa (Lavoisier)

 **Orientasi Masalah**  
Kegiatan 1 : Perhatikanlah fenomena dibawah ini!

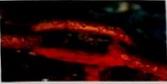
Fenomena 1



Upacara ngaben  
Sumber : lebi Indonesia.com

Ngaben adalah upacara pembakaran jenazah umat Hindu di Bali, yang merupakan suatu ritual yang dilaksanakan untuk mengembalikan roh leluhur ke tempat asalnya. Pada upacara ngaben terjadi reaksi kimia yaitu reaksi pembakaran. Reaksi pembakaran adalah reaksi suatu zat dengan oksigen dan ditandai dengan terbentuknya zat baru. Pada peristiwa Ngaben, setelah bereaksi maka akan terbentuk zat berupa abu. Abu hasil dari pembakaran jenazah tidak dapat berubah kembali menjadi semula karena telah menjadi suatu zat yang baru. Ngaben seringkali dilakukan di tempat yang terbuka, maka abu yang terbentuk sebagian akan terbawa oleh angin. Jika diukur maka massa setelah pembakaran akan lebih kecil dibandingkan sebelum pembakaran.

Fenomena 2



Rantai besi yang berkarat  
Sumber : kompasiana.com

Pernahkah Anda memperhatikan rantai besi yang dibiarkan di udara terbuka, dan pada suatu waktu kita akan menemukan, bahwa besi itu telah berubah menjadi karat besi. Jika kita timbang massa besi sebelum berkarat dengan karat besi yang dihasilkan, ternyata massa karat besi lebih besar.

LKPD 1  
Hukum Kekekalan Massa (Lavoisier)

Dari beberapa fenomena diatas jawablah pertanyaan berikut !

- Berdasarkan fenomena 1, pernahkah terpikirkan oleh kalian bagaimana massa benda setelah pembakaran jika pembakaran dilakukan di ruang tertutup ? apakah sama atau justru berbeda ? jelaskan!
- Berdasarkan fenomena 2, Apakah massa besi sebelum berkarat sama dengan massa besi setelah berkarat ? jika berbeda, lebih besar yang mana ?
- Jika massa besi berkarat bertambah, apakah penyebabnya ?
- Apakah dalam hal ini berlaku hukum lavoisier ? berikan penjelasanmu !

 **Memilih topik dan mengatur ke dalam kelompok**

Kegiatan 2 : Ayo berkolaborasi !

Untuk mengetahui penyelesaian masalah tersebut, kamu akan melakukan investigasi mengenai hukum kekekalan massa secara kolaborasi. Maka bergabunglah dengan kelompok yang sudah ditentukan oleh guru dengan mengatur posisi yang membuatmu nyaman untuk belajar.

Kegiatan 3 : Identifikasi topik

Bacalah bahan ajar yang telah disediakan terkait hukum kekekalan massa (lavoisier) dibawah ini sebelum lanjut pada kegiatan berikutnya !




 **Memimbing Investigasi**

Kegiatan 4 : Lakukan investigasi sesuai tabel berikut !



Hukum dasar yang di investigasikan	Kegiatan investigasi																				
Hukum Kekekalan Massa (Lavoisier)	Jawablah pertanyaan masalah pada kegiatan 1																				
	<p>Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Apa bunyi hukum kekekalan massa ?</li> <li>2. Bagaimana percobaan yang dilakukan oleh Lavoisier dalam merumuskan hukum kekekalan massa ?</li> <li>3. Berikanlah contoh peristiwa hukum kekekalan massa dalam kehidupan sehari-hari selain dari fenomena kegiatan 1 ?</li> <li>4. Perhatikan tabel reaksi antara tembaga dan belerang (sulfur) yang menghasilkan tembaga (II) sulfida. Berdasarkan hukum kekekalan massa. Lengkapi tabel dan tulis persamaan reaksinya !</li> </ol> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No</th> <th>Massa Tembaga (gram)</th> <th>Massa Belerang (gram)</th> <th>Massa Tembaga (II) Sulfida (gram)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,24</td> <td>0,15</td> <td>0,39</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,30</td> <td>0,20</td> <td>0,50</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,40</td> <td>0,25</td> <td>0,65</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0,60</td> <td>0,40</td> <td>1,00</td> </tr> </tbody> </table> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Serbuk magnesium yang massanya 3 gram, tepat habis bereaksi dengan sejumlah serbuk belerang menghasilkan senyawa magnesium sulfida yang massanya 7 gram. Berapa massa serbuk belerang yang telah bereaksi ?</li> </ol>	No	Massa Tembaga (gram)	Massa Belerang (gram)	Massa Tembaga (II) Sulfida (gram)	1	0,24	0,15	0,39	2	0,30	0,20	0,50	3	0,40	0,25	0,65	4	0,60	0,40	1,00
No	Massa Tembaga (gram)	Massa Belerang (gram)	Massa Tembaga (II) Sulfida (gram)																		
1	0,24	0,15	0,39																		
2	0,30	0,20	0,50																		
3	0,40	0,25	0,65																		
4	0,60	0,40	1,00																		

 Melakukan analisis data dan sintesis

Kegiatan 5 : menghubungkan masalah dengan sumber bacaan !  
Coba kalian diskusikan terkait hukum kekekalan massa yang dilakukan oleh Lavoisier lalu sajikanlah jawaban kalian dengan diskusi bersama kelompokmu dengan bantuan sumber bacaan yang relevan

**Hasil Investigasi**

**Kegiatan 1**

1. Cobalah dengan hukum kekekalan massa, jika dilakukan pembakaran dengan H<sub>2</sub> maka massa jumlah H<sub>2</sub> dan sebelum maka sama dengan jumlah massa gas setelah reaksi.




2. Lebih berat yang berkarat
3. Karena besi yang berkarat merupakan hasil reaksi dimana logam besi bersenyawa dengan oksigen di udara dan menjadi karat
4. Ya, dalam fenomena 1 dan 2 terjadi hukum Lavoisier karena massa awal = massa akhir jika tertutup

**Jawaban pertanyaan investigasi**

1. Dalam sistem tertutup marso saat sebelum dan sesudah reaksi adalah sama.
2. Pada tahun 1773, Lavoisier memahatkan 530 gram logam merkuri dalam wadah tertutup udara dalam silinder ukur pada sistem tertutup. Udara dalam wadah tersebut berkarat 1/2 bagian sehingga logam merkuri berubah menjadi oksida merkuri dengan marso 522,7 gram. Besarnya tekanan marso ternyata sama dengan 1/2 bagian udara yang hilang.

 **Presentasi hasil investigasi**

Kegiatan 6 : Sepakati bersama kelompokmu mengenai susunan penyajian. Setiap kelompok mempresentasikan hasil kerjanya, kelompok lain memberikan saran pertanyaan

 **Evaluasi dan penguatan konsep**

Kegiatan 7 : Ayoo periksa apakah jawabanmu sudah benar !  
Setelah presentasi, dengarkan penjelasan dan penguatan konsep oleh guru

Kegiatan 8 : Ayoo tulis kontribusimu  
Tuliskan dengan jujur kontribusi setiap anggota kelompok selama proses pengerjaan LKPD



3.) Kapur barus  
 ↳ Saat mengalirakan kapur barus terjadi proses sublimasi yaitu perubahan kapur barus yang semula padat menjadi gas. Makna kapur barus dalam keadaan padat dan gas tetap tidak berubah. Jadi, hanya berubah bentuk (warna) maka massa awal tetap tidak berubah.  
 Contoh lainnya: Gula yang sedang menyala, kayu dibakar, air yang tanah yang mengering, dan besi yang berkarat.

4.) Reaksi yang terjadi:  $Cu(s) + S(s) \rightarrow CuS$

No	massa tembaga (g)	massa belerang (g)	massa tembaga sulfida
1.	0,24	0,36	0,56
2.	0,40	0,16	0,48
3.	0,40	0,20	0,60
4.	0,60	0,40	!

Urut mencari massa yang belum diketahui dapat mengikuti Hukum kekekalan massa:  
 massa sebelum (reaktan) = massa sesudah (produk)

pd Percobaan 1  $\rightarrow$  massa tembaga + m. belerang = massa tembaga sulfida.  
 $= 0,24 + m \text{ belerang} = 0,56$   
 $m \text{ belerang} = 0,56 - 0,24 = 0,32$

Percobaan II:  $0,30 + 0,18 = 0,48$   
 Percobaan III:  $0,60 - 0,20 = 0,40$   
 $\bar{w} = 0,60 + 0,40 = 1$

5.) Diket:  $m_g = 3 \text{ gram}$   
 $m_{s_2} = 7 \text{ gram}$   
 Ditanya: massa s yang bereaksi?  
 Perz reaksi:  
 $Mg(s) + S(s) \rightarrow MgS(s)$   
 $3 \text{ gram} \quad \dots \quad 7 \text{ gram}$   
 sesuai stoikiometri  
 $Z \text{ massa reaktan} = Z \text{ massa produk}$   
 maka massa s yang bereaksi  $\rightarrow$  massa  $MgS$  - massa  $Mg$   
 $= 7 \text{ gram} - 3 \text{ gram} = 4 \text{ gram}$



Nama anggota kelompok	Kontribusi
1. Andreu Timothy	mencari informasi
2. Dany Ayu Sari	mencari informasi
3. Dany Ayu Sari	mencari informasi kegiatan 1
4. M. Hany Fauziah	mencari informasi
5. M. Rizki Nurrahman	mencari informasi
6. Naam Jazefhane	membuat infografis
7. Nurul Wada	menulis LK.PP

Kegiatan 9: Ayo kerjakan!  
 Setiap anggota kelompok membuat kesimpulan dan point-point penting atas informasi yang diperoleh!

Hukum Dasar Kimia	Kesimpulan
Hukum Lavoisier	massa total zat sebelum reaksi sama dengan massa total zat setelah reaksi
Hukum Proust	ukuran seimbang kimia terdiri dari unsur-unsur dengan perbandingan massa yang selalu tetap sama
Hukum Dalton	jika 1 unsur pembentuk telah dan 1 senyawa dan jika massa salah satu unsur penyusunnya tetap
Hukum Gay-Lussac	sejumlah gas yang direaksikan dengan volume sebanding akan tetap akan bertanding unsur dengan nilai rasionya
Hipotesis Avogadro	massa dan volume gas ideal tertentu, volume sebanding dengan jumlah (mol) gas tersebut jika diukur pada suhu dan tekanan konstan.

Kegiatan 10: Setiap anggota kelompok kerjakan refleksi dibawah ini yaa!




## Lampiran 16. Contoh Jawaban Soal Berpikir Kritis

Jessica Faustina Kamayaya  
X-5  
Date 30-04-2024

1. a. Karena ketika asam cuka dan soda kue direaksikan dalam keadaan tertutup massanya akan lebih berat dibandingkan ketika asam cuka dan soda kue direaksikan dalam keadaan terbuka, karena gas yang dihasilkan keluar dari botol tersebut.

b. Hukum yang terdapat pada percobaan diatas menggunakan hukum Lavoisier. Karena hukum Lavoisier ini adalah hukum yang membahas tentang hukum kekekalan massa. Dimana jika dilakukan dalam keadaan tertutup akan memiliki hasil yang sama dan sempurna. Dan akan memiliki hasil yang berbeda ketika percobaan menggunakan soda kue dan asam cuka dilakukan dalam keadaan terbuka. Hal ini terbukti saat setelah ditimbang dan hasilnya menyatakan bahwa percobaan yang dilakukan ketika dalam keadaan tertutup lebih berat (11,3 gram) dibandingkan dalam keadaan terbuka (9 gram).

2. Indramayu = 0,786 : 1,214  
1 : 1,54

Madura = 0,59 : 0,81  
1 : 1,54

Tempor = 0,983 : 1,577  
1 : 1,54

Hukum Proust pada perbandingan ini terbukti. Karena pada setiap perbandingan di wilayah tersebut memiliki hasil yang sama dan tetap.

TARA BHAKTI MAKMUR

3. a. Persamaan reaksi kimia sebarangnya:  
 $C + O_2 \rightarrow CO$   
 $aC + bO_2 \rightarrow cCO$

\* C  $\rightarrow$  jika a = 1  
\* O  $\rightarrow$  jika 2b = 1  
maka b =  $\frac{1}{2}$  (2 dari angka indeks O)

reaksi setara  
 $C + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow CO$  x2  
hasilnya =  $2C + O_2 \rightarrow 2CO$

b. Massa C yang bereaksi = CO dihasilkan - O<sub>2</sub> yang direaksikan  
= 64 - 40  
= 24 gram

Massa C awal = massa C yang bereaksi + massa C sisa  
= 24 + 14  
= 38 gram

Maka massa mula-mula padatan karbon (C) adalah 38 gram

c. Ya, karena hasil massa zat setelah bereaksi dengan massa sebelum bereaksi adalah sama

4. Kedua sampel merupakan senyawa yang berbeda

Karena massa C dibuat sama maka massa O di jadikan perbandingan yang bulat dan sederhana.

16,50 : 48,18  
8,24 : 12,14

Jadi dari data tersebut sudah memenuhi hukum perbandingan ganda.

TARA BHAKTI MAKMUR

No. \_\_\_\_\_  
Date \_\_\_\_\_

5) a. Pembakaran yang sempurna terdapat pada nomor I. Karena jumlah setiap unsur sudah sama dan seimbang, kemudian jumlah oksigen lebih banyak dari persamaan yang no II.

b.  $2C_8H_{18} + 25O_2 \rightarrow 16CO_2 + 18H_2O$

2 : 25  
jika  $O_2$  memerlukan 50 L

$$\text{maka} = \frac{50}{25} = 2$$

$2 \times 2 = 4$  liter isoktana

6)  $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$  gay lussac = V = koef

1 : 3 : 2  
↳  $N_2$  sebanyak 10 liter  
maka volume hidrogen salah karena seharusnya 30 L hidrogen sementara volume amoniak sudah benar yaitu 20 L amoniak.

Kesimpulan = Volume hidrogen disalah salah karena seharusnya memiliki 30 L hidrogen. Dan hasil volume amoniak adalah 20 L dan volume Nitrogen adalah 10 liter.

7) a.  $10N_2O_5 \rightarrow 20NO_2 + 5O_2$  : 5

$2N_2O_5 \rightarrow 4NO_2 + O_2$

N = 2x	N = 4
O = 2y	O = 10 → (4x2 + 2)

2x = 4	2y = 10
x = 2	y = 5

Rumus molekul oksida nitrogen tersebut adalah  $N_2O_5$

TIARA BHAKTI MAKMUR

No. \_\_\_\_\_  
Date \_\_\_\_\_

b. Solusi :

- mengurangi Penerapan pupuk nitrogen yang berlebihan pada bidang pertanian
- Mengganti pupuk Nitrogen dengan Pupuk Kompos, Pupuk hayati, pupuk hijau, dan Pupuk mikroba untuk Pertanian agar tidak menimbulkan ancaman bagi lingkungan dan kesehatan manusia.

**Lampiran 17.** Daftar Nama Peserta Didik Eksperimen Kontrol

No	X-5	X-6
1	ALIVIA AYU FASYA	ADITYA PUTRA RAMAINA
2	ANDREW TIMOTHY	AGLIN NATASYA SHAFIRA
3	ANNISA NUR SAGITA	AGRI RHANIA PRADISTY
4	CINDI KRATON	AILSA SYAMSIYAH RAHMAH
5	DESSY AYUSARI	AKHMAD FAHRI HAWARI
6	FAKHRI RAMADHANY	ALIMAH
7	FAUZAN ZIDANE PRATAMA	ALVIRA NIDAR
8	HARI TRI WIANSAH	ANANDA SALSABILA
9	INKA NASYA MILADIYAH	ANINDA HANIFA
10	IZYAN GUNOV ALTHAF	ANISA WIJAYA
11	JENIFERCEN	ARYASATYA WISTARA NATHA
12	JERICO CHRISTIAN ANABEL	ATALYA ASYER
13	JESSICA FAUSTINA KAMAJAYA	BINTANG GILANG FITER RAMADHAN
14	KARTIKA WINDY	CHELSEA NARCISS FISSICELLA
15	KEVIN DIAN CANDRA	DEDES NURUL PARASATI
16	KIREI YUKI PUTRI	DEVI AFIFAH PUJI LESTARI
17	LUNA AZKAH GUSTIANA RAMADHANI	GHINAYA DEWI IVANTY
18	MUHAMAD SULAIMAN	HAFIS RURIANTO
19	MUHAMMAD DANY FADILAH	JOVANKA FELICIA SALIM
20	MUHAMMAD FAREL SYAHTIAWAN	KALEB EMMANUEL RAMOTI SARAGIH

21	MUHAMMAD GILANG RAMADHAN	LINTANG AYU SRI RHAMA
22	MUHAMMAD HABIBURRAHMAN GAMGULU	MEILINA NAURAH AZMI
23	NADIEN JOSEPHINE	MUHAMMAD IDRIS ASY SYAFI
24	NAZHMI AZIZ ALBANI	MUHAMMAD RAFASYA EKMAL
25	NAZMAH MUSLIMAH	MUHAMMAD ZAKY ABDURRAHMAN
26	NOVITA KHAERANI	NURUL CHUSNUL KHOTIMAH
27	NURUL WIDA	RAIHAN RASYA AFRIAN
28	OKTOVIANA MUJIYATI	RAFA SETO FADHILAH
29	RIEFKY FERDYANSAH	RASYA FADILA
30	SAFA AYL RAMADHANI	RIDWAN SYAH
31	SATRIYO MUHAMADTASIMIN	SATRIA ARYA WARDHANA
32	WANDA DWI AMELIA	SHEREN CALYA AURELLIA
33	YOGA JURDAN UBAIDILLAH	SITI FADILAH FADIL
34	M. ARSYA PALGUNASCHRI	SITI RAHMAWATI

**Lampiran 18.** Data Hasil Belajar Eksperimen dan Kontrol

KODE SISWA	Kelas eksperimen (PBL-GI)		Kelas Kontrol (Konvensional)	
	<i>Prettes</i>	<i>Posttes</i>	<i>Prettes</i>	<i>Posttes</i>
1	37	50	13	33
2	23	92	17	31
3	13	54	33	54
4	10	40	37	46
5	13	56	15	31
6	15	40	23	27
7	19	77	13	48
8	23	46	29	50
9	19	40	27	60
10	19	83	14	54
11	15	40	35	92
12	23	67	25	88
13	17	92	10	23
14	29	52	21	67
15	17	40	19	31
16	31	63	25	50
17	17	60	33	48
18	25	69	15	17
19	33	83	33	77
20	25	52	17	67
21	31	60	8	38
22	33	58	33	90
23	21	88	15	19
24	10	60	19	19
25	33	50	17	60
26	25	48	10	23
27	25	42	21	42
28	23	79	27	42
29	8	73	31	85
30	27	50	21	25
31	21	35	15	50
32	23	65	31	71
33	35	58	15	33
34	37	81	19	42

**Lampiran 19.** Hasil Uji Normalitas

		<b>Tests of Normality</b>					
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
Kelas		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Keterampilan Berpikir Kritis	Pre-tes Eksperimen (PBL-GI)	.097	34	.200*	.970	34	.470
	Post-tes Eksperimen (PBL-GI)	.120	34	.200*	.940	34	.061
	Pre-tes Kontrol (Konvensional)	.127	34	.183	.943	34	.074
	Post-tes Kontrol (Konvensional)	.111	34	.200*	.942	34	.070

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

## Lampiran 20. Hasil Uji Homogenitas

Pretes

### Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Keterampilan Berpikir Kritis	Based on Mean	.373	1	66	.543
	Based on Median	.246	1	66	.621
	Based on Median and with adjusted df	.246	1	65.967	.621
	Based on trimmed mean	.351	1	66	.556

Posttes

### Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
keterampilan berpikir kritis	Based on Mean	1.936	1	66	.169
	Based on Median	2.000	1	66	.162
	Based on Median and with adjusted df	2.000	1	61.594	.162
	Based on trimmed mean	1.962	1	66	.166

**Lampiran 21.** Hasil Uji T-tes

		<b>Independent Samples Test</b>								
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	<b>Sig. (2-tailed)</b>	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
keterampilan berpikir kritis	Equal variances assumed	1.936	.169	2.575	66	.012	12.059	4.684	2.707	21.411
	Equal variances not assumed			2.575	61.779	.012	12.059	4.684	2.695	21.423

**Lampiran 22.** Hasil Uji N-Gain

Descriptives					
	Kelas			Statistic	Std. Error
NGain_skor	eksperimen	<b>Mean</b>		.4798	.03687
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	.4048	
			Upper Bound	.5548	
		5% Trimmed Mean		.4725	
		Median		.4420	
		Variance		.046	
		Std. Deviation		.21497	
		Minimum		.18	
		Maximum		.90	
		Range		.73	
		Interquartile Range		.40	
		Skewness		.534	.403
		Kurtosis		-.935	.788

	Kontrol	<b>Mean</b>	.3476	.04318	
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	.2598	
			Upper Bound	.4355	
		5% Trimmed Mean	.3376		
		Median	.2899		
		Variance	.063		
		Std. Deviation	.25177		
		Minimum	.00		
		Maximum	.88		
		Range	.88		
		Interquartile Range	.39		
		Skewness	.703	.403	
		Kurtosis	-.431	.788	

## Lampiran 23. Surat Permohonan Izin Riset



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**  
Alamat: Jl.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang 50185  
E-mail: [fst@walisongo.ac.id](mailto:fst@walisongo.ac.id), Web : <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.1374/Un.10.8/K/SP.01.08/02/2024 27 Februari 2024  
Lamp : Proposal Skripsi  
Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.  
Kepala Sekolah SMA Negeri 80 Jakarta  
di tempat

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

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

Nama : Zaenab Auliyah Rohmah  
NIM : 2008076028  
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Kimia  
Judul Penelitian : Efektivitas Model Pembelajaran Kimia *Problem Based Learning* dipadu *Group Investigation* (PBL- GI) Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa.

Dosen Pembimbing : Julia Mardhiya M.Pd

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut Meminta ijin melaksanakan Riset di Sekolah yang Bapak/ibu pimpin .yang akan dilaksanakan tanggal 4 Maret – 30 April 2024.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*



M. Kharis, SH, M.H  
NIP. 19691017 199403 1 002

Tembusan Yth.

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

## Lampiran 24. Surat Keterangan Selesai Penelitian



**SEKOLAH MENENGAH ATAS NEGERI 80 JAKARTA**  
DINAS PENDIDIKAN  
PEMERINTAH PROVINSI DAERAH KHUSUS IBUKOTA JAKARTA

SURAT KETERANGAN  
NOMOR 415 TAHUN 2024

TENTANG  
KEGIATAN PENELITIAN TERKAIT PENULISAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Satya Winarah  
NIP/NRK : 196705251991032010 / 139860  
Pangkat/Gol : Pembina Tingkat I (IV/b)  
Jabatan : Kepala Sekolah  
NPSN : 20100780

Dengan ini menerangkan bahwa

Nama : Zaenab Auliya Rohmah  
NIM : 2008076028  
Fakultas : Sains dan Teknologi / Pendidikan Kimia  
Asal : Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang  
Dosen Pembimbing : Julia Mardhiya, M.Pd

Telah melaksanakan kegiatan mengenai penelitian skripsi dengan judul "Efektivitas Model Pembelajaran Kimia *Problem Based Learning* dipandu Grup Investigation (PBL-GI) terhadap keterampilan Berpikir Kritis Siswa". Pelaksanaan kegiatan penelitian pada tanggal 4 Maret sampai dengan 30 April 2024, bertempat di SMA Negeri 80 Jakarta.

Keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 28 Mei 2024  
Kepala SMA Negeri 80 Jakarta  
  
Satya Winarah  
NIP. 196705251991032010

Tembusan:

1. Wakil Kepala Sekolah Bidang Kurikulum SMA Negeri 80 Jakarta

**Lampiran 25. Dokumentasi Penelitian**

**Lampiran 26****RIWAYAT HIDUP****A. Identitas Diri**

Nama Lengkap : Zaenab Auliya Rohmah  
Tempat Tanggal Lahir : Tegal, 18 Oktober 2001  
Alamat Rumah : Jl. Ancol Selatan 05 /02 No.18b  
No.Hp : 085776869822  
Email : [zaenab1810201@gmail.com](mailto:zaenab1810201@gmail.com)

**B. Riwayat Pendidikan**

- a. TK M.Hasfi (Tahun 2007-2008)
- b. SDN Sunter Agung 13 (Tahun 2008-2014)
- c. SMPN 34 Jakarta (Tahun 2014-2017)
- d. SMAN 80 Jakarta (Tahun 2017-2020)
- e. UIN Walisongo Semarang (Tahun 2020-Sekarang)