

EFEKTIVITAS MODEL *PROBLEM BASED LEARNING-GROUP INVESTIGATION* (PBL-GI) TERHADAP KEMAMPUAN LITERASI SAINS PESERTA DIDIK PADA MATERI KESETIMBANGAN KIMIA

SKRIPSI

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



Oleh :

MUTMAINNAH

NIM : 2008076071

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

2024

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Mutmainnah

NIM : 2008076071

Jurusan : Pendidikan Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**EFEKTIVITAS MODEL *PROBLEM BASED LEARNING-GROUP*
INVESTIGATION (PBL-GI) TERHADAP KEMAMPUAN
LITERASI SAINS PESERTA DIDIK PADA MATERI
KESETIMBANGAN KIMIA**

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

Semarang, 12 Juni 2024

Pembuat Pernyataan,



Mutmainnah

PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang
Telp.024-7601295 Fax.7615389

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Efektivitas Model *Problem Based Learning-Group Investigation*
(PBL-GI) Terhadap Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik pada
Materi Kesetimbangan Kimia

Penulis : **Mutmainnah**

NIM : 2008076071

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

Semarang, 27 Juni 2024

DEWAN PENGUJI

PENGUJI I/ Ketua Sidang

PENGUJI II/ Sekretaris Sidang

Deni Ebit Nugroho, S.Si., M.Pd
NIP. 198507202019031007

Nana Misrochah, S.Si., M.Pd
NIP. 198608282019032009

PENGUJI III

PENGUJI IV



Mufidah, S.Ag., M.Pd
NIP. 196907071997032001

Lenni Khotimah Harahap, M.Pd
NIP. 199212202019032019

Pembimbing I

Pembimbing II

Julia Mardhiya, M.Pd
NIP. 199310202019032014

Deni Ebit Nugroho, S.Si., M.Pd
NIP. 198507202019031007

NOTA DINAS

Semarang, 12 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 *Problem Based Learning-Group Investigation* (PBL-GI) Terhadap Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik pada Materi Kesetimbangan Kimia

Nama : Mutmainnah

NIM : 2008076071

Jurusan : Pendidikan Kimia

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

Wassalamu'alaikum. wr. wb

Pembimbing I



Julia Mardhiya, M.Pd

NIP. 199310202019032014

NOTA DINAS

Semarang, 12 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 *Problem Based Learning-Group Investigation* (PBL-GI) Terhadap Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik pada Materi Kesetimbangan Kimia

Nama : Mutmainnah

NIM : 2008076071

Jurusan : Pendidikan Kimia

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

Wassalamu'alaikum. wr. wb

Pembimbing II



Deni Ebit Nugroho, S.Si, M.Pd
NIP. 198507202019031007

ABSTRAK

Judul : Efektivitas Model *Problem Based Learning-Group Investigation* (PBL-GI) Terhadap Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik pada Materi Keseimbangan Kimia

Nama : Mutmainnah

NIM : 2008076071

Literasi sains merupakan kemampuan yang harus dimiliki peserta didik untuk membantu memecahkan masalah dengan konsep ilmiah. Rendahnya literasi sains disebabkan beberapa faktor diantaranya bahan ajar dan model pembelajaran yang tidak melibatkan peserta didik secara langsung. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas model *Problem Based Learning-Group Investigation* (PBL-GI) terhadap kemampuan literasi sains peserta didik pada materi keseimbangan kimia. Metode yang digunakan adalah *quasi eksperiment* dengan desain penelitian *nonequivalent control group design*. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *cluster random sampling*. Teknik pengumpulan data menggunakan tes dan non tes. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa model *Problem Based Learning-Group Investigation* (PBL-GI) efektif terhadap kemampuan literasi sains peserta didik. Hal ini dibuktikan melalui data hasil uji hipotesis $t_{hitung} = 4,824 > t_{tabel} = 1,669$ serta hasil uji N-gain kelas eksperimen (0,6487) lebih tinggi daripada kelas kontrol (0,5064). Artinya H_a diterima atau model *Problem Based Learning-Group Investigation* (PBL-GI) efektif terhadap kemampuan literasi sains peserta didik.

Kata kunci: kemampuan literasi sains, keseimbangan kimia, model PBL-GI

TRANSLITERASI ARAB LATIN

Penulisan transliterasi huruf-huruf Arab Latin dalam skripsi ini berpedoman pada SKB Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI. Nomor: 158/1987 dan Nomor: 054/U/1987. Penyimpanan penulisan kata sandang (al-) disengaja secara konsisten seupaya sesuai teks Arabnya.

ا	A	ط	t}
ب	B	ظ	z}
ت	T	ع	'
ث	s/	غ	g
ج	J	ف	f
ح	h}	ق	q
خ	kh	ك	k
د	D	ل	l
ذ	z/	م	m
ر	R	ن	n
ز	Z	و	w
س	S	ه	h
ش	sy	ء	'
ص	s}	ي	y
ض	d}		

Bacaan Madd:

a > = a panjang

i > = i panjang

u > = u panjang

Bacaan Diftong:

au = أُو

ai = أَيْ

iy = أَي

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirobbil'alaamin. Puji syukur tucurahkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan taufik, hidayah, dan rahmat-Nya, sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Efektivitas Model *Problem Based Learning-Group Investigation* (PBL-GI) Terhadap Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik Pada Materi Kesetimbangan Kimia” dengan baik dan lancar. Shalawat dan salam senantiasa tucurahkan kepada Nabi Muhammad SAW dengan harapan semoga mendapatkan syafa'at beliau di hari kiamat nanti. Kesempatan kali ini, perkenankanlah peneliti mengucapkan terima kasih dan jazakumullah khairan katsiran kepada semua pihak yang telah membantu, baik dalam penelitian maupun penyusunan skripsi ini. Ucapan terima kasih ini peneliti sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. Nizar, M.Ag selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Prof. Dr. H. Musahadi, M.Ag selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
3. Wirda Udaibah, M.Si selaku Ketua Program Studi Pendidikan Kimia UIN Walisongo Semarang yang telah memberikan izin menggunakan judul penelitian ini.

4. Teguh Wibowo, M.Pd selaku Sekretaris Program Studi Pendidikan Kimia UIN Walisongo Semarang.
5. Julia Mardhiya, M.Pd dan Deni Ebit Nugroho, S.Si, M.Pd selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan dan arahan selama proses penyusunan skripsi.
6. Ulfa Lutfianasari, M.Pd selaku dosen wali yang selalu memberikan nasihat, masukan, serta dukungan kepada penulis.
7. Segenap dosen, pegawai, serta civitas akademik di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan kepada penulis selama perkuliahan.
8. Tanti Widyastuti, S.Pd selaku guru mata pelajaran kimia SMAN 1 Kendal yang telah memberikan waktu serta arahan ketika penelitian.
9. Kedua orang tua & adik saya yang selalu memberikan nasehat, dukungan yang tulus dan ikhlas serta doa dalam setiap langkah hingga penulis mampu menyelesaikan kuliah serta skripsi ini dengan baik.
10. Sukma Yulia Dwi Cahyani, Ririn Nurfadila Hafid, Surya Darmayanti, Nadia Aulawia dan Fernandya Hadianti Rosyadi selaku sahabat yang selalu memberi semangat, motivasi, serta dukungan selama penyusunan skripsi.

11. Teman-teman Mahasiswa Pendidikan kimia angkatan 2020 terkhusus kelas D, teman-teman PLP SMAN 1 Kendal, dan keluarga KKN Reguler ke-81 Posko 10 yang telah memberikan dukungan dan kenangan yang indah selama menuntut ilmu.
12. Peserta didik kelas XI A dan XI B SMAN 1 Kendal yang telah membantu dalam penelitian ini.
13. Semua pihak yang telah memberikan motivasi dan dukungan yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis mengucapkan terima kasih dan iringan do'a semoga Allah SWT meridhoi serta membalas amal kebaikan mereka. *Aamiin Ya Rabbal Alamin.*

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Semarang, 12 Juni 2024

Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Mutmainnah', enclosed within a hand-drawn, irregular loop.

Mutmainnah

NIM: 2008076071

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN.....	iii
NOTA DINAS.....	iv
NOTA DINAS	v
ABSTRAK.....	vi
TRANSLITERASI ARAB LATIN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah.....	9
C. Pembatasan Masalah.....	10
D. Rumusan Masalah	10
E. Tujuan Penelitian.....	10
F. Manfaat Penelitian	11
BAB II LANDASAN PUSTAKA	13
A. Kajian Teori.....	13
B. Kajian Penelitian yang Relevan.....	48
C. Kerangka Berpikir	51
D. Hipotesis Penelitian.....	53
BAB III METODE PENELITIAN	54
A. Jenis Penelitian	54
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	55
C. Populasi dan Sampel Penelitian	55
D. Definisi Operasional Variabel.....	56
E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data.....	57

F. Validitas dan Reliabilitas Instrumen	58
G. Teknik Analisis Data.....	63
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	69
A. Deskripsi Hasil Penelitian	69
B. Hasil Uji Hipotesis	82
C. Pembahasan.....	84
D. Keterbatasan Penelitian.....	110
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	112
A. Simpulan.....	112
B. Implikasi.....	113
C. Saran	113
DAFTAR PUSTAKA	115
LAMPIRAN-LAMPIRAN	127

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Sintaks Model PBL	19
Tabel 2.2	Sintaks Model pembelajaran GI	23
Tabel 2.3	Sintaks Model PBL-GI	29
Tabel 2.4	Indikator Kompetensi Literasi Sains PISA	35
Tabel 3.1	<i>Nonequivalent Control Group Design</i>	54
Tabel 3.2	Validitas Berdasarkan Skala Aiken's V	60
Tabel 3.4	Kriteria Tingkat Kesukaran	62
Tabel 3.5	Kriteria Daya Pembeda	63
Tabel 3.6	Tingkat Kompetensi Literasi	65
Tabel 3.7	Kriteria Uji N-Gain	68
Tabel 3.8	Kategori Tafsiran Efektivitas N-Gain	68
Tabel 4.1	Indikator Kompetensi Literasi Sains	70
Tabel 4.2	Validitas Soal Hasil Uji Coba	72
Tabel 4.3	Tingkat Kesukaran Soal	73
Tabel 4.4	Daya Pembeda Soal	73
Tabel 4.5	Soal yang digunakan dan tidak digunakan	74
Tabel 4.6	Hasil Uji Normalitas Populasi	76
Tabel 4.7	Hasil Uji Normalitas Sampel	78
Tabel 4.8	Nilai Rata-rata Post-test	79
Tabel 4.9	Hasil Uji Normalitas Post-test	79
Tabel 4.10	Kategori Pemberian Tindak Lanjut	81
Tabel 4.11	Deskripsi Tindak Lanjut	81
Tabel 4.12	Hasil Uji t Satu Pihak Kanan	83
Tabel 4.13	Hasil Uji N-Gain	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Hubungan Aspek Literasi	32
Gambar 2.2	Kerangka Berpikir	52
Gambar 4.1	Persentase Kategori Tingkat Literasi Sains	95
Gambar 4.2	Jawaban <i>Post-test</i> Peserta Didik 1	96
Gambar 4.3	Jawaban <i>Post-test</i> Peserta Didik 2	96
Gambar 4.4	Jawaban <i>Post-test</i> Peserta Didik 3	97
Gambar 4.5	Jawaban <i>Post-test</i> Peserta Didik 4	98
Gambar 4.6	Jawaban <i>Post-test</i> Peserta Didik 5	99
Gambar 4.7	Jawaban <i>Post-test</i> Peserta Didik 6	99
Gambar 4.8	Jawaban <i>Post-test</i> Peserta Didik 7	100
Gambar 4.9	Jawaban <i>Post-test</i> Peserta Didik 8	100
Gambar 4.10	Jawaban <i>Post-test</i> Peserta Didik 9	101
Gambar 4.11	Jawaban <i>Post-test</i> Peserta Didik 10	102
Gambar 4.12	Hasil Persentase Indikator Aspek Kompetensi	103
Gambar 4.13	Persentase Aspek Kompetensi	106

DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
LAMPIRAN 1	Hasil Wawancara dengan Guru Kimia dan Peserta Didik	127
LAMPIRAN 2	Modul Ajar	130
LAMPIRAN 3	Lembar Kerja Peserta Didik	162
LAMPIRAN 4	Kisi-Kisi Soal Sebelum Validasi	196
LAMPIRAN 5	Soal dan Rubrik Sebelum Validasi	201
LAMPIRAN 6	Validasi Ahli dan Perhitungan Aiken's V	213
LAMPIRAN 7	Analisis Validitas Empiris	217
LAMPIRAN 8	Analisis Reliabilitas	219
LAMPIRAN 9	Analisis Tingkat Kesukaran	221
LAMPIRAN 10	Analisis Daya Pembeda	223
LAMPIRAN 11	Kisi-Kisi Soal yang Digunakan	225
LAMPIRAN 12	Soal dan Rubrik yang Digunakan	229
LAMPIRAN 13	Hasil Diskusi LKPD	239
LAMPIRAN 14	Foto Jawaban Peserta Didik	247
LAMPIRAN 15	Nilai <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i> Kelas Eksperimen dan Kontrol	249
LAMPIRAN 16	Uji Normalitas Populasi	250
LAMPIRAN 17	Uji Homogenitas Populasi	251
LAMPIRAN 18	Uji Normalitas <i>Pre-test</i>	252
LAMPIRAN 19	Uji Homogenitas <i>Pre-test</i>	253
LAMPIRAN 20	Uji Normalitas <i>Post-test</i>	254
LAMPIRAN 21	Uji Homogenitas <i>Post-test</i>	255
LAMPIRAN 22	Uji t Pihak Kanan	256
LAMPIRAN 23	Uji N-Gain	258
LAMPIRAN 24	Interpretasi Tingkat Literasi Sains	260
LAMPIRAN 25	Surat Permohonan Izin Riset Cabang Dinas Pendidikan Wilayah XIII	265

LAMPIRAN 26	Surat Permohonan Izin Riset di SMAN 1 Kendal	266
LAMPIRAN 27	Surat Keterangan Penelitian	267
LAMPIRAN 28	Dokumentasi	268
LAMPIRAN 29	Riwayat Hidup	270

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pendidikan merupakan kebutuhan utama kehidupan, pendidikan berperan penting dalam perkembangan seseorang dan kualitas sumber daya suatu bangsa dapat ditunjukkan melalui tingkat pendidikan. Menurut Trihapsari, Mujahidah, & Humairoh (2021) kualitas Sumber Daya Manusia (SDM) dapat ditingkatkan melalui pendidikan. Fungsi pendidikan diantaranya dapat mengembangkan kemampuan peserta didik untuk beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, bersikap yang baik, memiliki pengetahuan luas, cakap, berpikir luas, bertindak tanpa bergantung dengan orang lain serta bertanggung jawab (Nuristia dan Bangun, 2023). Upaya pemerintah dalam meningkatkan kualitas pendidikan salah satunya dengan menerapkan Kurikulum Merdeka (Musthofa dan Agus, 2022).

Konsep kurikulum merdeka belajar memberikan kebebasan kepada sekolah maupun guru sesuai kebutuhan peserta didik dan lingkungan (Faiz dan Kurniawaty, 2020). Salah satu mata pelajaran wajib di tingkat Sekolah Menengah Atas (SMA) pada kurikulum merdeka adalah kimia. Kimia merupakan salah satu cabang dari ilmu pengetahuan alam yang berfokus pada studi mengenai

karaktetristik, zat penyusun, perubahan, dan energi dari suatu materi (Baunsele *et. al.*, 2020). Ilmu kimia adalah bagian dari sains yang sering dianggap kurang menarik dan sulit dimengerti karena materinya bersifat abstrak (Essiam, Doris, & Quayson, 2023). Salah satu strategi untuk menciptakan pengalaman belajar sains yang tepat yaitu dengan mengaitkan pembelajaran sains dengan literasi (Jalil dan Widodo, 2019).

Literasi sains adalah kemampuan memahami, membuat keputusan yang berinformasi dan menerapkan pengetahuan sains untuk memecahkan masalah sehari-hari (Yulita dan Amelia, 2020). Peserta didik dapat dikatakan memiliki kemampuan sains, jika tidak hanya menguasai pengetahuan teoritis, tetapi juga mampu menerapkan pengetahuan tersebut dalam situasi sehari-hari (Widiana, Maharani, & Rowdoh, 2020). Kemampuan literasi sains sangat penting dalam bidang pendidikan karena membantu mempersiapkan peserta didik untuk menghadapi isu-isu lingkungan, perkembangan jaringan komunikasi, dan peningkatan dalam bidang pendidikan (Silaban, Elvia, & Solikhin, 2022).

Berdasarkan data *Programme for Internasional Student Assesmet* (PISA) tingkat pencapaian literasi sains peserta didik Indonesia masih di bawah rata-rata skor literasi sains internasional yang ditetapkan oleh

Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) yaitu sebesar 500. Tahun 2022 rata-rata skor literasi sains di Indonesia sebesar 383, terpaut 102 poin dari rata-rata global, meskipun peringkatnya naik 6 posisi dibanding PISA 2018 (OECD, 2023b). Muhammad, Listiani, & Adhani (2018) mengatakan bahwa peserta didik di Indonesia belum memiliki kemampuan menjelaskan fenomena alam dengan pendekatan ilmiah, menganalisis masalah secara ilmiah, dan membuat kesimpulan berdasarkan bukti-bukti ilmiah. Hal ini menandakan bahwa kemampuan peserta didik Indonesia harus diperbaiki serta ditingkatkan untuk bersaing pada tingkat Internasional.

Hasil wawancara dengan guru kimia SMAN 1 Kendal didapatkan informasi bahwa raport mutu sekolah dari hasil Asesmen Nasional Berbasis Komputer (ANBK) sudah mencapai kompetensi minimum (baik) dengan rentang nilai 1,8 – 2,09, akan tetapi selama proses belajar di kelas diketahui bahwa literasi sains peserta didik masih rendah. Hal tersebut terlihat pada kemampuan peserta didik yang hanya terbatas pada mengidentifikasi beberapa permasalahan sehari-hari terkait pembelajaran kimia. Sesuai dengan penelitian Sutrisna (2021) menunjukkan bahwa rendahnya kemampuan peserta didik dalam memberikan jawaban pertanyaan menggunakan konsep

sains dalam pemecahan masalah menandakan kemampuan literasi sains peserta didik rendah.

Selama proses pembelajaran guru lebih sering memberikan model konvensional yang hanya berpusat pada guru saja, sehingga peserta didik merasa bosan dan kurang berperan aktif selama pembelajaran. Guru lebih sering menjelaskan konsep kimia tanpa mengaitkannya dengan fenomena-fenomena ilmiah, sehingga peserta didik sering kali mengalami kesulitan dalam menghubungkan konsep yang dipelajari dengan kehidupan sehari-hari (Erdani, Hakim, & Lia, 2020). Selain itu, dalam mengukur kemampuan kimia masih digunakan soal-soal yang menuntut kemampuan menghafal konsep dan rumus, sehingga peserta didik merasa kesulitan karena belum terbiasa mengerjakan soal berbasis wacana. Sesuai dengan pendapat Hidayah, Rusilowati, & Masturi, (2019) bahwa kemampuan membaca dan menulis dalam sains sangat penting dimiliki peserta didik namun seringkali diabaikan oleh guru.

Berdasarkan hasil observasi peneliti dengan peserta didik SMAN 1 Kendal menunjukkan bahwa minat membaca dan memahami bacaan sebagian peserta didik masih kurang serta soal dalam bentuk bacaan belum banyak diberikan oleh guru. Sesuai dengan penelitian Murti dan Sunarti (2021) bahwa literasi sains peserta didik rendah

dikarenakan belum terbiasa mengerjakan soal literasi sains. Peserta didik juga menyatakan kimia adalah salah satu mata pelajaran sulit dan membosankan. Hal ini terlihat pada keaktifan dan antusiasme peserta didik belajar di kelas yang masih rendah. Materi kimia yang diberikan untuk peserta didik kelas XI SMA salah satunya adalah materi kesetimbangan kimia.

Kesulitan memahami materi kesetimbangan kimia terletak pada konsep perubahan keadaan reaksi yang mencapai keseimbangan tetapi hanya dapat diamati pada skala sub-mikroskopis yang tidak dapat diamati secara langsung (Kurniyarningsih dan Yonata, 2019). Materi tersebut mengutamakan kemampuan dalam menggunakan simbol, menghafal, dan memahami rumus-rumus menjadikan peserta didik sulit memahami materi dan menghubungkan dengan kehidupan sehari-hari. Konsep tentang kesetimbangan kimia yang harus dipahami peserta didik meliputi kesetimbangan dinamis, tetapan kesetimbangan, dan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran kesetimbangan (Surya dan Arty, 2020). Materi kesetimbangan kimia berkaitan erat dengan fenomena sehari-hari sehingga dapat melatih kemampuan literasi sains (Silaban, Elvia, & Solikhin, 2022).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa peningkatan literasi sains dapat dilakukan menggunakan

model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik (Krisdiana, Ria, & Dwikoranto, 2023). Peserta didik kesulitan mengembangkan kemampuan literasi sains karena bahan ajar dan model pembelajaran yang digunakan saat ini cenderung hanya berfokus pada pengetahuan, sementara aspek penyelidikan, keterampilan berpikir kritis dan relevansi sains dalam kehidupan sehari-hari sangat minim (Silaban, Elvia, & Solikhin, 2022). Berdasarkan pernyataan tersebut salah satu model pembelajaran yang berorientasi pada peserta didik dan dapat membentuk kemampuan literasi sains yaitu model *Problem Based Learning* (PBL) (Widiana, Maharani, & Rowdoh, 2020). Hal ini juga didukung oleh Kurniati dan Adelia (2023) yang menyatakan bahwa model PBL mampu meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik di SMA.

Model PBL berfokus pada masalah dan pertanyaan, memungkinkan peserta didik menyelesaikan masalah dengan menerapkan konsep dan prinsip ilmiah yang diperoleh dari literasi sains (Widiana, Maharani, & Rowdoh, 2020). Selain itu, memastikan peserta didik memperoleh pengalaman, interaksi sosial, komunikasi dan kerjasama. Masalah yang dihadirkan dalam pembelajaran berkaitan dengan kehidupan sehari-hari, sehingga model PBL tepat diterapkan pada pembelajaran kimia (Aulia,

Susilo, & Subali, 2019). Menurut Ardianto dan Rubini (2016) model PBL mampu mengembangkan kemampuan literasi sains aspek menjelaskan masalah ilmiah sehari-hari dan menggunakan data untuk memahami dan mengatasi fenomena ilmiah.

Kekurangan model PBL terletak pada pembagian kelompoknya yang cenderung bersifat homogen dan permasalahan yang diajukan tertuju pada satu masalah saja. Berakibat pada penyelesaian materi pembelajaran kadang tidak tuntas serta membutuhkan waktu relatif lama. Selain itu, antusiasme memperhatikan presentasi kelompok lain kurang karena setiap kelompok membahas materi yang sama (Mulyati, 2021). Mengantisipasi masalah yang ada dapat dilakukan dengan mengkombinasikan model pembelajaran kooperatif.

Penerapan model pembelajaran lain yang cocok untuk menutupi kelemahan tersebut dan memiliki pengaruh terhadap kemampuan literasi sains peserta didik adalah penerapan model pembelajaran *Group Investigation* (GI). Hal ini didukung dengan penelitian Rahma (2022) menyebutkan bahwa penerapan model pembelajaran GI pada materi gelombang dapat meningkatkan literasi sains peserta didik. Model pembelajaran GI menekankan pada partisipasi aktif dan keterlibatan peserta didik untuk mencari materi pembelajaran melalui bahan yang tersedia.

Model pembelajaran GI adalah pembelajaran yang melibatkan kelompok heterogen dari tahap penyusunan rencana hingga tahap presentasi (Liani, Irhasyurarna, & Hamid, 2020). Kelebihan model ini yaitu melatih peserta didik menumbuhkan kemampuan berpikir mandiri melalui investigasi, aktif bekerjasama dalam kelompok dan meningkatkan aktivitas belajar (Astuti, 2020).

Model PBL dan GI memiliki beberapa persamaan, keduanya bersifat inovatif dan peserta didik terlibat langsung didalamnya (Sari dan Kristin, 2020). Kedua model ini mendorong peserta didik untuk mengembangkan kemampuan literasi sains, berpikir kritis, menganalisis dan menyelesaikan masalah dalam konteks dunia nyata. Selain itu, pada kedua model tersebut, peran guru adalah sebagai fasilitator yang memberikan bantuan pada saat mengalami kesulitan agar tercapai hasil belajar baik (Khusaeri, Herman, & Gading 2022). Perpaduan keduanya terbukti berhasil mencapai tujuan pembelajaran dalam proses penelitian tersebut. Hal ini sejalan dengan penelitian Jusriana, Wayong, & Ratnasari (2022) bahwa model PBL-GI memberikan peningkatan pada hasil belajar peserta didik. Penelitian yang dilakukan Waluyo, Wardani, & Prasetyo (2019) membuktikan adanya peningkatan kreativitas belajar tematik terpadu melalui model PBL-GI. Penelitian lain juga membuktikan bahwa kelas yang

menggunakan model PBL-GI memiliki kemampuan pemecahan masalah lebih tinggi (Jewaru, Suwasono, & Asim, 2021).

Berdasarkan uraian diatas tentang permasalahan dan solusi yang ditawarkan, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **“Efektivitas Model *Problem Based Learning-Group Investigation* (PBL-GI) Terhadap Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik pada Materi Keseimbangan Kimia”**.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka identifikasi masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Pelajaran kimia adalah salah satu pelajaran yang dianggap tidak menarik untuk dipelajari dan kurang diminati peserta didik karena bersifat abstrak dan cukup sulit dimengerti.
2. Tantangan pembelajaran sains yang mengharuskan peserta didik untuk memiliki kemampuan literasi sains.
3. Kemampuan literasi sains sebagian peserta didik dalam menyelesaikan masalah masih kurang.
4. Penerapan model pembelajaran yang kurang bervariasi sehingga peserta didik kurang antusias.
5. Pembelajaran belum memfasilitasi berkembangnya kemampuan literasi sains peserta didik.

C. Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah

1. Penelitian ini hanya berfokus pada pengukuran kemampuan literasi sains.
2. Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah kesetimbangan kimia.
3. Penelitian terbatas pada implementasi model PBL-GI.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah dari penelitian yang akan dilakukan adalah

1. Apakah model PBL-GI efektif terhadap kemampuan literasi sains peserta didik pada materi kesetimbangan kimia?
2. Bagaimana profil literasi sains setiap peserta didik pada materi kesetimbangan kimia pada kurikulum merdeka?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dari penelitian ini adalah

1. Mengetahui keefektifan model PBL-GI terhadap kemampuan literasi sains peserta didik pada materi kesetimbangan kimia.

2. Mengetahui profil literasi sains setiap peserta didik pada materi kesetimbangan kimia pada kurikulum merdeka.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Manfaat Teoritis

Menambah keterampilan dan ide baru dalam memilih model pembelajaran yang efektif dan bervariasi.

2. Manfaat Praktis

- a. Bagi sekolah

Memberikan informasi untuk mengembangkan strategi pembelajaran sebagai upaya meningkatkan kualitas pelaksanaan pembelajaran kimia.

- b. Bagi pendidik

Memberikan masukan model PBL-GI untuk dijadikan preferensi model pembelajaran kimia dalam mencapai tujuan pembelajaran.

- c. Bagi peserta didik

Memperoleh pengalaman belajar menggunakan model PBL-GI dan berpengaruh terhadap kemampuan literasi sains peserta didik.

d. Bagi peneliti lain

Memberikan wawasan dan dijadikan rujukan dalam penelitian berbasis permasalahan dalam mata pelajaran kimia.

BAB II

LANDASAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Efektivitas

Efektivitas adalah proses terwujudnya tujuan yang sudah ditetapkan (Dandi, Gusniwati, & Buhaerah, 2021). Efektivitas pembelajaran dapat dinilai melalui aktivitas peserta didik selama proses belajar, respons peserta didik saat pembelajaran, dan pemahaman terhadap konsep yang diajarkan. Proses belajar yang efektif mampu meningkatkan kemampuan berpikir peserta didik tanpa mengabaikan tingkat pengetahuan yang sesuai dengan perkembangan usianya (Rohmawati, 2015).

Menurut Barth, sebagaimana dikutip oleh Rohmawati (2015), pengajaran yang efektif terjadi ketika peserta didik aktif terlibat dalam pembelajaran di kelas. Pernyataan ini berarti bahwa pembelajaran dianggap efektif jika peserta didik mampu menyelesaikan masalah saat di kelas. Interaksi antara guru dan peserta didik atau sebaliknya dapat membantu peserta didik belajar dengan lebih efektif. Pembelajaran disebut efektif ketika tujuan yang diinginkan tercapai. Efektivitas pembelajaran merupakan faktor penting dalam proses pendidikan,

karena menjadi indikator keberhasilan suatu model pembelajaran untuk mencapai tujuan pendidikan (Saadi, 2013). Dua elemen penting dalam proses belajar mengajar adalah kegiatan yang dilakukan oleh peserta didik dan guru, peserta didik belajar sesuai dengan seharusnya, dan guru mengajar serta menyampaikan materi sebagaimana peran seorang guru (Uno dan Mohamad, 2013).

Menurut Ananda (2019), pembelajaran yang efektif didukung oleh beberapa faktor, yaitu peserta didik dan guru sebagai pelaku utama kegiatan pembelajaran, materi, fasilitas, dan perlengkapan yang memadai, serta rangkaian kegiatan pembelajaran yang mengarahkan dan mengembangkan potensi peserta didik sesuai dengan tingkatannya untuk mencapai tujuan pembelajaran. Berdasarkan pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa sesuatu dianggap efektif jika sesuai dengan yang diinginkan atau jika tujuan yang telah ditetapkan tercapai. Efektivitas dalam penelitian ini ditunjukkan dengan rata-rata kemampuan literasi sains peserta didik.

2. Model Pembelajaran

Model pembelajaran adalah contoh yang digunakan sebagai panduan untuk merancang prosedur pelaksanaan pembelajaran di kelas (Harefa,

2020). Tujuan dari model pembelajaran adalah memastikan bahwa seluruh proses pembelajaran tersusun dengan baik, sehingga tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan dapat tercapai. Perbaikan model pembelajaran sangat penting karena mampu menciptakan lingkungan belajar yang menyenangkan dan menarik, meningkatkan motivasi dan semangat belajar, serta mendorong partisipasi aktif peserta didik (Azizi dan Irwansah, 2020). Menurut Kurniasih (2016), model pembelajaran memiliki ciri-ciri khusus yang harus dipenuhi, diantaranya: (a) Model tersebut harus rasional, logis, dan disusun oleh pengembangnya, (b) memiliki alasan yang jelas untuk apa dan bagaimana peserta didik belajar, (c) Untuk berhasil mengimplementasikan konsep, diperlukan perilaku tertentu dalam mengajar, (d) Agar model tersebut dapat diterapkan, harus ada lingkungan belajar yang sesuai. Macam-macam model pembelajaran:

a. Model pembelajaran *Discovery/Inquiry*

Model pembelajaran *Discovery/Inquiry* adalah serangkaian kegiatan belajar yang memanfaatkan kemampuan peserta didik untuk mencari dan bertanya secara sistematis, kritis, dan rasional guna mengungkapkan pengetahuan, sikap,

dan keterampilan sebagai sarana perubahan perilaku (Hanafiah dan Suhasana, 2009).

b. Model Pembelajaran Berbasis Masalah

Model pembelajaran berbasis masalah adalah salah satu model yang didasarkan pada berbagai masalah yang membutuhkan penelitian otentik, atau penyelidikan yang mengharuskan pemecahan masalah dunia nyata (Trianto, 2007).

c. Model Pembelajaran Berbasis Proyek

Model pembelajaran berbasis proyek bertujuan untuk memperdalam pengetahuan dan keterampilan peserta didik melalui pembuatan karya atau proyek yang berkaitan dengan kompetensi dan materi pembelajaran (Sani, 2013). Proyek yang dibuat dapat memenuhi kebutuhan lokal, seperti pompa air sederhana, pupuk organik, kerajinan tangan dari kardus atau sampah plastik, dan lain sebagainya.

d. Model Pembelajaran Kontekstual

Pembelajaran kontekstual mendorong peserta didik untuk menemukan hubungan antara pengetahuan yang diperoleh dan bagaimana pengetahuan tersebut dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari sebagai anggota masyarakat, dengan menempatkan materi yang

mereka pelajari dalam konteks dunia nyata (Trianto, 2007).

e. Model pembelajaran Kooperatif

Pembelajaran kooperatif adalah metode yang memungkinkan peserta didik berpartisipasi dalam pembelajaran dengan cara membentuk kelompok dan berkomunikasi satu sama lain. Peserta didik bertanggung jawab atas pembelajaran sendiri serta pembelajaran anggota kelompok (Trianto, 2007). Berdasarkan berbagai model pembelajaran yang telah disebutkan, dalam penelitian ini akan diterapkan model pembelajaran berbasis masalah dan model pembelajaran kooperatif.

3. Model *Problem Based Learning* (PBL)

a. Pengertian Model *Problem Based Learning* (PBL)

Model PBL merupakan sebuah inovasi pembelajaran dalam melatih peserta didik agar dapat bekerjasama, berdiskusi untuk memecahkan suatu masalah yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari (Indriani *et al.*, 2021). Model PBL termasuk ke dalam model pembelajaran yang berfokus pada peserta didik (*student centered*) (Hamid, Hidayat, & Safitri, 2021). Selama proses pembelajaran peserta didik diarahkan untuk

berpikir, menganalisis, meneliti, dan menyusun laporan penelitian (Sari *et al.*, 2021).

Pembelajaran berbasis masalah adalah pendekatan pembelajaran dimana peserta didik bekerja dengan permasalahan otentik untuk membangun pengetahuan personal, mengembangkan keterampilan inkuiri dan berpikir kritis, serta meningkatkan sikap mandiri dan kepercayaan diri (Dewantara dan Budiono, 2023). Melalui PBL terbentuk pengetahuan dan pengalaman baru bagi peserta didik. Karakteristik PBL adalah sebagai berikut:

- 1) Mengajukan pertanyaan atau permasalahan
- 2) Mengajar berdasarkan masalah yang penting untuk dipecahkan sehingga peserta didik dapat memahami dari berbagai perspektif mata pelajaran
- 3) Berfokus pada keterkaitan antar disiplin (Rugayah, 2020).

b. Langkah-langkah model PBL

Menurut Arends (2012) langkah-langkah model pembelajaran berbasis masalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Sintaks Model PBL

No	Tahap	Keterangan
1)	Mengorientasikan masalah kepada peserta didik	Guru menyampaikan tujuan pembelajaran, melakukan apersepsi dan memberi memotivasi agar terlibat aktif dalam memecahkan masalah
2)	Mengorganisasi peserta didik belajar	Guru membimbing peserta didik mengorganisasi tugas pembelajaran yang terkait dengan masalah tersebut
3)	Membimbing investigasi mandiri dan kelompok	Guru mengarahkan peserta didik untuk mencari informasi yang relevan, melakukan eksperimen, mencari penjelasan dan solusi
4)	Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Guru membantu peserta didik merencanakan dan menyiapkan laporan, dokumentasi, dan membantu menyiapkannya kepada orang lain
5)	Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Guru membantu melakukan refleksi terhadap investigasi dan proses yang digunakan saat pemecahan masalah

Adapun kelebihan dan kekurangan model PBL adalah sebagai berikut:

a) Kelebihan Model PBL

Kelebihan model PBL yaitu membantu peserta didik mengembangkan keterampilan pemecahan masalah untuk menghadapi situasi

nyata yang menantang, mendorong peserta didik untuk melakukan evaluasi diri terhadap hasil dan proses pembelajaran, memiliki kemampuan membangun pengetahuannya sendiri dan membantu untuk bertanggungjawab atas pembelajarannya sendiri, meningkatkan motivasi dan aktivitas belajar peserta didik, serta peserta didik terlatih menggunakan sumber pengetahuan dari internet, wawancara observasi, dan perpustakaan (Fitria *et al.*, 2022).

b) Kekurangan Model PBL

Kekurangan model PBL adalah peserta didik akan merasa susah mencoba karena kurangnya minat atau keyakinan bahwa masalah yang dipelajari dapat dipecahkan dengan mudah, memerlukan waktu lebih lama untuk melihat keberhasilan dari strategi pembelajaran melalui pemecahan masalah, dan tanpa pemahaman mengapa peserta didik penting untuk berusaha memecahkan masalah yang sedang dipelajari, maka peserta didik tidak akan belajar apa yang peserta didik ingin pelajari (Fitria *et al.*, 2022).

Kesimpulan yang dapat diambil yaitu PBL merupakan proses pembelajaran yang menghadirkan suatu tantangan yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari kemudian peserta didik diminta untuk memecahkannya berdasarkan pengetahuan dan pengalaman sebelumnya. Model pembelajaran yang mampu melengkapi kekurangan serta mampu meningkatkan kemampuan literasi sains adalah model pembelajaran *Group Investigation*.

4. Model *Group Investigation* (GI)

a. Pengertian Model *Group Investigation* (GI)

Model pembelajaran kooperatif tipe GI mengintegrasikan penyelidikan, integrasi sosial dan proses belajar bersama yang terbukti dapat meningkatkan hasil belajar dalam suatu pembelajaran (Suhartono dan Indramawan, 2021). Maleng dan Hartati (2021) menyatakan bahwa model pembelajaran GI menuntut peserta didik belajar mendiskusikan topik yang sudah dipilih bersama kelompok kecil, merencanakan, dan melaksanakan investigasi dengan baik yang nantinya akan dipresentasikan. Yuniari, Putra, & Wiarta (2019) mengatakan bahwa model pembelajaran GI

memfasilitasi komunikasi antara peserta didik yang saling berinteraksi, yang dapat memperkaya aspek afektif dan meningkatkan keterlibatan dalam pembelajaran.

Model pembelajaran GI menekankan pada kegiatan dimana peserta didik mencari sendiri materi pembelajaran melalui berbagai media (Fauzi, Erna, & Linda, 2021). Adanya pembelajaran GI dapat memberi kebebasan mencari informasi dalam berdiskusi bersama teman mengenai materi yang belum dikuasai, hal ini tentunya akan menumbuhkan minat baca sehingga meningkatkan kemampuan literasi peserta didik (Khasanah dan Setiaji, 2023). Guru dapat menciptakan lingkungan yang mendukung perkembangan sikap ilmiah, seperti membangun ketertarikan, ketekunan, ketelitian, berkomunikasi dengan jujur, dan terbuka (Saraswati dan Saefudin, 2017).

b. Langkah-langkah Model Pembelajaran GI

Langkah-langkah penerapan model pembelajaran GI menurut Arends (2012) sebagai berikut:

Tabel 2. 2 Sintaks Model pembelajaran GI

No	Tahap	Keterangan
1.	Pemilihan topik	Peserta didik memilih subtopik yang akan dipelajari, yang telah dijelaskan oleh guru, kemudian berkelompok secara heterogen 5-6 orang
2.	Perencanaan	Peserta didik merencanakan metode belajar, tugas dan tujuan yang sesuai dengan subtopik yang dipilih
3.	Penyelidikan	Peserta didik melaksanakan rencana pembelajaran yang telah dirumuskan sebelumnya. Pembelajaran mendorong peserta didik menggunakan berbagai sumber belajar. Guru terus-menerus memantau kerja kelompok dan memberikan bantuan jika diperlukan
4.	Analisis dan sintesis	Peserta didik menganalisis dan menggabungkan informasi yang didapat serta merencanakan cara penyajian yang menarik untuk presentasi di depan kelas
5.	Penyajian	Setiap kelompok melakukan presentasi dari subtopik yang dipelajari sehingga seluruh peserta didik terlibat dan mencapai pemahaman yang mendalam tentang topik tersebut
6.	Evaluasi	Guru dan peserta didik mengevaluasi kontribusi individu maupun kelompok dalam aktivitas kelompok

Model pembelajaran GI memiliki kelebihan dan kekurangan sebagai berikut:

1) Kelebihan model pembelajaran GI

Kelebihan model pembelajaran GI diantaranya yaitu peserta didik dapat bekerjasama secara bebas; sikap percaya diri kian bertambah, menumbuhkan semangat belajar, meningkatkan belajar bekerjasama, belajar untuk menghormati pendapat orang lain, meningkatkan partisipasi dalam membuat keputusan, terlatih mempertanggungjawabkan jawaban yang diberikan, bekerja secara sistematis, peserta didik dilatih mempunyai kemampuan berkomunikasi yang baik, dan selalu berpikir tentang cara yang digunakan sehingga didapatkan kesimpulan bersama (Shoimin, 2014).

2) Kekurangan model pembelajaran GI

Model pembelajaran GI kurang cocok diberikan pada peserta didik yang pasif karena peserta didik yang pasif akan tertinggal, diskusi kelompok sering hanya melibatkan peserta didik yang mampu sehingga berjalan kurang efektif, kemungkinan setiap kelompok hanya memahami materi yang diterimanya karena

setiap kelompok menerima materi berbeda-beda, dan sedikitnya materi yang disampaikan secara personal (Shoimin, 2014).

Kesimpulan yang dapat diambil yaitu GI merupakan model pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada peserta didik menyelesaikan permasalahan melalui investigasi kelompok dengan mencari materi pembelajaran sendiri dari berbagai sumber. Strategi ini mendorong peserta didik memiliki kemampuan berkomunikasi dan berkelompok yang baik sehingga melalui proses ini kemampuan berpikir peserta didik akan terlatih. Pada penelitian ini, akan dikombinasikan model PBL dengan model pembelajaran GI.

5. Model PBL dipadu dengan GI

Model PBL memungkinkan peserta didik untuk belajar mandiri dan mencari solusi dari permasalahan. Model pembelajaran GI memfokuskan pada aktivitas mencari materi pada bacaan yang tersedia (Sri *et al.*, 2021). Model PBL-GI menghadapkan peserta didik kepada masalah dilingkungan sekitar sehingga memicu dan mendorong peserta didik berpikir untuk dapat

menyelesaikannya dengan cara investigasi dan berkelompok (Mariyati, Hayati, & Arfiani, 2022).

Model PBL yang digabungkan dengan GI maka peserta didik dapat berdiskusi dan berbagi pendapat dengan dasar dari literasi sains yang dilakukan, untuk memperkuat gagasan sehingga meningkatkan keberhasilan belajar dan keterampilan memecahkan masalah (Jewaru, Suwasono, & Asim, 2021). Pelaksanaan kedua model ini memiliki persamaan terutama dalam pendekatan yang menekankan pada penyelidikan dan keterlibatan aktif peserta didik. Perbedaannya terletak pada pembentukan kelompok dan fokus topik yang diperdebatkan.

Model PBL biasanya menekankan pada penyelidikan terhadap satu masalah tertentu serta pengelompokan peserta didik cenderung homogen. Kelompok pada model pembelajaran GI bersifat heterogen dan ditugaskan menyelidiki topik berbeda-beda, sehingga menghindarkan peserta didik dari kebosanan terhadap pembahasan topik yang sama. Pembentukan kelompok heterogen dibentuk berdasarkan kemampuan berpikir dan ketertarikan yang sama. Hal tersebut bertujuan untuk memfasilitasi kerjasama yang efektif dan mendorong peserta didik

berbagi pengalaman dan pengetahuan dalam mencapai tujuan bersama (Prasmala, 2016).

Sebagaimana firman Allah yang terdapat dalam Q.S Ali-Imran ayat 159 berbunyi:

فَبِمَا رَحْمَةٍ مِّنَ اللَّهِ لِنْتَ لَهُمْ ۚ وَلَوْ كُنْتَ فَظًّا غَلِيظَ الْقَلْبِ لَانفَضُّوا مِنْ حَوْلِكَ ۗ فَاعْفُ عَنْهُمْ وَاسْتَغْفِرْ لَهُمْ وَشَاوِرْهُمْ فِي الْأَمْرِ ۚ فَإِذَا عَزَمْتَ فَتَوَكَّلْ عَلَى اللَّهِ ۚ إِنَّ اللَّهَ يُحِبُّ الْمُتَوَكِّلِينَ

“Maka, berkat rahmat Allah engkau (Nabi Muhammad) berlaku lemah lembut terhadap mereka. Seandainya engkau bersikap keras dan berhati kasar, tentulah mereka akan menjauh dari sekitarmu. Oleh karena itu, maafkanlah mereka, mohonkanlah ampunan untuk mereka, dan bermusyawarahlah dengan mereka dalam segala urusan (penting). Kemudian, apabila engkau telah membulatkan tekad, bertawakallah kepada Allah. Sesungguhnya Allah mencintai orang-orang yang bertawakal”.

Menurut Tafsir Al Misbah oleh Shihab (2011), istilah musyawarah berasal dari kata “syawwara”, yang memiliki arti mengeluarkan madu dari sarang lebah. Makna ini kemudian berkembang menjadi segala sesuatu yang diambil dari orang lain, contohnya pendapat dari orang lain. Istilah musyawarah digunakan dalam konteks hal-hal benar, sehingga musyawarah bertujuan untuk saling bertukar pikiran atau pendapat antara satu orang dengan orang lainnya dalam upaya mendapatkan jawaban dari suatu permasalahan.

Ayat tersebut menggambarkan metode diskusi yang merujuk pada kata “wa syawirhum”, yang berarti ada perintah untuk “lakukan musyawarah dengan mereka”. Menunjukkan bahwa terdapat proses interaksi untuk mendiskusikan masalah, baik yang ada dalam diri kita maupun orang lain. Konteks pembelajaran dasar “bermusyawarah” atau “berdiskusi” dapat membantu menyelesaikan berbagai persoalan yang muncul selama proses pembelajaran.

Menurut Al Maraghi (1993) pada Q.S. Ali-Imran ayat 159, musyawarah memiliki beberapa manfaat, yaitu: Pertama, melalui musyawarah dapat diketahui tingkat kecerdasan, kecintaan, dan keikhlasan seseorang terhadap kemaslahatan secara umum. Kedua, menunjukkan bahwa setiap individu memiliki tingkat kecerdasan dan pola pikir yang berbeda, yang mungkin mengandung kelebihan unik yang tidak dimiliki orang lain. Ketiga, dalam musyawarah semua pendapat akan diuji kebenarannya dan dipilih yang terbaik. Keempat, musyawarah memperlihatkan pertautan hati untuk mencapai keberhasilan dalam suatu usaha serta kesepakatan bersama.

Langkah model PBL-GI menurut Prasmala (2016) yaitu:

Tabel 2. 3 Sintaks Model PBL-GI

No	Tahap	Keterangan
1.	Pendahuluan	Guru melakukan apersepsi untuk mengetahui kemampuan awal peserta didik, guru menentukan subtopik yang akan dipelajari
2.	Pembagian kelompok	Pembagian kelas menjadi kelompok heterogen berdasarkan kemampuan kognitif dan kesamaan minat
3.	Seleksi topik	Peserta didik memilih subtopik yang telah dijelaskan oleh guru berkaitan dengan masalah di lingkungan sekitar
4.	Merencanakan kerjasama	Guru membantu peserta didik mengorganisir tugas belajar yang berhubungan dengan masalah yang akan diteliti
5.	Implementasi	Peserta didik melaksanakan rencana yang telah dirumuskan sebelumnya. Peserta didik dibimbing untuk mengumpulkan data dan memberikan bantuan jika dibutuhkan
6.	Analisis dan sintesis	Peserta didik menganalisis data yang diperoleh, dan mempersiapkan materi yang akan dipresentasikan
7.	Penyajian hasil akhir	Setiap kelompok mempresentasikan hasil dan saling bertukar hasil penyelidikan
8.	Menganalisis dan mengevaluasi proses	Guru meminta peserta didik mengkontruksi pemikiran dan kegiatan selama pembelajaran
9.	Evaluasi	Evaluasi dilakukan melalui tes tertulis untuk menilai hasil pembelajaran

Kelebihan model PBL-GI tidak hanya membantu peserta didik mengembangkan pengetahuan dan keterampilan, tetapi juga dapat membangun kepercayaan diri untuk mencapai tujuan bersama dalam pembelajaran kolaboratif. Memperbaiki hubungan antar peserta didik dalam satu kelompok sehingga dapat menciptakan hubungan belajar yang baik, meningkatkan hasil belajar dan kemampuan literasi yang baik (Mariyati, Hayati, & Arfiani, 2022). Model PBL-GI pada penelitian ini diterapkan untuk meningkatkan kemampuan literasi sains.

6. Kemampuan Literasi Sains

a. Pengertian Literasi Sains

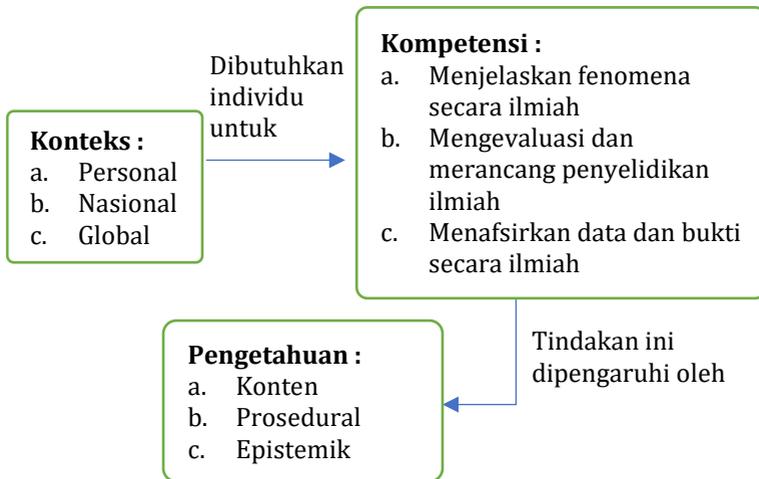
Menyelesaikan permasalahan kehidupan sehari-hari dengan kemampuan mengaplikasikan pengetahuan, mengidentifikasi fenomena melalui pertanyaan dan hipotesis, dan membuat kesimpulan berdasarkan bukti berbasis fakta disebut dengan literasi sains (Agustina dan Rahayu, 2023). Literasi sains menurut OECD (2023a) adalah kemampuan berkaitan dengan masalah ilmu pengetahuan dan teknologi, yang memerlukan penguasaan dalam menjelaskan fenomena ilmiah, mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah, serta menafsirkan data dan bukti secara ilmiah.

Menurut Firdaus dan Asmali (2021) seseorang dikatakan literat terhadap sains apabila mampu menjelaskan fenomena sains, mengevaluasi, mendesain pengetahuan, keterampilan secara mandiri, dan menginterpretasi bukti sains.

Pengertian literasi sains menurut Fibonacci (2020) yaitu kemampuan menggambarkan, menelaah, dan meramalkan fenomena alam yang akan terjadi, serta mencari solusi untuk suatu masalah melalui berbagai kegiatan. Semakin tinggi literasi sains yang dimiliki peserta didik, maka hasil belajar akan semakin baik dan bermakna (Febryana, Septiana, & Rohmandi, 2020). Berdasarkan berbagai definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa literasi sains adalah kemampuan individu untuk menggunakan pengetahuan ilmiah, guna menggambarkan, menjelaskan, dan memprediksi fenomena di lingkungan sekitarnya serta mencari solusi untuk masalah melalui kegiatan yang terstruktur.

b. Aspek-aspek Kemampuan Literasi Sains

Menurut OECD (2023a) hubungan aspek dalam literasi sains disajikan pada Gambar 2.1 berikut:



Gambar 2.1 Hubungan Aspek Literasi

Berikut adalah penjelasan mengenai masing-masing aspek literasi sains tersebut:

1) Aspek konteks

Aspek konteks berisi tentang materi pengetahuan ilmiah yang mengangkat isu pilihan berkaitan dengan personal seperti keluarga, kelompok, dan teman; tingkat nasional seperti dalam masyarakat lokal; dan skala global seperti dalam konteks kehidupan global di seluruh dunia disesuaikan dengan kurikulum pendidikan. PISA juga mengungkap konteks teknologi dalam mengevaluasi bagaimana peserta didik menginterpretasikan

proses dan menerapkan ilmu pengetahuan dalam memperbaiki pemahaman tentang sains. Kategorinya meliputi kesehatan, lingkungan, sumber daya alam, sains dan teknologi (OECD, 2019).

2) Aspek pengetahuan

Aspek pengetahuan berarti memahami tentang fakta, konsep, teori dan hukum yang relevan dan bermanfaat sebagai fondasi pengetahuan ilmiah yang akurat. Tiga aspek utama dalam aspek pengetahuan, yaitu pengetahuan konten, kemampuan mengingat dan menggunakan fakta, teori, penjelasan dan informasi. Pengetahuan prosedural, yaitu pemahaman tentang prosedur ilmiah dan konsep bukti dalam interpretasi data guna memperoleh pengetahuan. Pengetahuan epistemik, dilihat dari kemampuan memberi bukti nyata, membedakan antara teori dan dugaan serta antara fakta dan pengamatan (OECD, 2019).

3) Aspek Kompetensi

Kompetensi merupakan gambaran pengetahuan dan kemampuan seseorang yang

dapat diukur. Kompetensi tersebut diantaranya sebagai berikut:

- a) Menjelaskan fenomena secara ilmiah, peserta didik dituntut memiliki pengetahuan dan analisis dalam memahami dan menjelaskan fenomena ilmiah serta membuat prediksi akurat berdasarkan data.
- b) Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah, peserta didik dituntut bisa mengenali bahwa data bisa memiliki ketidakakuratan sehingga penting untuk di evaluasi, peserta didik harus mengetahui apa yang harus diukur dan diubah untuk mengumpulkan data yang akurat dan tepat.
- c) Menafsirkan data dan bukti secara ilmiah, peserta didik mampu tidak hanya memahami data ilmiah tetapi juga menyampaikan informasi dengan bahasa sendiri. Kompetensi ini juga memerlukan alat matematika untuk menganalisis data dan mengubah data menjadi representasi lain. Indikator aspek kompetensi literasi sains dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut:

Tabel 2.4 Indikator Kompetensi Literasi Sains
PISA

Kompetensi	Indikator
Menjelaskan fenomena secara ilmiah	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengingat dan menggunakan pengetahuan ilmiah secara tepat 2. Mengidentifikasi, memanfaatkan, dan menghasilkan model serta representasi yang jelas 3. Membuat dan membenarkan prediksi 4. Mengajukan hipotesis yang jelas 5. Menjelaskan penerapan pengetahuan ilmiah bagi masyarakat
Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengidentifikasi pertanyaan yang sedang dieksplorasi dalam penelitian ilmiah tertentu 2. Membedakan pertanyaan yang dapat diselidiki secara ilmiah 3. Mengusulkan metode untuk menyelidiki pertanyaan tertentu secara ilmiah 4. Mengevaluasi cara mengeksplorasi pertanyaan yang diberikan secara ilmiah 5. Menjelaskan dan menilai berbagai metode yang digunakan ilmuwan untuk memastikan keandalan data, objektivitas dan generalisasi penjelasan
Menafsirkan data dan bukti secara ilmiah	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengonversi data dari satu representasi ke representasi lain

Kompetensi	Indikator
	2. Menganalisis dan menafsirkan data serta membuat kesimpulan yang tepat
	3. Mengidentifikasi asumsi, bukti, dan penalaran dalam teks yang berkaitan dengan sains
	4. Membedakan antara argumen yang didasarkan pada bukti dan teori ilmiah dengan argumen yang didasarkan pada pertimbangan lain
	5. Mengevaluasi argumen ilmiah dan bukti dari berbagai sumber (misalnya koran, internet, dan jurnal)

(OECD, 2019)

Berdasarkan uraian pada Tabel 2.4 menyesuaikan dengan pembelajaran, dalam penelitian ini digunakan 5 indikator kompetensi literasi sains diantaranya mengingat dan menggunakan pengetahuan ilmiah secara tepat, membuat dan membenarkan prediksi, mengevaluasi cara mengeksplorasi pertanyaan yang diberikan secara ilmiah, mengonversi data dari satu representasi ke representasi lain, serta menganalisis dan menafsirkan data serta membuat kesimpulan yang tepat.

c. Faktor yang Mempengaruhi Literasi Sains

Kemampuan literasi seseorang dipengaruhi oleh beberapa faktor, yakni (Sumanik, Nurvitasari, & Siregar, 2021):

a) Ketertarikan dan rasa ingin tahu

Peserta didik yang sangat tertarik terhadap suatu subjek cenderung lebih fokus pada materi yang disampaikan oleh guru, sehingga muncul rasa ingin tahu yang kuat. Keingintahuan dan minat yang tinggi mendorong peserta didik untuk lebih aktif, mengeksplorasi konsep lebih jauh dan mencari pemahaman lebih luas. Peserta didik lebih mampu menggambarkan, menelaah, dan meramalkan fenomena serta mencari solusi yang merupakan inti dari literasi sains.

b) Kebiasaan belajar

Prestasi dan hasil belajar peserta didik cenderung meningkat jika memiliki kebiasaan belajar yang baik. Kebiasaan belajar yang baik mencakup beberapa faktor penting seperti konsistensi, intensitas, dan efektivitas dalam melakukan aktivitas belajar. Hal ini berdampak pada peningkatan prestasi belajar serta kemampuan literasi sains peserta didik.

c) Cara belajar

Penting bagi peserta didik untuk dibiasakan mengerjakan soal yang terhubung dengan literasi sains agar meningkatkan kemampuan dalam hal literasi sains. Soal-soal yang memerlukan pemahaman wacana ilmiah dan interpretasi grafik adalah cara efektif melatih dan mengembangkan kemampuan literasi sains.

d) Minat membaca

Minat baca yang tinggi memiliki dampak besar terhadap kemampuan literasi sains peserta didik. Minat baca yang tinggi memungkinkan peserta didik lebih aktif terlibat dalam proses membaca dan memahami teks ilmiah serta informasi sains lainnya.

e) Metode pengajaran oleh pengajar

Soal-soal yang bersifat analisis dan mengharuskan penalaran berpikir kritis sangat penting dalam proses pembelajaran. peserta didik tidak hanya diuji pada pemahaman konsep, tetapi juga pada kemampuan menerapkan pengetahuan dalam konteks yang lebih mendalam dan relevan. Peningkatan kemampuan literasi sains pada penelitian ini

diterapkan pada materi kimia yaitu kesetimbangan kimia.

7. Materi Kesetimbangan Kimia

Tujuan pembelajaran materi kesetimbangan kimia dalam kurikulum merdeka yaitu mampu memahami kesetimbangan reaksi kimia dan pergeserannya serta penerapannya dalam industri.

a. Konsep Kesetimbangan Kimia

Berdasarkan arahnya, reaksi kimia dapat dibedakan menjadi reaksi satu arah (*irreversible*) dan reaksi bolak balik (*reversible*). Reaksi searah adalah proses dimana reaktan berubah menjadi produk tanpa kemungkinan produk tersebut kembali menjadi reaktan. Contohnya yaitu reaksi pembakaran kertas. Reaksi bolak balik adalah proses dimana produk reaksi dapat bereaksi kembali untuk membentuk reaktan asli. Contohnya air yang dipanaskan hingga mencapai titik didihnya akan berubah menjadi uap. Jika panci ditutup, uap akan terkondensasi kembali menjadi air karena pendinginan di tutup panci.

Laju reaksi reaksi maju (r_1) dan laju reaksi balik (r_2) adalah lambang dari kecepatan masing-masing arah reaksi. Kesetimbangan reaksi terjadi ketika laju reaksi maju sama dengan laju reaksi

balik ($r_1 = r_2$). Keadaan setimbang terjadi apabila tidak ada perubahan yang dapat diamati secara kasat mata, seperti perubahan dalam konsentrasi dan warna. Apabila dilihat secara mikroskopis, reaksi tersebut tidak benar-benar “berakhir” dan tetap berlangsung dengan laju yang sama. Maksudnya, reaksi kimia terus berlangsung dalam dua arah pada laju yang sama dari waktu ke waktu sehingga dapat disimpulkan reaksi tersebut mengalami kesetimbangan dinamis (Chang, 2005).

Kesetimbangan kimia juga dikenal sebagai kesetimbangan dinamis mengacu pada kondisi dimana reaksi kimia berlangsung dalam dua arah dengan laju reaksi dari produk sama dengan laju reaksi dari reaktan. Persamaan reaksinya ditandai dengan panah dua arah, sebagai contoh pada reaksi pembentukan amonia, ditulis sebagai berikut:

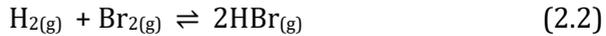


b. Jenis Kesetimbangan Kimia

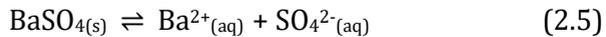
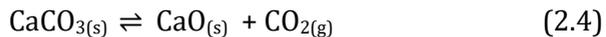
Kesetimbangan kimia berdasarkan fasa komponen pembentuknya terbagi menjadi dua jenis, yakni kesetimbangan homogen dan kesetimbangan heterogen (Chang, 2005).

1) Kesetimbangan homogen adalah kesetimbangan yang sistem penyusun

reaksinya satu fasa yang sama. Fasa pada sistem kesetimbangan homogen baik reaktan dan produknya berupa gas atau larutan. Contoh:



- 2) Kesetimbangan heterogen adalah kesetimbangan yang melibatkan reaktan dan produk dimana terdapat dua macam fasa atau lebih dalam suatu reaksi (fasa larutan, padatan, atau gas) (Petrucci *et al.*, 2011). Contoh:

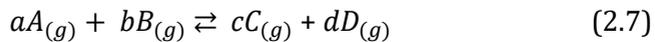


c. Tetapan Kesetimbangan Kimia

Reaktan dan produk dalam reaksi kimia memiliki angka-angka konsentrasi yang membentuk kesetimbangan. Angka konsentrasi zat tersebut dapat dihitung dengan perhitungan matematika sehingga diketahui tetapan kesetimbangan kimia. Ahli matematika Cato Guldberg dan Peter Waage ahli kimia merumuskan suatu hukum yang dapat digunakan untuk menentukan tetapan kesetimbangan. Hukum tersebut dikenal sebagai Hukum Kesetimbangan Kimia yang juga dikenal sebagai Hukum Aksi Massa (Sutresna, Sholehudin, & Herlina, 2016). "Hukum

Kesetimbangan Kimia menetapkan bahwa pada suhu tertentu dapat dihasilkan suatu bilangan tetap dengan perbandingan hasil kali konsentrasi produk dengan hasil kali konsentrasi reaktan yang dipangkatkan koefisien masing-masing reaksi” (Haryono dan Ekawati, 2019).

$$K = \frac{\text{Produk}}{\text{Reaktan}} \quad (2.6)$$



$$K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \quad (2.8)$$

Keterangan :

K = Tetapan kesetimbangan kimia

[C] = Konsentrasi produk C

[D] = Konsentrasi produk D

[A] = Konsentrasi reaktan A

[B] = Konsentrasi reaktan B

a, b, c, dan d merupakan koefisien pada masing-masing komponen reaktan atau produk

Tetapan kesetimbangan suatu reaksi dibagi menjadi dua yaitu tetapan kesetimbangan konsentrasi molar (Kc) dan tetapan kesetimbangan tekanan parsial (Kp). Kc dihitung berdasarkan konsentrasi molar reaksi sedangkan Kp berdasarkan tekanan parsialnya. Adapun perhitungannya sesuai dengan persamaan tetapan

kesetimbangan. Perlu diingat bahwa untuk reaksi dengan fasa *solid* (padatan) dan *liquid* (cairan) karena tidak memiliki konsentrasi, maka bernilai 1. Fasa yang lain memiliki nilai sesuai dengan konsentrasinya. K_c dan K_p meskipun digunakan pada keadaan yang berbeda, tetapi antara keduanya memiliki hubungan. Hubungan K_c dan K_p dapat dilihat dari persamaan gas ideal (Rahardjo, 2020).

$$PV = nRT \quad (2.9)$$

Keterangan :

P = Tekanan (atm)

V = Volume (L)

n = Jumlah mol gas

R = 0,083 (L atm mol⁻¹ K⁻¹)

T = Suhu (K)

Suatu reaksi yang berasal dari senyawa gas, untuk menentukan tekanan parsialnya:

$$P = \frac{n}{V} (RT)^{\Delta n} \quad (2.10)$$

Keterangan :

Δn = jumlah koefisien reaksi di kanan (produk) -
jumlah koefisien di kiri (reaktan)

Sehingga, untuk hubungan K_c dan K_p dapat dirimuskan dengan persamaan:

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n} \quad (2.11)$$

Perlu diingat untuk $\Delta n = 0$ maka K_c dan K_p akan bernilai sama.

d. Asas *Le Chatelier*

Henry Louis Le Chatelier adalah ahli kimia Prancis yang lahir pada tanggal 08 Oktober 1850. Beliau terkenal dengan berbagai karya ilmiah yang telah dicetuskan. Salah satu karya terkenalnya adalah sebuah buku yang berjudul *Recherches sur les Equilibre Chimiques*. Buku tersebut membahas mengenai kesetimbangan kimia dan sebuah asas yang disebut dengan asas *Le Chatelier*.

Bunyi asas *Le Chatelier*: “jika dalam suatu kesetimbangan diberikan aksi, maka sistem akan berubah sedemikian rupa sehingga pengaruh aksi itu seminimal mungkin” (Chang, 2005). Artinya suatu sistem yang berada dalam keadaan kesetimbangan akan cenderung mempertahankan keadaan tersebut, jika sistem tersebut dipengaruhi oleh faktor eksternal maka sistem akan mengalami perubahan atau pergeseran untuk mengurangi pengaruh tersebut dan kembali mencapai kesetimbangan.

e. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kestimbangan Kimia

1) Pengaruh Konsentrasi

Sesuai dengan asas *Le Chatelier*, jika dalam suatu kesetimbangan, konsentrasi suatu zat ditingkatkan, kesetimbangan akan bergeser ke arah yang berlawanan dari zat tersebut. Sebaliknya, jika konsentrasi zat tersebut dikurangi, kesetimbangan akan bergeser ke arah zat tersebut.

2) Pengaruh Suhu

Konstanta kesetimbangan bergantung pada suhu, tetapi tidak bergantung pada konsentrasi awal atau perubahan konsentrasi yang dilakukan pada sistem kesetimbangan. Jika suhu sistem kesetimbangan ditingkatkan, kesetimbangan akan bergeser ke arah reaksi endotermik (reaksi yang menyerap panas). Sebaliknya, jika suhu diturunkan, kesetimbangan akan bergeser ke arah reaksi eksotermik (reaksi yang melepaskan panas).

3) Pengaruh Tekanan dan Volume

Pengaruh volume dan tekanan hanya berpengaruh pada sistem yang berwujud gas, perubahan volume dan tekanan tidak

menggeser kesetimbangan apabila sistem kesetimbangan tidak melibatkan gas. Kesetimbangan yang melibatkan gas, perubahan volume dan tekanan mempengaruhi posisi kesetimbangan sesuai persamaan gas ideal berikut:

$$PV = nRT \quad (2.12)$$

$$P = \frac{nRT}{V} \quad (2.13)$$

Berdasarkan persamaan tersebut dapat disimpulkan bahwa perubahan volume berbanding terbalik dengan perubahan tekanan.

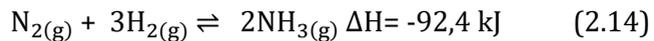
Perlu diperhatikan bahwa perubahan volume dan tekanan tidak akan mempengaruhi kesetimbangan jika jumlah partikel reaktan dan produk sama. Namun, untuk reaksi kesetimbangan dimana jumlah partikel reaktan tidak sama dengan jumlah partikel produknya, jika volume diperbesar sementara tekanan diperkecil, kesetimbangan akan bergeser ke arah yang memiliki jumlah partikel lebih banyak. Sebaliknya, jika volume diperkecil dan tekanan diperbesar, kesetimbangan akan

bergeser ke arah yang memiliki jumlah partikel lebih sedikit (Chang, 2005).

f. Keseimbangan Kimia dalam Bidang Industri

Keseimbangan kimia dalam bidang industri contohnya pembentukan gas nitrogen pada pembuatan amonia. Amonia terbuat dari campuran unsur nitrogen dan hidrogen. Pertama kali amonia dibuat oleh seorang ahli kimia dari Jerman bernama Carl Bosh dan Fritz Haber. Proses produksi amonia dikenal sebagai Proses Haber-Bosch berasal dari nama kedua ahli kimia tersebut (Rahardjo, 2020)

Menurut asas *Le-Chatelier* dalam prinsip hukum keseimbangan kimia, mengatakan bahwa untuk mencapai keadaan yang setimbang, temperatur yang rendah akan menggeser reaksi ke arah eksoterm (pembentukan NH_3) dengan suhu rendah dan tekanan tinggi.



Akan tetapi pada praktiknya, tidaklah demikian, karena temperatur yang rendah akan membuat reaksi berjalan lambat. Agar tercapainya efisiensi dengan kemajuan teknologi digunakan tekanan yang lebih besar yakni 700 atm dan penambahan katalis Al_2O_3 , MgO , CaO , dan K_2O .

Pembuatan amonia dalam bidang industri melalui beberapa tahapan. Pertama, gas nitrogen dan hidrogen dicampurkan pada tekanan yang diinginkan. Kedua gas tersebut kemudian dipanaskan dengan suhu 460-550°C dan dicampurkan katalis. Campuran gas tersebut didinginkan menyebabkan amonia mengalami kondensasi. Hidrogen dan nitrogen yang tidak bereaksi bersama dengan amonia yang belum mengalami kondensasi akan dikembalikan ke dalam siklus sampai seluruh amonia terbentuk.

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Beberapa penelitian sebelumnya yang relevan dengan penelitian ini meliputi: penelitian yang dilakukan oleh Jewaru, Suwasono, & Asim (2021) tentang penerapan model PBL-GI. Penelitian tersebut menunjukkan adanya perbedaan dalam kemampuan pemecahan masalah menggunakan model PBL-GI pada pelajaran fisika. Hasil uji-t menunjukkan t_{hitung} sebesar 3,021 dengan nilai Sig. = 0,002. Persamaan penelitian ini terhadap penelitian yang akan dilakukan adalah penggunaan model PBL-GI. Perbedaan terletak pada tujuan pembelajaran yaitu kemampuan pemecahan masalah pada materi fisika sedangkan penelitian saat ini menerapkan model PBL-GI

terhadap kemampuan literas sains peserta didik pada materi kesetimbangan kimia.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Zuhrotul, Niswati, & Jauhariyah (2023) membahas mengenai analisis profil kompetensi literasi sains peserta didik. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa kemampuan literasi sains peserta didik salah satu SMA di Gresik sebesar 6% sangat rendah, 44% rendah, 14% cukup, 30% tinggi, serta 6% sangat tinggi. Rata-rata kemampuan kompetensi literasi sains keseluruhan cukup. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan adalah pada tujuan penelitian mengenai kemampuan literasi sains. Perbedaannya yaitu menganalisis kemampuan literasi sains peserta didik secara langsung, tanpa menggunakan model tertentu, sedangkan penelitian saat ini meneliti literasi sains peserta didik pada materi kesetimbangan kimia dengan menerapkan model PBL-GI.

Penelitian juga dilakukan oleh Basyiroh, Mulyani, & Ariani (2022) membahas mengenai kesulitan belajar materi kesetimbangan kimia peserta didik kelas XI. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa faktor penyebab kesulitan belajar terjadi karena penguasaan konsep dan metode mengajar yang diterapkan guru. Persamaan dengan penelitian sekarang yaitu menganalisis kesulitan belajar peserta didik pada materi kesetimbangan kimia,

sedangkan perbedaan dengan penelitian yaitu untuk mengetahui efektivitas model PBL-GI terhadap kemampuan literasi sains pada materi kesetimbangan kimia.

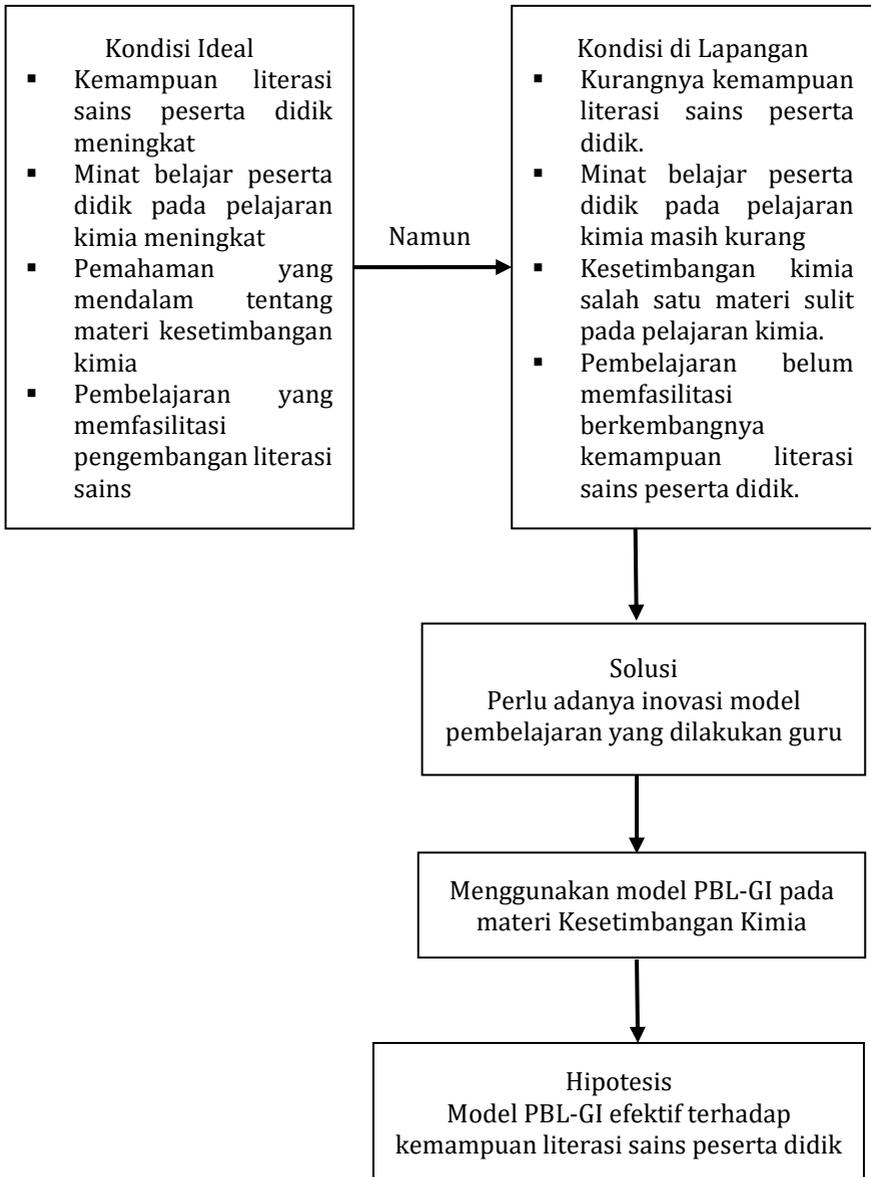
Penelitian lainnya juga dilakukan oleh Radiansyah dan Sari (2023) mengenai model PBL-GI yang mampu meningkatkan prestasi belajar peserta didik. Ditunjukkan oleh aktivitas peserta didik 100% aktif dan sangat aktif serta pencapaian hasil belajar yang mencapai 100% baik secara individu maupun kelompok kelas. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan diteliti yaitu pada model PBL-GI. Perbedaannya pada tujuan pembelajaran yaitu hasil belajar, sedangkan pada penelitian sekarang mengukur kemampuan literasi sains peserta didik pada materi kesetimbangan kimia.

Kesamaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu terletak pada model pembelajaran. Model PBL-GI yang telah dilakukan terbukti dapat memberikan pengaruh yang signifikan terhadap hasil belajar peserta didik. Peneliti berusaha menerapkan model ini dalam penelitiannya. Kebaharuan yang akan dilakukan penulis adalah tentang efektivitas model PBL-GI terhadap kemampuan literasi sains pada materi kesetimbangan kimia.

C. Kerangka Berpikir

Penelitian ini membahas mengenai kemampuan literasi sains yang penting dimiliki peserta didik pada era pembelajaran kurikulum merdeka. Kenyataannya kemampuan literasi sains peserta didik masih rendah serta minat belajar peserta didik juga masih kurang. Hal ini disebabkan karena pendidik belum terbiasa mengimplementasikan pengajaran yang berbasis pada masalah sehari-hari, yang dapat membantu peserta didik mengembangkan kemampuan literasi sains yang dimiliki. Oleh karena itu diperlukan modifikasi model pembelajaran untuk meningkatkan literasi sains peserta didik.

Keuntungan adanya model pembelajaran bagi pendidik dan peserta didik adalah dapat mengembangkan proses pembelajaran kreatif dan inovatif. Model pembelajaran mendorong peserta didik terlibat aktif selama proses pembelajaran sehingga meningkatkan literasi sains peserta didik. Model pembelajaran yang akan diterapkan adalah model PBL-GI. Penerapan model ini diharapkan dapat meningkatkan literasi sains peserta didik pada materi kimia yang mencakup konsep, prinsip, hukum dan teori yang kompleks, khususnya pembelajaran kesetimbangan kimia. Kerangka berpikir dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2.2 berikut.



Gambar 2.2 Kerangka Berpikir

D. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat, hipotesis dalam penelitian ini sebagai berikut:

- H_0 : Model PBL-GI tidak efektif terhadap kemampuan literasi sains peserta didik pada materi kesetimbangan kimia.
- H_a : Model PBL-GI efektif terhadap kemampuan literasi sains peserta didik pada materi kesetimbangan kimia.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan yaitu penelitian kuantitatif dengan metode penelitian *quasi eksperiment*. Desain penelitian menggunakan *nonequivalent control group design* dengan dua sampel, satu kelas eksperimen dan satu kelas kontrol (Sugiyono, 2017). Kedua kelas diberi *pre-test* untuk menilai keadaan awal kemudian diberi perlakuan, dan terakhir diberikan *post-test*. Kelas eksperimen diberikan perlakuan menggunakan model PBL-GI dan kelas kontrol menggunakan model pembelajaran konvensional. Secara rinci desain penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.1. berikut ini:

Tabel 3.1 *Nonequivalent Control Group Design*

Kelas	<i>Pre-test</i>	Perlakuan	<i>Post-test</i>
Eksperimen	O ₁	X	O ₂
Kontrol	O ₃	-	O ₄

Keterangan :

O₁ : *Pre-test* kelas eksperimen

O₂ : *Post-test* kelas eksperimen

O₃ : *Pre-test* kelas kontrol

O₄ : *Post-test* kelas kontrol

X : Perlakuan pada kelas eksperimen dengan menerapkan model PBL-GI

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di SMAN 1 Kendal dengan melibatkan peserta didik kelas XI. Penelitian dilaksanakan pada bulan April sampai Mei pada Tahun Ajaran 2023/2024.

C. Populasi dan Sampel Penelitian

1. Populasi

Populasi merupakan keseluruhan daerah yang akan diterapkan dalam penelitian (Garaika dan Darmanah, 2019). Populasi penelitian ini adalah semua peserta didik kelas XI SMAN 1 Kendal berjumlah 6 kelas Tahun Ajaran 2023/2024.

2. Sampel

Sampel merupakan sebagian kecil dari jumlah populasi (Garaika dan Darmanah, 2019). Teknik pengambilan sampel penelitian ini berupa *cluster random sampling* adalah teknik pengambilan sampel yang digunakan untuk menetapkan sampel dari populasi yang sangat luas (Sugiyono, 2017). Teknik pengambilan sampel ini dilakukan secara acak dalam bentuk kelompok bukan individu (Sudjarwo, 2009). Populasi dalam penelitian ini terdiri dari 6 kelas XI, selanjutnya diuji normalitas dan homogenitas menggunakan nilai ulangan materi sebelumnya. Hasil uji tersebut didapatkan data berdistribusi normal dan

homogen, dimana uji ini sebagai syarat pengambilan sampel dengan teknik *cluster random sampling*. Tahap selanjutnya dipilih beberapa kelas atas dasar pendidik dan jam pengajaran yang sama yaitu kelas XI A dan B. Kelas tersebut dijadikan satu kelompok untuk dipilih secara acak sebagai kelas eksperimen dan kontrol. Berdasarkan teknik tersebut menjadikan kelas XI B sebagai kelas eksperimen dan XI A sebagai kelas kontrol.

D. Definisi Operasional Variabel

Sifat atau nilai suatu kegiatan yang ditetapkan oleh peneliti untuk ditarik kesimpulan disebut sebagai variabel penelitian (Sugiyono, 2017). Variabel dalam penelitian ini adalah:

1. Variabel Bebas (X)

Variabel bebas adalah variabel yang memberi pengaruh variabel terikat (*dependent*) (Sugiyono, 2017). Variabel bebas penelitian ini adalah model pembelajaran PBL-GI. Terdapat 9 tahap dalam proses pembelajaran diantaranya tahap pendahuluan, pembagian kelompok, seleksi topik, merencanakan kerjasama, implementasi, analisis sintesis, penyajian hasil akhir, menganalisis dan mengevaluasi proses serta evaluasi.

2. Variabel Terikat (Y)

Variabel yang nilainya dipengaruhi oleh variabel bebas dapat disebut variabel terikat (Sugiyono, 2017). Variabel terikat penelitian ini adalah kemampuan literasi sains peserta didik meliputi aspek konteks, pengetahuan, dan kompetensi.

E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

1. Teknik Pengumpulan Data

a. Tes

Tujuan menggunakan teknik tes dalam pengumpulan data adalah untuk mengetahui hasil belajar peserta didik sebelum diberikan perlakuan (*pre-test*) dan setelah diberikan perlakuan (*post-test*).

b. Non Tes

1) Wawancara

Wawancara dapat dilakukan dengan melakukan percakapan antara peneliti dengan narasumber yang sesuai dengan bidang bersangkutan (dalam hal ini adalah guru kimia) (Fitri dan Haryanti, 2020).

2) Dokumentasi

Dokumentasi adalah teknik pengumpulan data dalam bentuk arsip dan gambar yang berupa laporan serta keterangan

sebagai pendukung penelitian (Fitri dan Haryanti, 2020). Dokumentasi penelitian ini yaitu dokumentasi selama penelitian berlangsung, dokumentasi mengenai daftar nama dan data hasil penelitian peserta didik.

2. Instrumen Pengumpulan Data

1) Wawancara

Jenis wawancara yang digunakan dalam penelitian ini adalah wawancara semi terstruktur sebelum penelitian dilakukan. Alasan penggunaan metode wawancara untuk memperoleh informasi secara mendalam, sehingga diperoleh suatu permasalahan. Wawancara bertujuan mengetahui informasi kemampuan literasi sains peserta didik dengan menerapkan model PBL-GI. Lembar wawancara dapat dilihat pada **Lampiran 1**.

2) Instrumen Tes

Instrumen tes menggunakan tes kemampuan literasi sains berupa *pre-test* dan *post-test*. Tes dalam penelitian ini berupa soal uraian yang mengandung indikator kemampuan literasi sains berjumlah 12 soal.

F. Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Instrumen adalah alat ukur yang digunakan untuk mengumpulkan data. Instrumen yang baik harus valid dan

reliabel sehingga diperlukan uji diantaranya uji validitas, reliabilitas instrumen.

a. Validitas Isi

Validitas yaitu uji yang digunakan untuk menunjukkan seberapa baik suatu instrumen dapat mengukur dengan akurat apa yang seharusnya diukur. Validitas dalam penelitian ini berupa validitas isi dan validitas empiris. Pengujian validitas isi pada instrumen tes digunakan untuk menunjukkan sejauhmana butir tes mampu mengukur tingkat penguasaan terhadap materi (Matondang, 2009). Uji validitas isi dilakukan oleh 3 ahli, terdiri dari dua dosen kimia dan satu guru kimia di sekolah. Pemberian skor dengan membandingkan antara indikator dengan butir instrumen. Kategori penilaian yang diberikan adalah skor 1: instrumen kurang baik, skor 2: cukup baik, skor 3: baik, dan skor 4: sangat baik. Hasil validasi dihitung menggunakan metode validitas Aiken's V dengan rumus berikut (Retnawati, 2016):

$$V = \frac{\sum s}{[n(c-1)]} \quad s = r - l_0 \quad (3.1)$$

Keterangan:

V : Indeks kesepakatan rater

s : Skor penilaian tertinggi dikurangi angka penilaian validitas terendah

- n : Jumlah rater
 c : Skor penilaian tertinggi (4)
 r : Angka yang diberikan penilai
 lo : Angka penilaian validitas terendah (1)

Hasil analisis validitas dikategorikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Validitas Berdasarkan Skala Aiken's V

No	Skala Aiken's V	Validitas
1.	$V < 0,4$	Kurang
2.	$0,4 \leq V \leq 0,8$	Sedang
3.	$0,8 < V$	Valid

(Retnawati, 2016)

b. Validitas Empiris

Uji validitas empiris digunakan untuk mengukur kevalidan instrumen soal yang diperoleh dari hasil uji coba tes (Matondang, 2009). Uji validitas ini dapat dihitung menggunakan rumus koefisien korelasi. Menggunakan rumus PEARSON dalam *Microsoft Office Excel*. Validitas diuji menggunakan rumus korelasi *product moment* yaitu:

$$r_{xy} = \frac{N\Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{\sqrt{(N\Sigma X^2 - (NX)^2)(N\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2)}} \quad (3.2)$$

(Arikunto, 2018)

Keterangan:

- r_{xy} : Koefisien korelasi suatu item
 N : Jumlah subjek penelitian
 ΣX : Jumlah skor item

- ΣY : Jumlah skor total item
 ΣXY : Hasil kali skor item dan skor total
 ΣX^2 : Jumlah skor item kuadrat
 ΣY^2 : Jumlah skor total kuadrat

Hasil perhitungan r_{xy} dibandingkan dengan r_{tabel} .

Instrumen dikatakan valid jika $r_{xy} > r_{tabel}$ dengan taraf signifikan 5%.

c. Reliabilitas Soal

Uji reliabilitas digunakan untuk menunjukkan hasil pengukuran relatif konsisten apabila dilakukan dua kali atau lebih pengukuran (Matondang, 2009). Penelitian ini menggunakan rumus *Alpha Cronbach* yaitu dilakukan pengujian pada instrumen berbentuk uraian yang memiliki jawaban benar lebih dari satu, digunakan rumus sebagai berikut:

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1}\right) \left(1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_t^2}\right) \quad (3.3)$$

(Arikunto, 2018)

Keterangan:

- r_{11} : Reliabilitas tes secara keseluruhan
 n : Banyaknya item soal
 $\sum \sigma_i^2$: Jumlah varian skor tiap item
 σ_t^2 : Varian total

Hasil perhitungan reliabilitas dibandingkan dengan r_{tabel} . Jika $r_{11} > r_{\text{tabel}}$, maka instrumen soal dikatakan reliabel (Arikunto, 2018).

d. Tingkat Kesukaran Soal

Soal yang diujikan dikategorikan mudah, sedang, atau sukar dapat dianalisis menggunakan uji tingkat kesukaran. Menghitung tingkat kesukaran menggunakan rumus berikut:

$$P = \frac{\bar{X}}{SMI} \quad (3.4)$$

(Malik dan Chusni, 2018)

Keterangan :

- P : Tingkat kesukaran soal
 \bar{X} : Nilai rata-rata tiap butir soal
 SMI : Skor maksimum ideal

Berikut kategori yang digunakan dalam menginterpretasikan angka indeks kesukaran:

Tabel 3.3 Kriteria Tingkat Kesukaran

Nilai P	Kategori
$P > 0,70$	Mudah
$0,31 < P \leq 0,70$	Sedang
$P \leq 0,30$	Sukar

(Malik dan Chusni, 2018)

e. Daya Pembeda Soal

Daya pembeda soal diartikan sebagai kemampuan soal dalam membedakan tingkat

kemampuan setiap peserta didik. Perhitungan daya pembeda soal menggunakan rumus:

$$DP = \frac{\bar{X}_A - \bar{X}_B}{SMI} \quad (3.5)$$

(Malik dan Chusni, 2018)

Keterangan:

DP : Daya Pembeda

\bar{X}_A : Rata-rata skor kelompok atas

\bar{X}_B : Rata-rata skor kelompok bawah

SMI : Skor maksimum ideal

Hasil yang diperoleh dikategorikan pada Tabel 3.5 berikut:

Tabel 3.4 Kriteria Daya Pembeda

Rentang	Kriteria
Negatif	Jelek Sekali
0,00 – 0,20	Jelek
0,21 – 0,40	Cukup
0,41 – 0,70	Baik
0,71 – 1,00	Baik Sekali

(Malik dan Chusni, 2018)

G. Teknik Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini menggunakan beberapa uji yaitu:

1. Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk mengetahui apakah kelompok data berdistribusi normal atau tidak (Nuryadi *et al.*, 2017). Pengujian normalitas

menggunakan program *Software Statistical Product and Service* (SPSS). Melakukan analisis dengan cara klik *Analyze - Descriptive Statistics - Explore*. Hasil uji normalitas dilihat dari nilai pada kolom *Shapiro-Wilk*. Data dikatakan normal apabila nilai signifikansi $\geq 0,05$ dan data dikatakan tidak normal apabila nilai signifikansi $< 0,05$ (Widana dan Muliani, 2020).

2. Uji Homogenitas

Uji homogenitas adalah salah satu metode statistik yang bertujuan untuk menentukan apakah beberapa kelompok sampel berasal dari populasi yang sama atau berbeda (Widana dan Muliani, 2020). Pengujian homogenitas *Levene's Test* dapat diukur menggunakan aplikasi SPSS. Melakukan analisis dengan cara klik *Analyze - Compare Means - One - Way ANOVA*. Nilai signifikansi $\geq 0,05$ menandakan kedua kelas homogen, jika nilai signifikansi $< 0,05$ menandakan varian kedua kelas tidak homogen (Widana dan Muliani, 2020).

3. Analisis Tingkat Literasi Sains

Analisis ini dilakukan untuk mengukur kemampuan literasi sains dari dua kelas. Analisis ini dilaksanakan sebagai penentu pemberian tindak lanjut bagi setiap individu yang telah mengerjakan setiap butir soal. Tingkat kompetensi peserta didik dalam

literasi sains terbagi menjadi empat, yaitu perlu intervensi khusus; minimal atau dasar; baik atau cakap; dan mahir. Skor yang didapat dari hasil pengukuran kemudian dianalisis untuk memberikan tindak lanjut yang sesuai. Skor mentah yang diperoleh dapat dihitung melalui rumus berikut:

$$\text{Skor} = \frac{\text{total skor}}{\text{skor maksimal}} \times 100 \quad (3.6)$$

(Arikunto, 2018)

Berikut merupakan tingkat kompetensi literasi berdasarkan perolehan skor yang ditunjukkan pada Tabel 3.6

Tabel 3.5 Tingkat Kompetensi Literasi

Skor	Indikator
< 25	Intervensi khusus
$25 \leq x < 50$	Minimal/Dasar
$50 \leq x < 75$	Baik/Cakap
$75 < x \leq 100$	Mahir

(Firdaus dan Asmali, 2021)

4. Uji Hipotesis

Uji hipotesis digunakan untuk menentukan apakah hipotesis nol diterima atau tidak berdasarkan data sampel (Nuryadi *et al.*, 2017). Hipotesis adalah dugaan sementara untuk memecahkan masalah. Uji perbedaan rata-rata kedua kelas menggunakan uji pihak kanan dengan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$$

$$H_a : \mu_1 > \mu_2$$

Keterangan:

H_0 : Kemampuan literasi sains peserta didik yang menerapkan model pembelajaran PBL-GI sama dengan atau kurang dari kemampuan literasi sains peserta didik dengan model pembelajaran konvensional

H_a : Kemampuan literasi sains peserta didik yang menerapkan model PBL-GI lebih baik dari kemampuan literasi sains peserta didik dengan model pembelajaran konvensional

μ_1 : Kemampuan literasi sains peserta didik pada kelas eksperimen

μ_2 : Kemampuan literasi sains peserta didik pada kelas kontrol

Hasil uji homogenitas menunjukkan kedua varians sama, dapat dilakukan perhitungan dengan rumus berikut (Sudjana, 2005).

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad (3.8)$$

Keterangan:

\bar{X}_1 : Nilai rata-rata dari kelompok eksperimen

\bar{X}_2 : Nilai rata-rata dari kelompok kontrol

S_1^2 : Varians dari kelompok eksperimen

S_2^2 : Varians dari kelompok kontrol

n_1 : Jumlah subjek dari kelompok eksperimen

n_2 : Jumlah subjek dari kelompok kontrol

Pengambilan keputusan dalam uji ini menggunakan taraf signifikansi 0,05 dengan $dk = n_1 + n_2 - 2$. H_0 diterima ketika $t < t_{1-\alpha}$ dan H_0 ditolak jika t memiliki harga-harga lainnya.

5. Uji N-Gain

Besarnya peningkatan kemampuan literasi sains peserta didik sebelum dan sesudah diberi perlakuan dapat diukur menggunakan uji N-gain. Uji N-gain diterapkan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan membandingkan nilai *pre-test* dan *post-test* menggunakan rumus (Hake, 1999):

$$\langle g \rangle = \frac{\langle S_{post} \rangle - \langle S_{pre} \rangle}{100\% - \langle S_{pre} \rangle} \quad (3.7)$$

Keterangan:

$\langle g \rangle$ = Nilai N-gain

$\langle S_{pre} \rangle$ = Rata-rata nilai *pre-test*

$\langle S_{post} \rangle$ = Rata-rata nilai *post-test*

Hasil perhitungan tersebut kemudian dibandingkan dengan kriteria N-gain yang disajikan pada Tabel 3.7

Tabel 3.6 Kriteria Uji N-Gain

Nilai N-gain	Kriteria
$g > 0,7$	Tinggi
$0,30 \leq g \leq 0,69$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

(Hake, 1999)

Efektivitas model PBL-GI ditunjukkan pada Tabel 3.8 yaitu kategori tafsiran efektivitas N-gain.

Tabel 3.7 Kategori Tafsiran Efektivitas N-Gain

Persentase (%)	Tafsiran
< 40	Tidak Efektif
40 - 55	Kurang Efektif
56 - 75	Cukup Efektif
> 76	Efektif

(Hake, 1999)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Hasil Penelitian

1. Tahap Persiapan

Sebelum melakukan penelitian, peneliti menyusun Alur Tujuan Pembelajaran (ATP), modul ajar, dan instrumen penilaian yang mengukur kemampuan literasi sains peserta didik. Peneliti kemudian melakukan uji coba soal pada peserta didik kelas XII yang sudah menerima dan mempelajari materi kesetimbangan kimia.

a. Penyusunan Instrumen

Langkah-langkah dalam penyusunan instrumen meliputi:

- 1) Menetapkan tujuan penyusunan instrumen.
- 2) Memperjelas ruang lingkup materi yang akan diuji. Penelitian ini dibatasi pada materi kesetimbangan kimia kelas XI SMA semester genap dalam kurikulum merdeka.
- 3) Menyusun kisi-kisi instrumen soal uji coba.
- 4) Menentukan jumlah pertanyaan yang akan digunakan untuk mengukur kemampuan literasi sains, yakni sebanyak 15 soal essay.
- 5) Menentukan aspek literasi sains untuk setiap soal yakni konteks, pengetahuan dan kompetensi.

Indikator aspek kompetensi literasi sains seperti Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Indikator Kompetensi Literasi Sains

No.	Indikator Aspek Kompetensi	Nomor Soal
1.	Mengingat dan menggunakan pengetahuan ilmiah secara tepat	1a, 1c, 2a
2.	Membuat dan membenarkan prediksi	1b, 2b, 3, 4, 5a
3.	Mengevaluasi cara mengeksplorasi pertanyaan yang diberikan secara ilmiah	5d, 6a
4.	Mengonversi data dari satu representasi ke representasi lain	6b
5.	Menganalisis dan menafsirkan data serta membuat kesimpulan yang tepat	2c, 5b, 5c, 7

Kisi-kisi soal yang telah disusun tercantum pada

Lampiran 4.

- 6) Instrumen yang disusun telah disetujui oleh dosen pembimbing dan validator ahli. Instrumen soal tercantum pada **Lampiran 5.**
- 7) Melaksanakan uji coba soal pada peserta didik kelas XII MIPA 2 SMAN 1 Kendal yang telah mempelajari materi kesetimbangan kimia.
- 8) Menganalisis kevalidan soal. Soal yang telah dilakukan uji coba kemudian dilakukan analisis validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran dan daya pembeda.

a) Analisis Validitas Isi

Analisis validitas digunakan untuk mengetahui apakah soal yang diuji valid atau tidak. Tahap uji ahli dilakukan oleh 3 validator ahli yaitu, Ulfa Lutfianasari, M.Pd (validator 1), Resi Pratiwi, M.Pd (validator 2) dan Nita Widianti, S.Pd (validator 3). Penilaian kualitas instrumen dilakukan oleh validator berdasarkan lembar validasi yang memuat aspek-aspek kriteria yang telah dibuat.

Data yang diperoleh dari penilaian para ahli akan diolah menggunakan Aiken's V. Uji validasi dari validator juga akan memperoleh saran dan kritikan yang kemudian dianalisis untuk direvisi. Hasil analisis yang telah dilakukan diperoleh indeks Aiken's sebesar 0,95. Instrumen dikatakan valid apabila $V > 0,8$, sehingga dapat disimpulkan instrumen soal yang sudah disusun dinyatakan valid. Perhitungan validitas butir soal oleh validator ahli tercantum pada **Lampiran 6**.

b) Analisis Validitas Empiris

Berdasarkan hasil uji coba soal yang telah dilakukan oleh 32 responden dengan nilai signifikansi 0,05 diperoleh r_{tabel} 0,349,

dinyatakan valid jika $r_{xy} > r_{\text{tabel}}$. Hasil uji validitas dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Validitas Soal Hasil Uji Coba

Kriteria	Nomor soal	Jumlah
Valid	1a, 1c, 2a, 2c, 3, 4, 5a, 5b, 5c, 5d, 6a, 6b, 7	13
Tidak valid	1b, 2b	2

Berdasarkan Tabel 4.1 diketahui sebanyak 13 soal yang valid dan 2 soal yang tidak valid.

Perhitungan validitas soal tercantum pada

Lampiran 7.

c) Analisis Reliabilitas

Hasil analisis yang telah dilakukan, reliabilitas butir soal sebesar 0,82. Instrumen dikatakan reliabel jika $r_{11} > r_{\text{tabel}}$, dapat dikatakan bahwa soal yang telah diuji coba dinyatakan reliabel.

Perhitungan reliabilitas soal tercantum pada

Lampiran 8.

d) Analisis Tingkat Kesukaran Soal

Analisis Tingkat kesukaran soal bertujuan untuk mengetahui butir soal dalam kategori sukar, sedang, atau mudah. Hasil analisis tingkat kesukaran soal dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 3 Tingkat Kesukaran Soal

Kriteria	Nomor soal	Jumlah
Sukar	-	0
Sedang	1a, 1c, 2a, 2c, 3, 4, 5c, 5d, 6a, 6b, 7	11
Mudah	1b, 2b, 5a, 5b	4

Perhitungan Tingkat kesukaran soal tercantum pada **Lampiran 9**.

e) Analisis Daya Pembeda Soal

Uji daya beda berfungsi untuk menentukan seberapa besar kemampuan butir soal dalam membedakan peserta didik berkemampuan tinggi dengan rendah. Hasil analisis daya pembeda diperoleh daya beda soal dengan kategori beragam, seperti pada Tabel 4.3 berikut:

Tabel 4. 4 Daya Pembeda Soal

Kriteria	Nomor soal	Jumlah
Jelek	2b	1
Cukup	1b, 2a, 4, 5a, 5b, 5d, 6b, 7	8
Baik	1a, 1c, 2c, 3, 5c, 6a	6
Baik Sekali	-	0

Perhitungan daya pembeda soal tercantum pada **Lampiran 10**.

Berdasarkan analisis instrumen tes meliputi validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda, terdapat 12 soal *essay* yang dipilih untuk mengukur kemampuan literasi

sains peserta didik yang dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Soal yang digunakan dan tidak digunakan

Soal	V (isi)	V (empiris)	R	TK	DP	Ket
1a		valid		S	B	SD
1b		tidak valid		M	C	STD
1c		valid		S	B	SD
2a		valid		S	C	SD
2b		tidak valid		M	J	STD
2c		valid		S	B	SD
3	0,95	valid	> 0,349	S	B	SD
4	valid	valid	reliabel	S	C	SD
5a		valid		M	C	SD
5b		valid		M	C	SD
5c		valid		S	B	SD
5d		valid		S	C	SD
6a		valid		S	B	SD
6b		valid		S	C	SD
7		valid		S	C	STD

Keterangan:

S : Sedang

M : Mudah

J : Jelek

C : Cukup

B : Baik

SD : Soal digunakan

STD : Soal tidak digunakan

Berdasarkan Tabel 4.4 terdapat 12 soal yang digunakan. Tiga soal yang tidak digunakan

terdiri dari 2 soal tidak valid dan 1 soal valid. Satu soal valid tersebut tidak digunakan karena sudah terwakili oleh soal lain. Informasi mengenai kisi-kisi soal yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada **Lampiran 11** serta instrumen soal yang digunakan tercantum pada **Lampiran 12**.

9) Menyusun Modul Ajar

Peneliti menyusun kegiatan pembelajaran untuk penelitian dalam kelas eksperimen dan kontrol. Peneliti menerapkan model PBL-GI pada kelas eksperimen. Tahap proses pembelajaran dimulai dengan pemberian apersepsi untuk mengetahui kemampuan awal peserta didik dan menentukan subtopik pembelajaran (pendahuluan), membagi kelas menjadi beberapa kelompok, membimbing selama kegiatan diskusi, menyiapkan hasil untuk dipresentasikan, menemukan gagasan secara kelompok dan pemberian evaluasi. Peneliti menerapkan model pembelajaran konvensional seperti biasanya yang dilakukan oleh guru pada kelas kontrol. Modul ajar dalam penelitian ini tercantum pada **Lampiran 2**.

10) Menyusun Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang tercantum pada **Lampiran 3**.

11) Melaksanakan uji normalitas dan homogenitas populasi sebelum menentukan sampel penelitian. Peneliti menggunakan teknik *cluster random sampling* sebagai teknik pengambilan sampel. Syarat dalam pengambilan sampel ini yaitu populasi harus berdistribusi normal dan homogen. Populasi penelitian ini terdiri dari 6 kelas yang akan diuji menggunakan nilai ulangan harian pada materi sebelumnya.

a) Uji normalitas Populasi

Uji normalitas digunakan untuk memeriksa apakah distribusi data dalam suatu penelitian mengikuti distribusi normal. Uji normalitas dilakukan pada kelas XI A, XI B, XI C, XI D, XI I, dan XI K. Hasil uji normalitas dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Uji Normalitas Populasi

No	Kelas	Shapiro-Wilk (Sig)	Kesimpulan
1	XI A	0,096	Normal
2	XI B	0,079	Normal
3	XI C	0,139	Normal
4	XI D	0,089	Normal
5	XI I	0,187	Normal
6	XI K	0,090	Normal

Berdasarkan hasil dari uji normalitas yang dilakukan menggunakan SPSS 22.0 melalui uji *Shapiro-Wilk* menunjukkan bahwa sampel

memiliki nilai signifikansi $> 0,05$ artinya kedua sampel berdistribusi normal. Perhitungan lengkap dituliskan pada **Lampiran 16**.

b) Uji Homogenitas Populasi

Uji homogenitas populasi menggunakan SPSS 22.0 melalui uji *Levene test* menunjukkan nilai signifikansi $0,176 > 0,05$ artinya populasi bersifat homogen. Perhitungan uji homogenitas dituliskan pada **Lampiran 17**.

2. Tahap penelitian

Penelitian dilaksanakan di SMAN 1 Kendal pada tanggal 1 April 2024 sampai 15 Mei 2024. Uji normalitas dan homogenitas dilakukan terlebih dahulu menggunakan nilai *pre-test* materi kesetimbangan kimia pada kedua sampel untuk mengetahui kemampuan awal pada kedua kelas. Kelas eksperimen (kelas XI B) berjumlah 32 peserta didik dan kelas kontrol (kelas XI A) berjumlah 32 peserta didik.

a. Analisis Data Sampel

Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *cluster random sampling*, diikuti dengan uji normalitas dan homogenitas data dari kedua sampel tersebut.

1) Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk menentukan apakah distribusi kedua sampel dalam penelitian ini berdistribusi normal. Hasil dari uji normalitas dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil Uji Normalitas Sampel

No	Kelas	Shaphiro-Wilk (Sig)	Kesimpulan
1	XI B	0,091	Normal
2	XI A	0,307	Normal

Berdasarkan hasil analisis uji normalitas menggunakan SPSS 22.0 melalui uji *Shapiro-Wilk* diperoleh nilai signifikansi $> 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa data dari kedua sampel berdistribusi normal. Perhitungan lengkap dituliskan pada **Lampiran 18**.

2) Uji Homogenitas

Uji homogenitas dari kedua sampel melalui uji *Levene test* dilakukan menggunakan SPSS 22.0. Hasil uji homogenitas menunjukkan kedua sampel homogen dengan nilai signifikansi $0,226 > 0,05$. Perhitungan uji homogenitas tercantum pada **Lampiran 19**.

b. Analisis Data *Post-test*

Post-test dilakukan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol untuk mengetahui kemampuan

literasi sains peserta didik setelah mendapatkan perlakuan. Nilai rata-rata *post-test* tertulis pada Tabel 4.8 berikut

Tabel 4.8 Nilai Rata-rata *Post-test*

Variabel	Kelas	Rata-rata <i>Post-test</i>
Kemampuan	Eksperimen	74,06
Literasi Sains	Kontrol	61,94

Berdasarkan tabel diatas, rata-rata nilai *post-test* untuk kelas eksperimen adalah 74,06 sedangkan untuk kelas kontrol dalah 61,94. Data *post-test* dari kedua sampel kemudian dianalisis menggunakan uji normalitas dan uji homogenitas sebagai berikut:

1) Uji Normalitas

Uji normalitas nilai *post-test* digunakan untuk menentukan apakah sampel berdistribusi normal setelah diberikan perlakuan. Hasil uji normalitas tercantum pada Tabel 4.9 berikut:

Tabel 4.9 Hasil Uji Normalitas *Post-test*

No	Kelas	Shapiro-Wilk (Sig)	Kesimpulan
1	Eksperimen	0,326	Normal
2	Kontrol	0,324	Normal

Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa uji normalitas nilai *post-test* kedua sampel berdistribusi normal, ditandai dengan nilai

signifikansi $> 0,05$. Perhitungan uji normalitas nilai *post-test* tercantum pada **Lampiran 20**.

2) Uji Homogenitas

Uji homogenitas nilai *post-test* digunakan untuk mengetahui homogenitas kedua sampel setelah mendapatkan perlakuan. Uji homogenitas dilakukan dengan menggunakan uji *Levene test* diperoleh nilai signifikansi $0,071 > 0,05$, sehingga dapat dinyatakan kedua sampel homogen. Perhitungan uji homogenitas tercantum pada **Lampiran 21**.

3) Analisis Tingkat Literasi Sains

Analisis tingkat literasi sains diambil dari nilai *post-test* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol yang masing-masing berjumlah 32 peserta didik. Instrumen berjumlah 12 soal dengan skor maksimal tiap butir 2, 3, dan 5 apabila jawaban benar dan lengkap. Setelah dilakukan perhitungan dari hasil *post-test*, peserta didik dikelompokkan berdasarkan skor yang diperoleh disesuaikan dengan pedoman literasi sains. Kategori peserta didik guna diberikan tindak lanjut dapat dilihat pada Tabel 4.10. Informasi lengkap mengenai hasil dan kategori tercantum pada **Lampiran 24**.

Tabel 4.10 Kategori Pemberian Tindak Lanjut

Kategori	Jumlah	Persentase
Kelas Eksperimen		
Intervensi khusus	-	-
Minimal	-	-
Baik	19	59,38%
Mahir	13	40,62%
Kelas Kontrol		
Intervensi khusus	-	-
Minimal	6	18,75%
Baik	23	71,87%
Mahir	3	9,38%

Berdasarkan tabel diatas, peserta didik yang menjadi sampel penelitian ini terbagi menjadi tiga kategori, yaitu dengan tingkat kompetensi minimal/dasar, baik/cakap, dan mahir. Tabel 4.11 berikut merupakan deskripsi tindak lanjut berdasarkan tingkat kompetensi literasi sains (Firdaus dan Asmali, 2021).

Tabel 4.11 Deskripsi Tindak Lanjut

Tingkat kompetensi	Deskripsi
Perlu intervensi khusus	Peserta didik belum mampu memahami bacaan dan data sehingga perlu diberi dukungan. Guru dapat memberikan contoh hasil data beserta variabel dengan lengkap. Peserta didik diminta menjabarkan data yang disajikan
Minimal/dasar	Peserta didik mampu mencari informasi namun belum memahami konsep sains. Guru

Tingkat kompetensi	Deskripsi
Baik/cakap	dapat memberikan bimbingan dengan meminta peserta didik mencari kebenaran konsep sains berdasarkan informasi relevan Peserta didik mampu memahami teks secara literasi namun masih perlu bimbingan. Peserta didik dapat diberikan data dengan variabel yang tidak lengkap sehingga peserta didik mampu memprediksi kemungkinan yang terjadi
Mahir	Peserta didik memiliki kemampuan refleksi dalam mengambil keputusan. Guru hanya membimbing dan memvalidasi suatu konsep yang diungkapkan

B. Hasil Uji Hipotesis

1) Uji Hipotesis

Data *post-test* yang diperoleh diketahui berdistribusi normal dan homogen, sehingga dapat dilanjutkan dengan analisis menggunakan uji t satu pihak (kanan). Uji pihak kanan dilakukan untuk menentukan apakah perlakuan yang diberikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol menghasilkan pengaruh yang lebih besar atau lebih kecil. Hasil uji t dapat dilihat pada Tabel 4.12. perhitungan lengkap tercantum pada **Lampiran 22**.

Tabel 4.12 Hasil Uji t Satu Pihak Kanan

Sumber variasi	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
Jumlah	2370	1982
n	32	32
Rata-rata	74,06	61,94
Standar Deviasi (s)	7,775	11,903
Varians (s ²)	60,448	141,673
t _{tabel}		1,669
t _{hitung}		4,824

Hasil analisis data diperoleh $t_{hitung} = 4,824 > t_{tabel} = 1,669$ dengan taraf signifikansi = 0,05 dan dk = 62. Berdasarkan kriteria pengambilan keputusan hipotesis, maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Artinya nilai rata-rata kelas eksperimen lebih baik daripada nilai rata-rata kelas kontrol.

2) Uji N-Gain

Uji N-gain dilakukan untuk mengetahui seberapa besar peningkatan literasi sains sebelum dan setelah diberi perlakuan. Analisis uji N-gain menggunakan bantuan SPSS 22.0 diperoleh hasil seperti pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Hasil Uji N-Gain

No	Kriteria	Kelas Eksperimen (N-gain)	Kelas Kontrol (N-Gain)
1	Minimal	0,48	0,14
2	Maksimal	0,91	0,80
3	Rata-rata	0,6487	0,5064
4	Kategori	Sedang	Sedang
5	Persentase	64,87%	50,64%
6	Efektivitas	Cukup efektif	Kurang efektif

Berdasarkan tabel 4.13 menunjukkan bahwa nilai rata-rata N-gain kelas eksperimen sebesar 0,6487 atau 64,87% termasuk dalam kategori sedang dengan tafsiran efektivitas N-gain cukup efektif. Kelas kontrol menunjukkan nilai rata-rata N-gainnya sebesar 0,5064 atau 50,64% termasuk dalam kategori sedang dengan tafsiran efektivitas kurang efektif. Perhitungan lengkap analisis uji N-gain dapat dilihat pada **Lampiran 23**.

C. Pembahasan

Penelitian dilaksanakan dengan tujuan menganalisis efektivitas model PBL-GI terhadap kemampuan literasi sains peserta didik pada materi kesetimbangan kimia. Efektivitas terlihat dari peningkatan rata-rata kemampuan literasi sains peserta didik di kelas eksperimen yang signifikan. Deskripsi ini didasarkan pada evaluasi yang dilakukan dalam proses pembelajaran yang dilaksanakan di SMAN 1 Kendal.

Ilmu pengetahuan dan teknologi mengalami perkembangan pesat sehingga menuntut kehadiran generasi unggul yang memiliki keterampilan abad 21. Keterampilan ini masih kurang dibelajarkan di sekolah padahal menjadi kebutuhan dasar dalam pembelajaran sains. Salah satu keterampilan tersebut mampu mengaplikasikan sains dengan tepat yaitu literasi sains (Fuadi *et al.*, 2020). Perhatian khusus terhadap literasi

sains memang sangat penting dalam konteks pendidikan saat ini. Literasi sains meliputi pemahaman konsep sains, keterampilan dalam proses sains, dan kemampuan dalam memecahkan masalah (Kurniawati, Akhidinirwanti, & Fatmaryanti 2021).

Literasi sains yang baik dapat mengembangkan dan meningkatkan berbagai kemampuan penting, termasuk memberikan penjelasan berdasarkan konsep sains yang dipahami dan menggunakan metode ilmiah dalam memecahkan masalah sehari-hari. Rendahnya literasi sains peserta didik merupakan tantangan yang perlu diatasi melalui perbaikan dalam proses pembelajaran. Penggunaan berbagai model pembelajaran oleh guru diharapkan tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep kimia tetapi juga memotivasi peserta didik untuk menerapkannya dalam situasi nyata (Rosita, 2023).

Model pembelajaran yang memungkinkan peserta didik untuk menemukan pengetahuan sendiri menggunakan pemecahan masalah serta investigasi dan kerja kelompok merupakan salah satu solusi yang efektif untuk mengatasi rendahnya kemampuan literasi sains. Melalui penerapan model ini memungkinkan peserta didik aktif dalam mengenali dan memahami prinsip serta konsep yang diperlukan dalam menyelesaikan masalah (Mardhiyana dan Sejati, 2016). Pelaksanaannya

menekankan pada pemahaman konsep dan penggunaan kemampuan berpikir tingkat tinggi dalam pemecahan masalah, bukan sekedar menghafal dan menyelesaikan latihan (Sari *et al.*, 2021). Model pembelajaran berbasis masalah dengan strategi investigasi dalam penelitian ini adalah model PBL-GI.

Model PBL berpusat pada peserta didik dengan memberikan masalah kehidupan nyata agar dapat memecahkan masalah tersebut (Meilasari, Damris, & Yelianti, 2020). Model pembelajaran GI yaitu setiap kelompok mengedepankan investigasi masalah tertentu secara mandiri meliputi pengumpulan data, analisis dan presentasi. Model pembelajaran GI diharapkan dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik karena setiap peserta didik memiliki tanggung jawab dalam pembelajaran (Furqan, Sari, & Haeruddin, 2023). Sejalan dengan penelitian Radiansyah dan Sari (2023) model PBL dipadu dengan model pembelajaran GI mampu meningkatkan aktivitas siswa yang mempengaruhi peningkatan prestasi belajar.

Implementasi model PBL-GI diawali dengan guru memberikan apersepsi diawal pembelajaran, kemudian menjelaskan tujuan pembelajaran dan menentukan subtopik yang akan dipelajari. Tahap kedua, guru membagi kelas menjadi enam kelompok heterogen dengan jumlah

anggota 5-6 anak di setiap kelompok. Tahap ketiga, setiap kelompok memilih subtopik yang telah dijelaskan guru sebelumnya. Selama proses diskusi, guru senantiasa memantau kinerja peserta didik dalam kelompok dan membantu apabila peserta didik kesulitan.

Tahap keempat, diskusi diawali dengan memberikan masalah, peserta didik diminta mengidentifikasi rumusan masalah dan menentukan hipotesis. Masalah yang disajikan adalah masalah di kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan materi pembelajaran seperti bidang kesehatan, lingkungan dan industri. Tujuannya sebagai stimulus dalam berpikir, konsentrasi dan dapat berperan aktif selama pembelajaran (Sembiring dan Arisetya, 2023). Setiap kelompok diminta menemukan jawaban melalui interaksi spontan dengan lingkungan dari rumusan masalah yang dibuat. Setiap peserta didik dapat bebas mengutarakan ide berdasarkan materi bacaan yang disediakan (Ganiati *et al.*, 2018)

Tahap kelima, setiap kelompok menanggapi pertanyaan yang telah diberikan. Tahap ini peserta didik dilatih untuk memiliki kemampuan mengingat dan menggunakan pengetahuan ilmiah yang tepat dan mampu membenarkan prediksi. Setiap peserta didik dalam kelompok dapat menyampaikan ide yang didapat untuk menjawab permasalahan. Sesuai dengan prinsip

pembelajaran dalam teori Jean Piaget, bahwa guru perlu membangun suasana belajar agar peserta didik dapat belajar secara mandiri, membaca, mengajukan pertanyaan dan menemukan jawaban, serta membandingkan hasil temuan dengan teman lainnya (Juwantara, 2019).

Peserta didik didorong untuk mampu mengonversi data dari satu bentuk representasi ke bentuk lain, menganalisis dan menafsirkan data serta membuat kesimpulan, dan diharapkan mampu mengevaluasi metode eksplorasi pertanyaan yang diberikan secara ilmiah. Sesuai teori Bruner bahwa pembelajaran berjalan baik apabila peserta didik diberikan kesempatan untuk terlibat dalam memperoleh pemahaman konsep (Nurhadi, 2020). Tahap keenam, peserta didik diminta menganalisis data yang diperoleh, kemudian menyajikan kembali kesimpulan dari proses pemecahan masalah awal menggunakan bahasa sendiri agar dapat disajikan dengan menarik (Ardithayasa dan Yudiana, 2020). Tahap ketujuh, penyajian hasil akhir, diharapkan dapat melatih kepercayaan diri dan mengembangkan *public speaking* peserta didik.

Tahap kedelapan, menganalisis dan mengevaluasi proses. Guru meminta peserta didik untuk merefleksi proses yang telah dilakukan selama diskusi, hal ini sesuai dengan pendapat Mutia *et al.* (2020) bahwa strategi pembelajaran yang menekankan partisipasi aktif peserta

didik dalam berpikir, dan berpendapat akan berpengaruh pada hasil pembelajaran yang baik pula. Tahap akhirnya adalah evaluasi, yang dilakukan melalui pemberian tes tertulis pada akhir diskusi untuk mengevaluasi pencapaian pembelajaran. Soal yang diberikan berupa soal *essay* dengan tipe literasi sains. Tahap ini peserta didik dilatih untuk dapat menjawab pertanyaan berkaitan dengan konsep, fakta dan hukum dalam sains, dilatih untuk dapat memahami prosedur ilmiah dan konsep bukti dalam interpretasi data guna memperoleh pengetahuan, serta peserta didik dilatih untuk dapat memberi bukti dan membedakan antara fakta dan pengamatan.

Hasil penelitian ini yaitu model PBL-GI efektif terhadap kemampuan literasi sains peserta didik pada materi kesetimbangan kimia. Selama proses diskusi peserta didik diberi kebebasan mengutarakan pendapat, menghargai pendapat dan secara bersama mengambil kesepakatan sesuai data hasil literasi sains yang telah dilakukan. Kegiatan tersebut melibatkan peserta didik secara langsung sehingga dapat mengembangkan sikap, berpartisipasi aktif serta meningkatkan literasi sains dengan bimbingan guru (Agustini dan Rati, 2021).

Sampel penelitian ini menggunakan kelas XI B (eksperimen) dan XI A (kontrol). Teknik pengambilan sampel secara acak dilakukan menggunakan *cluster*

random sampling, selanjutnya dilakukan analisis data sampel. Analisis data sampel terdiri dari uji normalitas dan homogenitas menggunakan nilai *pre-tes* pada materi kesetimbangan kimia. Hasil analisis menunjukkan bahwa sampel berdistribusi normal dengan nilai signifikansi $0,091 > 0,05$ pada kelas eksperimen dan $0,307 > 0,05$ pada kelas kontrol. Hasil uji homogenitas dengan nilai signifikansi $0,226 > 0,05$ menunjukkan sampel homogen. Berdasarkan data tersebut, kedua kelas memiliki kemampuan dan karakteristik yang serupa sehingga dapat digunakan sebagai sampel penelitian.

Tahap selanjutnya, penelitian dilakukan pada kedua kelas selama 4 kali pertemuan. Kelas eskperimen diberikan pembelajaran dengan model PBL-GI, sedangkan kelas kontrol dengan model pembelajaram konvensional. Pertemuan pertama, pada kelas eksperimen peserta didik diminta untuk menyelesaikan soal *pre-test*. Tahap pengerjaan soal *pre-test* selesai, selanjutnya pendidik menyajikan masalah serta pertanyaan berkaitan dengan kehidupan sehari-hari melalui PPT. Terkait materi kesetimbangan dinamis dan tetapan kesetimbangan kimia. Contohnya pada pembakaran kertas, pendidihan air pada panci tertutup, dan akibat terlalu banyak nitrogen dioksida akibat aktivitas kendaraan bermotor. Pendidik membagi kelas menjadi 6 kelompok untuk melakukan diskusi.

Peserta didik diminta mencari informasi terkait masalah tersebut. Setiap anggota kelompok bebas menyampaikan pendapat untuk menemukan solusi yang tepat. Selama pembelajaran, peserta didik diminta untuk aktif memberikan tanggapan dalam proses pemecahan masalah. Pertemuan kedua, pendidik mengorganisasikan peserta didik untuk belajar bersama kelompok yang telah dibuat. Anggota kelompok bekerjasama untuk menemukan solusi atas permasalahan yang disajikan. Pendidik dan peserta didik bersama-sama menyimpulkan materi yang dipelajari. Hasil diskusi kelompok tercantum dalam **Lampiran 13**.

Pertemuan ketiga, pendidik melakukan penguatan materi sebelumnya, kemudian peserta didik kembali berkelompok. Subtopik yang dipelajari yaitu pergeseran kesetimbangan kimia akibat faktor konsentrasi, suhu, volume dan tekanan. Contohnya pada seorang scuba diving, pembuatan pupuk urea, dan fenomena hipoksia. Peserta didik mencari informasi dari berbagai sumber untuk dapat menjawab masalah pada lembar kerja yang diberikan. Pendidik membimbing dan memberi bantuan jika diperlukan. Peserta didik dan pendidik bersama-sama menyimpulkan materi pembelajaran. Pertemuan keempat peserta didik diminta mengerjakan soal *post-test*. Tujuannya adalah untuk mengetahui peningkatan

pengetahuan setelah menerapkan model PBL-GI. Jawaban *post-test* peserta didik tercantum pada **Lampiran 14**.

Pertemuan pertama pada kelas kontrol, peserta didik diinstruksikan untuk menyelesaikan soal *pre-test* sebelum memulai proses belajar. Tahap selanjutnya peserta didik diberikan stimulus dan beberapa pertanyaan agar dapat membangkitkan semangat belajar dan rasa penasaran. Peserta didik diminta membaca dan meresume materi. Tahap selanjutnya peserta didik diberi soal kemudian dijawab secara bergantian maju di depan kelas. Pendidik dan peserta didik bersama-sama menyimpulkan materi yang telah dipelajari.

Pertemuan kedua, peserta didik diminta untuk lebih aktif dalam pembelajaran. Pembelajaran masih difokuskan pada guru dan penyampaian materi melalui diskusi dan pemberian tugas. Pendidik dan peserta didik bersama-sama menyimpulkan materi pembelajaran. Pertemuan ketiga, pendidik melakukan penguatan materi yang telah dipelajari, pembelajaran seperti pada pertemuan sebelumnya. Peserta didik didorong untuk membiasakan membaca dan mencari solusi dari permasalahan yang diberikan dan melakukan diskusi bersama apabila ada yang belum dipahami. Pertemuan keempat, dilakukan evaluasi pembelajaran dengan memberikan soal *post-test*

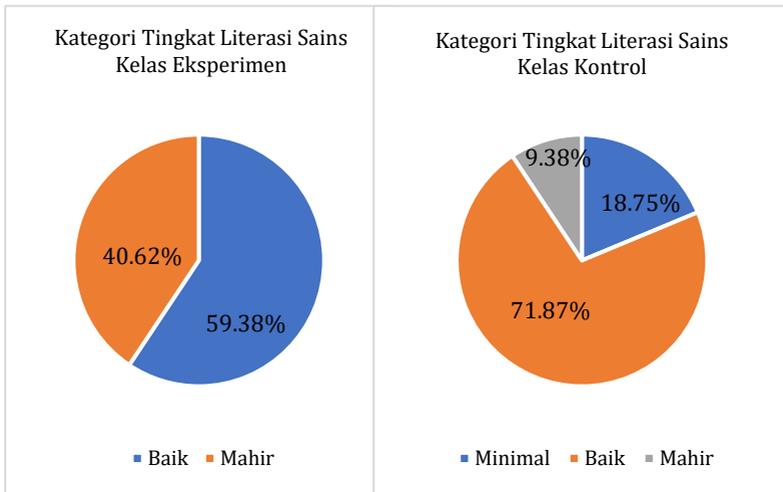
untuk mengetahui kemampuan akhir setelah adanya pembelajaran.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh data kuantitatif. Analisis data akhir menggunakan uji normalitas dan homogenitas dari nilai *post-test* kedua kelas. Hasil uji normalitas menunjukkan nilai sigifikansi sebesar 0,326 untuk kelas eksperimen dan 0,324 untuk kelas kontrol, menunjukkan bahwa kedua sampel memiliki distribusi normal. Hasil uji homogenitas menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,071 sehingga sampel dikatakan homogen. Uji normalitas dan homogenitas digunakan sebagai persyaratan sebelum melakukan uji hipotesis.

Implementasi model PBL-GI efektif terhadap kemampuan literasi sains peserta didik pada materi kesetimbangan kimia. Soal literasi sains penelitian ini berdasar pada tiga aspek pengukuran yaitu menjelaskan fenomena secara ilmiah, mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah, dan menafsirkan data dan bukti secara ilmiah. Ketiganya mencakup aspek pengetahuan yang terdiri dari pengetahuan konten, prosedural dan epistemik. Materi yang diajarkan pada penelitian ini adalah kesetimbangan kimia yang dapat dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari, sehingga aspek konteks dapat terpenuhi.

Dua belas butir soal yang diberikan mencakup 5 indikator kompetensi literasi sains, yaitu 3 soal dengan indikator mengingat dan menggunakan pengetahuan ilmiah secara tepat, 3 soal dengan indikator membuat dan membenarkan prediksi, 2 soal dengan indikator mengevaluasi cara mengeksplorasi pertanyaan yang diberikan secara ilmiah, 1 soal dengan indikator mengonversi data dari satu representasi ke representasi lain, dan 3 soal dengan indikator menganalisis dan menafsirkan data serta membuat kesimpulan yang tepat.

Analisis tingkat literasi sains menggunakan nilai *post-test* kedua sampel. Jawaban peserta didik diberikan skor nol sampai lima berdasarkan keakuratan jawaban sesuai dengan kunci jawaban yang ditetapkan. Nilai tersebut dijumlahkan dan diubah menjadi persentase untuk mengklasifikasikan tingkat kompetensi literasi sains. Hasil analisis tingkat literasi sains kelas eksperimen dengan kategori baik sebanyak 19 peserta didik, dan kategori mahir sebanyak 13 peserta didik, sedangkan kelas kontrol menunjukkan tingkat kompetensi kategori minimal sebanyak 6 peserta didik, kategori baik sebanyak 23 peserta didik, dan kategori mahir 3 peserta didik. Persentase tiap kategori tingkat kompetensi dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Persentase Kategori Tingkat Literasi Sains

Hasil pada Gambar 4.1 menunjukkan bahwa secara umum kemampuan literasi sains peserta didik kelas eksperimen berada pada kategori baik yakni 59,38% dimana lebih dari setengah peserta didik berada pada kategori ini, disusul kategori mahir 40,62%. Kemampuan literasi sains kelas kontrol secara umum juga berada pada kategori baik yakni 71,87%, disusul oleh kategori minimal 18,75% kemudian mahir 9,38%. Beragamnya kategori kemampuan literasi sains peserta didik dari kedua kelas dapat diakibatkan oleh belum terbiasanya mengerjakan soal berbentuk literasi sains (Fuadi *et al.*, 2020). Bagi peserta didik yang berkategori baik menandakan bahwa dasar dalam menyelesaikan masalah yang digunakan adalah pemahaman konsep yang dimiliki.

Menurut Nofiana dan Julianto (2018) menyatakan rendahnya kemampuan literasi sains mengakibatkan peserta didik kurang tanggap dalam perkembangan dan permasalahan di lingkungan sekitar. Peningkatan kemampuan literasi sains peserta didik dapat dilihat pada jawaban yang diberikan dalam soal *post-test*. Berikut beberapa contoh jawaban *post-test* peserta didik pada indikator aspek kompetensi literasi sains.

1. Indikator mengingat dan menggunakan pengetahuan ilmiah secara tepat

1. a) $\text{CaO(s)} + \text{CO}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{CaO}_3\text{(s)}$, Keseimbangan dinamis adalah kesetimbangan yang selalu dilihat secara mikroskopis terjadi secara terus-menerus / bolak-balik dan konsentrasi serta produk tidak berubah (terjadi di sistem tertutup).

✓ Seimbang:

- Laju reaksi ke kiri sama dengan laju reaksi ke kanan
- Reaksi terjadi 2 arah (reversible)
- Terdapat tanda " \rightleftharpoons "

Gambar 4.2 Jawaban *Post-test* Peserta Didik 1

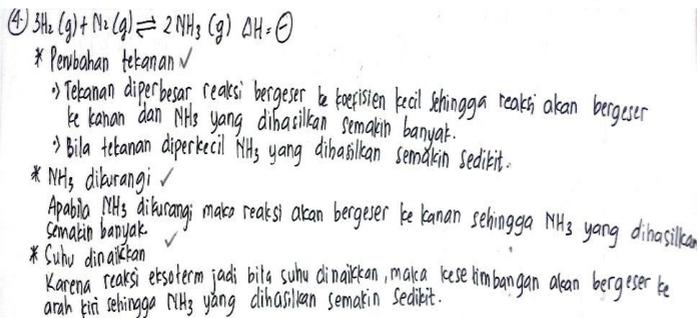
1^a) a. Keseimbangan dinamis adalah suatu reaksi ke kiri sama dengan reaksi ke kanan, dan bersifat bolak-balik (reversibel)

Gambar 4.3 Jawaban *Post-test* Peserta Didik 2

Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 menyajikan contoh jawaban peserta didik dalam menyelesaikan soal indikator mengingat dan menggunakan pengetahuan ilmiah secara tepat. Soal berisi bacaan terkait zat penyusun terumbu

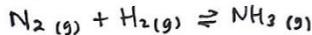
karang yang termasuk dalam aspek konteks bidang lingkungan. Peserta didik diminta menuliskannya dalam bentuk reaksi kesetimbangan kimia, menjelaskan pengertian kesetimbangan dinamis disertai alasannya. Hal ini termasuk dalam aspek pengetahuan konten karena peserta didik dalam menjawab soal tersebut mengandalkan kemampuan hafalan terhadap materi yang terdapat pada soal. Peserta didik 1 sudah menjawab dengan tepat reaksi kesetimbangan pada terumbu karang beserta fasanya, kemudian sudah menjelaskan dengan tepat sesuai pemahamannya mengenai definisi kesetimbangan dinamis serta menyebutkan alasannya. Peserta didik 2 kurang memahami maksud soal karena belum bisa menuliskan reaksi kesetimbangan pada terumbu karang beserta fasanya, serta penjelasan mengenai kesetimbangan dinamis juga belum tepat diberikan.

2. Indikator membuat dan membenarkan prediksi



Gambar 4.4 Jawaban *Post-test* Peserta Didik 3

7. Kesetimbangan akan dipengaruhi oleh perubahan tekanan yaitu apabila tekanan diperbesar maka volume akan diperkecil dan kesetimbangan akan bergeser ke arah yang koefisiennya lebih kecil, kemudian jika tekanan diperkecil maka volume akan diperbesar dan kesetimbangan bergeser ke arah koef yang lebih besar.



Apabila NH_3 dikurangi maka konsentrasi produk ber (-) dan kesetimbangan bergeser ke kanan.
jika suhu dinaikkan bergeser ke produk.

Gambar 4.5 Jawaban Post-test Peserta Didik 4

Gambar 4.4 dan Gambar 4.5 menyajikan contoh jawaban peserta didik dalam menyelesaikan soal indikator membuat dan membenarkan prediksi. Soal berisi informasi awal terkait zat yang terlibat dalam pembuatan amonia yang termasuk dalam aspek konteks bidang industri. Peserta didik diminta memprediksi arah kesetimbangan akibat perubahan tekanan, konsentrasi, dan suhu disertai alasannya. Hal ini termasuk dalam aspek pengetahuan epistemik karena mengandalkan kemampuan berpikir untuk memahami sebuah konsep dan memberikan alasan. Peserta didik 3 sudah mampu menjawab kemungkinan pergeseran kesetimbangan yang terjadi dengan tepat. Analisis jawaban peserta didik 4 juga sudah menjawab dengan tepat, namun masih ada yang kurang tepat dalam memprediksi pergeseran.

3. Indikator mengevaluasi cara mengeksplorasi pernyataan yang diberikan secara ilmiah

- (d) 1.) Salah, karena menaikkan suhu akan membuat hasil reaksi (NH_3) menjadi berkurang. Seharusnya suhu diturunkan.
- 2.) Benar, karena reaksi pembentukan amonia akan menghasilkan kalor ke lingkungan. dan ΔH nya bernilai (-)
- 3.) Benar.
- 4.) Salah, karena pada suhu rendah produk peruraian NH_3 akan bertambah banyak.
- 5.) Salah, karena katalis tidak menaikkan harga ke melainkan mempercepat laju reaksinya.

Gambar 4.6 Jawaban *Post-test* Peserta Didik 5

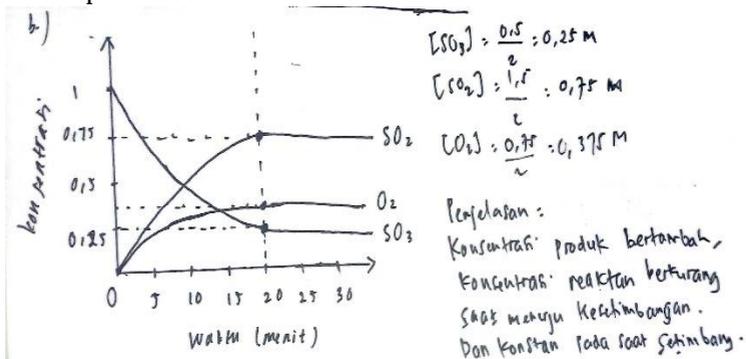
- d) 1. salah (naikkan hasil reaksi NH_3 dengan suhu naik)
2. benar
3. benar (pembentukan amonia adalah r. eksotermis)
4. benar (entalpi peruraian amonia harga -) peruraian amonia lebih besar pada suhu rendah.
5. salah (naikkan harga katalis = naik harga tetapan kesetimbangan)

Gambar 4.7 Jawaban *Post-test* Peserta Didik 6

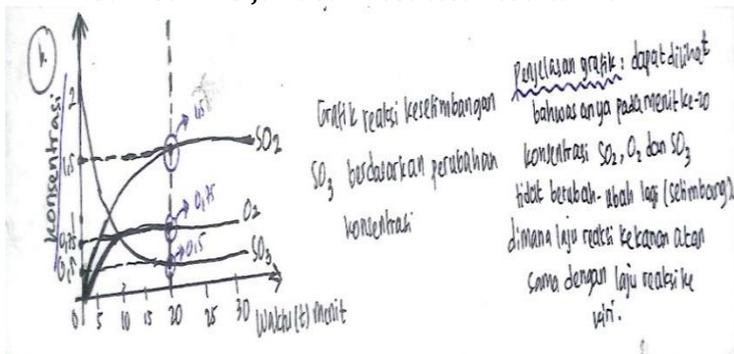
Gambar 4.6 dan 4.7 menyajikan contoh jawaban peserta didik menyelesaikan soal indikator mengevaluasi cara mengeksplorasi pertanyaan yang diberikan secara ilmiah. Informasi awal yang diberikan pada soal berupa teks dan berupa tabel mengenai pupuk urea dari amonia, hal ini termasuk dalam aspek konteks bidang industri.

Peserta diminta mengevaluasi pernyataan berkaitan dengan K_c , K_p , dan faktor pergeseran kesetimbangan kimia disertai alasannya, termasuk dalam aspek pengetahuan epistemik. Peserta didik 5 sudah mampu mengidentifikasi sebagian besar serta memberi alasan tepat, namun peserta didik 6 masih belum menjawab dengan benar meskipun ada beberapa yang dapat dijawab dengan benar.

4. Indikator mengonversi data dari satu representasi ke representasi lain



Gambar 4.8 Jawaban Post-test Peserta Didik 7



Gambar 4.9 Jawaban Post-test Peserta Didik 8

Gambar 4.8 dan Gambar 4.9 menyajikan contoh jawaban peserta didik menyelesaikan soal indikator mengonversi data dari satu representasi ke representasi lain. Informasi awal pada soal berupa teks bacaan dan grafik jumlah SO_3 terhadap waktu, termasuk dalam aspek konteks bidang sumber daya alam. Peserta didik diminta menggambarkan diagram reaksi yang terjadi berdasarkan perubahan konsentrasi sebagai fungsi waktu. Hal ini termasuk aspek pengetahuan prosedural karena mengandalkan kemampuan berpikir untuk memahami suatu hal dan menarik kesimpulan dari hal tersebut. Peserta didik 7 sudah tepat dalam memberikan penjelasan maupun gambar yang diberikan. Peserta didik 8 kurang tepat dalam menggambarkan diagram, seharusnya yang digunakan dalam penentuan grafik adalah konsentrasi zat bukan mol zat.

5. Indikator menganalisis dan menafsirkan data serta membuat kesimpulan yang tepat

(b) Diket: suhu 25°C
 $P_{\text{H}_2} = 1 \text{ atm}$
 $P_{\text{N}_2} = 10 \text{ atm}$
 Ditanya: $P_{\text{total}}?$

Jawab: $K_p = \frac{(P_{\text{NH}_3})^2}{(P_{\text{N}_2})(P_{\text{H}_2})^3}$
 $9 \times 10^5 = \frac{(P_{\text{NH}_3})^2}{(10)(1)^3}$
 $9 \times 10^5 = \frac{(P_{\text{NH}_3})^2}{10}$

$\sqrt{9 \times 10^5} = P_{\text{NH}_3}$
 $3 \times 10^3 = P_{\text{NH}_3}$
 $3000 = P_{\text{NH}_3}$

$P_{\text{total}} = P_{\text{NH}_3} + P_{\text{H}_2} + P_{\text{N}_2}$
 $= 3000 + 10 + 1$
 $= 3011$

Gambar 4.10 Jawaban *Post-test* Peserta Didik 9

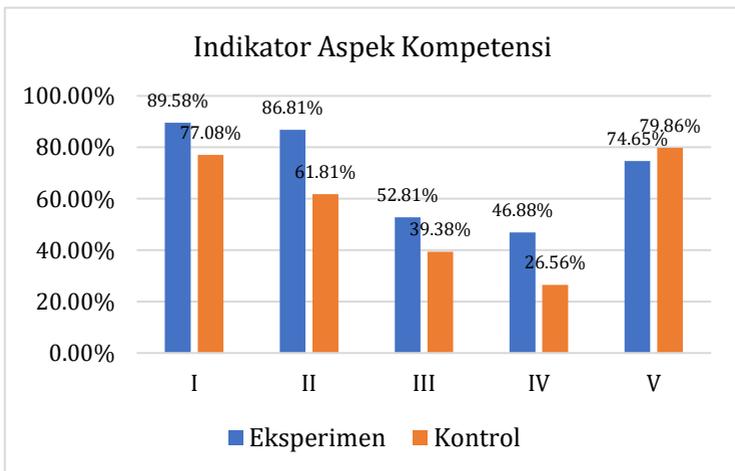
$$\begin{aligned}
 6.) \quad K_p &= \frac{(P_{NH_3})^2}{(P_{N_2})(P_{H_2})^3} \\
 9 \cdot 10^5 &= \frac{(P_{NH_3})^2}{(10)(1)^3} \\
 (P_{NH_3})^2 &= 9 \cdot 10^5 \cdot 10 \cdot 1 \\
 &= 9 \cdot 10^6 \\
 P_{NH_3} &= \sqrt{9 \cdot 10^6} \\
 &= 3 \cdot 10^3
 \end{aligned}$$

Gambar 4.11 Jawaban *Post-test* Peserta Didik 10

Gambar 4.10 dan 4.11 menyajikan contoh jawaban peserta didik menyelesaikan soal indikator menganalisis dan menafsirkan data serta membuat kesimpulan yang tepat. Telah diberikan informasi awal berupa teks singkat dan tabel terkait pembuatan amonia, hal ini termasuk dalam aspek konteks bidang industri. Peserta didik diminta menentukan tekanan total pada kesetimbangan apabila diketahui tekanan zat pereaksi dan K_p , termasuk dalam aspek pengetahuan prosedural. Peserta didik 9 sudah mampu menuliskan variabel yang dibutuhkan atau rumus yang digunakan, namun peserta didik 10 belum mengerjakan perhitungan dengan sempurna, dan masih ada kesalahan dalam perhitungan.

Berdasarkan analisis jawaban *post-test*, peserta didik telah menggunakan bahasa sendiri dengan memberikan jawaban benar dan bervariasi dari wacana yang diberikan. Kemampuan berpikir tingkat tinggi melibatkan kemampuan untuk menafsirkan informasi

mendalam dan membuat keputusan yang terinformasi dipengaruhi oleh kebiasaan membaca, menganalisis bacaan, dan pembelajaran yang mengarah pada pemberian penjelasan (Ayu, Suryanda, & Wulaningsih, 2018). Semakin sering peserta didik membaca maka pengetahuannya akan semakin kompleks. Sesuai dengan penelitian Azrai *et al.*, (2020) bahwa rendahnya kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik diakibatkan oleh minat bacanya yang rendah sehingga kesulitan memahami soal-soal yang diberikan. Persentase skor yang diperoleh pada setiap nomor soal *post-test* berdasarkan indikator aspek kompetensi literasi sains disajikan pada Gambar 4.12 di bawah ini.



Gambar 4.12 Hasil Persentase Indikator Aspek Kompetensi

Keterangan:

- I. Mengingat dan menggunakan pengetahuan ilmiah secara tepat
- II. Membuat dan membenarkan prediksi
- III. Mengevaluasi cara mengeksplorasi pertanyaan yang diberikan secara ilmiah
- IV. Mengonversi data dari satu representasi ke representasi lain
- V. Menganalisis dan menafsirkan data serta membuat kesimpulan yang tepat

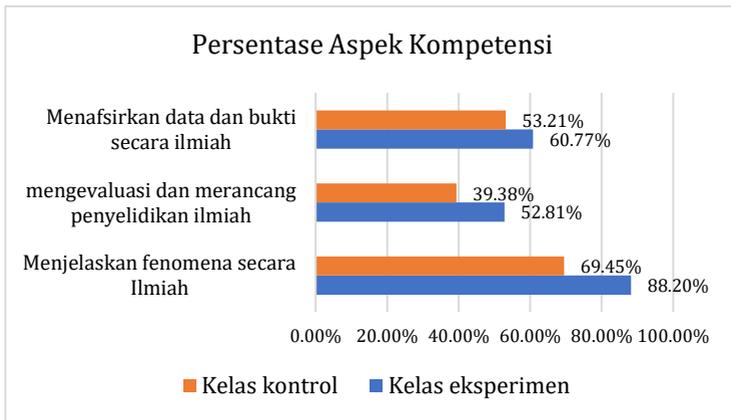
Berdasarkan Gambar 4.12 diketahui bahwa persentase indikator aspek kompetensi kelas eksperimen tiap indikator lebih unggul dibanding kelas kontrol. Paling tinggi ditunjukkan pada indikator I kelas eksperimen sebesar 89,58% sedangkan kelas kontrol 77,08%. Indikator II kelas eksperimen mencapai 86,81% sementara kelas kontrol mencapai 61,81%. Indikator III kelas eksperimen mencapai 52,81% dan kelas kontrol mencapai 39,38%. Indikator IV kelas eksperimen mencapai 46,88% dan kelas kontrol mencapai 26,56%. Terakhir indikator V kelas eksperimen mencapai 74,65% sedangkan kelas kontrol mencapai 79,86%.

Indikator I tidak ada peserta didik yang memperoleh skor 0, hanya sedikit peserta didik yang memperoleh skor 1 dan 2 serta mayoritas memperoleh skor 3 karena dapat

mengidentifikasi dan memberikan penjelasan berkaitan dengan fenomena yang disajikan. Indikator II mayoritas peserta didik mendapat skor 3 dan 2 serta sedikit memperoleh skor 1 dan 0 karena sudah mampu membuat prediksi dengan mengaitkan data pada soal. Indikator III peserta didik memperoleh skor 0 karena tidak menuliskan jawaban, dan hanya sedikit yang memperoleh skor 1, 2, 3 dan 4 karena hanya mengevaluasi beberapa pernyataan yang ada pada soal. Mayoritas peserta didik memperoleh skor 5 karena sudah mampu mengevaluasi serta menuliskan data pendukung dengan tepat dan jelas.

Indikator IV, peserta didik banyak memperoleh skor 1 dengan sedikit yang memperoleh skor 2, dikarenakan kurang tepat dalam memberikan penjelasan pada grafik yang telah dibuat, peserta didik memperoleh skor 0 karena memberikan jawaban yang tidak berdasarkan data yang ada. Indikator V mayoritas peserta didik memperoleh skor 2 serta sedikit yang memperoleh skor 3 karena hanya sedikit yang mampu menuliskan secara lengkap variabel yang dibutuhkan atau rumus yang digunakan. Peserta didik mendapatkan skor 1 karena hanya memberikan kesimpulan dari data tanpa menafsirkan data terlebih dahulu. Peserta didik memperoleh skor 0 karena memberikan jawaban tidak berdasarkan data. Indikator I dan II masuk dalam kompetensi menjelaskan fenomena

secara ilmiah, indikator III masuk dalam kompetensi mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah, serta indikator IV dan V masuk dalam kompetensi menafsirkan data dan bukti secara ilmiah. Hasil analisis jawaban peserta didik diperoleh rata-rata persentase literasi sains aspek kompetensi seperti pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Persentase Aspek Kompetensi

Berdasarkan Gambar 4.13 dapat diketahui bahwa persentase rata-rata kemampuan literasi sains aspek kompetensi kelas eksperimen lebih unggul daripada kelas kontrol. Peserta didik dapat menjawab soal dengan baik dan benar terutama pada kompetensi menjelaskan fenomena secara ilmiah, kelas eksperimen mencapai 88,20% sedangkan kelas mencapai 69,45%. Posisi kedua kompetensi menafsirkan data dan bukti secara ilmiah pada kelas eksperimen sebesar 60,77% sedangkan kelas kontrol

53,21%. Posisi terakhir kompetensi mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah sebesar 52.81% pada kelas eksperimen sedangkan kelas kontrol sebesar 39,38%.

Kompetensi menjelaskan fenomena secara ilmiah memiliki skor paling tinggi karena peserta didik hanya dituntut mengingat dan mengenali suatu fenomena ilmiah. Peserta didik dapat merumuskan pernyataan singkat berdasarkan fakta dan mengambil keputusan berdasarkan pengetahuan ilmiah (OECD, 2019). Kompetensi mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah memiliki rata-rata paling rendah dari ketiga kompetensi. Peserta didik dituntut untuk mengerti, memeriksa penyelidikan ilmiah dan menetapkan langkah untuk menjawab pertanyaan secara ilmiah. Evaluasi juga dipengaruhi oleh kualitas memori peserta didik. Kompetensi ini mencakup kemampuan peserta didik dalam melakukan kolaborasi, berkomunikasi, berpikir kritis dan evaluatif (Rahmadani, Setiadi, & Yamin, 2022).

Kompetensi menafsirkan data dan bukti secara ilmiah lebih rendah daripada kompetensi menjelaskan fenomena secara ilmiah karena belum semua peserta didik mampu menyimpulkan berdasarkan data dalam bentuk tabel atau grafik. Sesuai pendapat Mawardini, Permanasari, & Sanjaya (2015) bahwa rendahnya tingkat literasi sains peserta didik disebabkan oleh sulitnya

mengolah dan menggunakan informasi yang diberikan dalam bentuk tabel atau grafik. Peserta didik tidak dapat mengandalkan kemampuan menghafal, tetapi juga mengembangkan kemampuan analisis, pemahaman dan kemampuan membuat kesimpulan (Irwan, Usman, & Amin, 2019). Hal tersebut di atas sesuai dengan penelitian Rusilowati (2014) bahwa peserta didik lebih mengandalkan hafalan daripada mengembangkan keterampilan proses sains, hal ini dapat dilihat dari kecenderungan peserta didik menguasai pengetahuan menggunakan hafalan bukan kemampuan berpikir.

Analisis data selanjutnya yaitu uji hipotesis. Berdasarkan uji normalitas dan uji homogenitas hasil *pre-test* dan *post-test* kedua kelas, menunjukkan data berdistribusi normal dan homogen. Mengetahui terjadi tidaknya perbedaan perlakuan maka dilakukan uji perbedaan dua rata-rata menggunakan uji satu pihak (kanan). Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai t_{hitung} sebesar 4,824 > t_{tabel} sebesar 1,669. Hasil ini mengindikasikan bahwa kelas eksperimen yang menerapkan model PBL-GI memiliki kemampuan literasi sains yang lebih baik dibandingkan dengan kelas kontrol yang menggunakan model pembelajaran konvensional. Rata-rata hasil *post-test* untuk kelas eksperimen adalah 74,06 sedangkan kelas kontrol sebesar 61,94.

Peningkatan literasi sains dipengaruhi oleh pendekatan pembelajaran berbasis masalah dengan strategi investigasi, yang menggunakan tahapan terstruktur untuk melatih kemampuan berpikir dan sikap ilmiah peserta didik melalui kegiatan penyelidikan dan analisis. Hal ini secara signifikan meningkatkan literasi sains peserta didik (Fauziah, Andayani, & Hakim, 2019). Selaras dengan penelitian Handayani, Rusilowati, & Sarwi (2020) menyatakan bahwa lembar kerja peserta didik dapat membantu meningkatkan kemampuan literasi sains baik ranah kognitif, afektif dan psikomotorik. Berbeda dengan kelas kontrol yang menerapkan model pembelajaran konvensional sering kali didominasi oleh ceramah dari guru, sesi tanya jawab yang cenderung satu arah dan pemberian tugas kepada peserta didik. Mengakibatkan peserta didik tidak aktif dan sulit mengembangkan kemampuan literasi sains secara maksimal. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Jufrida *et al.* (2019) menyatakan bahwa literasi sains dipengaruhi oleh teman, guru, sarana prasarana pembelajaran, kecerdasan, motivasi dan partisipasi peserta didik.

Peningkatan kemampuan literasi sains dibuktikan dengan analisis uji N-gain pada Tabel 4.13 menyatakan bahwa peningkatan rata-rata kemampuan literasi sains peserta didik kelas eksperimen (0,6487) lebih tinggi

daripada kelas kontrol (0,5064), keduanya berkategori sedang. Tafsiran efektivitas model pembelajaran pada kelas eksperimen 64,87% dengan kategori cukup efektif sedangkan kelas kontrol sebesar 50,64% dengan kategori kurang efektif. Hasil *post-test* kelas eksperimen menunjukkan peningkatan kemampuan literasi sains peserta didik dibandingkan dengan hasil *pre-test* sebelum dilakukan perlakuan. Hasil *pre-test* dan *post-test* kelas eksperimen dan kontrol dapat dilihat pada **Lampiran 15**.

D. Keterbatasan Penelitian

Peneliti menyadari bahwa dalam melakukan penelitian ini terdapat keterbatasan. Keterbatasan tersebut diantaranya yaitu:

1. Keterbatasan Tempat

Penelitian dilaksanakan hanya di SMAN 1 Kendal, sehingga hasil penelitian hanya berlaku untuk SMAN 1 Kendal.

2. Keterbatasan Waktu

Waktu penelitian dibatasi sesuai keperluan yang berhubungan dengan penelitian.

3. Keterbatasan Kemampuan

Peneliti menyadari keterbatasan kemampuan yang dimiliki. Akan tetapi, dalam penelitian ini peneliti telah melakukan yang terbaik sesuai kemampuan serta arahan dari dosen pembimbing.

4. Keterbatasan Materi yang diteliti

Penelitian terbatas pada materi kesetimbangan kimia. Selain materi kesetimbangan kimia, model PBL-GI juga bisa diterapkan pada materi lain.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Model PBL-GI efektif terhadap kemampuan literasi sains peserta didik pada materi kesetimbangan kimia. Hal tersebut berdasarkan hasil uji hipotesis diperoleh $t_{hitung} = 4,824 > t_{tabel} = 1,669$, maka kemampuan literasi sains peserta didik yang menerapkan model PBL-GI lebih baik dari kemampuan literasi sains peserta didik dengan model konvensional. Peningkatan hasil *pre-test* dan *post-test* pada uji N-gain kelas eksperimen sebesar 0,6487 atau 64,87% kategori sedang dengan tafsiran efektivitas kategori cukup efektif. Hasil uji N-gain kelas kontrol sebesar 0,5064 atau 50,64% kategori sedang dengan tafsiran efektivitas kategori kurang efektif.
2. Hasil analisis profil individu kelas eksperimen dikategorikan menjadi dua setelah diberikan *post-test* kemampuan literasi sains, yaitu 59,38% kategori baik dan 40,62% kategori mahir. Kelas kontrol dikategorikan menjadi tiga, yaitu 18,75% kategori minimal, 71,87% kategori baik, dan 9,38% kategori mahir.

B. Implikasi

Hasil penelitian mengenai efektivitas model PBL-GI terhadap kemampuan literasi sains peserta didik pada materi kesetimbangan kimia mempunyai implikasi sebagai berikut:

1. Pemilihan model pembelajaran yang tepat dapat mempengaruhi pemahaman dan kemampuan literasi sains peserta didik. Penggunaan model pembelajaran PBL-GI efektif terhadap kemampuan literasi sains. Peserta didik memiliki peningkatan literasi sains yang mencakup aspek konteks, pengetahuan dan kompetensi.
2. Model PBL-GI dapat melatih peserta didik dalam memecahkan masalah, berargumentasi dan penguatan keterampilan. Peserta didik lebih berani bertukar pendapat, serta memberikan gagasan lain selain dari penjelasan guru maupun buku, dan terampil berbicara serta berdiskusi.

C. Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan yaitu:

1. Bagi pendidik, dapat menerapkan model PBL-GI agar dapat mendorong peserta didik lebih aktif dan tercipta suasana belajar yang tidak membosankan.

2. Bagi peneliti lain apabila berkeinginan melakukan penelitian dengan menerapkan model PBL-GI diharapkan dapat melakukan penelitian dengan materi kimia lainnya, terhadap kemampuan peserta didik lainnya, dan menyusun lembar kerja peserta didik yang menarik.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, F. S., & Rahayu, S. (2023). *Development and Utilization of Instrument Using PISA Framework to Improve Chemistry Literacy Ability: A systematic Review*. *Development and Utilization of Instrument Using PISA Framework to Improve Chemistry Literacy Ability: A Systematic Review*. January. <https://doi.org/10.1063/5.0113478>
- Agustini, N. K. A., & Rati, N. W. (2021). Penerapan Model Problem Based Learning untuk Meningkatkan Hasil Belajar Tematik (Muatan Pelajaran IPA) Siswa Kelas V. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Profesi Guru*, 4(2), 200–208.
- Al Maraghi, I. . (1993). *Tafsir Al Maraghi*. Semarang: CV Thaha Putra TTh.
- Ananda, R. (2019). *Perencanaan Pembelajaran*. Medan: Lembaga Peduli Pengembangan Pendidikan Indonesia (LPPPI).
- Ardianto, D., & Rubini, B. (2016). Comparison of Student's Scientific Literacy in Integrated Science Learning Through Model of Guided Discovery and Problem Based Learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(1), 31–37. <https://doi.org/10.15294/jpii.v5i1.5786>
- Ardithayasa, W., & Yudiana, K. (2020). Model Pembelajaran Group Investigation (GI) Berbasis Tri Hita Karana Terhadap Hasil Belajar IPA. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 4(2), 163–173.
- Arends, R. I. (2012). *Learning to Teach Edisi ke Sembilan*. New York: Perusahaan McGraw-Hill.
- Arikunto, S. (2018). *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Astuti, Y. P. (2020). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Group Investigation dengan Advance Organizer untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Keterampilan Pemecahan Masalah pada Siswa SMP. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(2), 83–90.
- Aulia, L. N., Susilo, S., & Subali, B. (2019). Upaya Peningkatan

- Kemandirian Belajar Siswa dengan Model Problem-Based Learning Berbantuan Media Edmodo. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 5(1), 69–78.
- Ayu, N. A., Suryanda, A., & Wulaningsih, R. D. (2018). Hubungan Kebiasaan Membaca dengan Kemampuan Literasi Sains Siswa SMA di Jakarta Timur. *Bioma: Jurnal Ilmiah Biologi*, 7(2), 161–171.
<https://doi.org/10.26877/bioma.v7i2.2804>
- Azizi, A., & Irwansah. (2020). Pengaruh Penggunaan Model PBL Terhadap Motivasi Belajar Biologi Siswa Kelas X MIA. *Jurnal Ilmiah Global Education*, 1(1), 24–32.
- Azrai, E. P., Suryanda, A., Wulaningsih, R. D., & Sumiyati, U. K. (2020). Kemampuan Berpikir Kritis dan Literasi Sains Siswa SMA di Jakarta Timur. *Edusains*, 12(1), 90–97.
- Basyiroh, U., Mulyani, B., & Ariani, S. R. D. (2022). Analisis Kesulitan Belajar pada Materi Kesetimbangan Kimia dengan Tes Diagnostik Three-Tier Multiple Choice pada Siswa Kelas XI SMA Negeri 1 Surakarta Tahun Pelajaran 2020/2021. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 11(1), 51–59.
- Baunsele, A. B., Tukan, M. B., Kopon, A. M., Boelan, E. G., Komisia, F., Leba, M. A. U., & Lawung, Y. D. (2020). Peningkatan Pemahaman Terhadap Ilmu Kimia Melalui Kegiatan Praktikum Kimia Sederhana di Kota Soe. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(4), 43–48.
- Chang, R. (2005). *Kimia Dasar Konsep-Konsep Inti Jilid 2*. Jakarta: Airlangga.
- Dandi, A., Gusniwati, & Buhaerah. (2021). Efektivitas Pembelajaran Matematika Berbasis Daring (E-Learning) Terhadap Prestasi Belajar Siswa. *Pi: Mathematics Education Journal*, 4(1), 31–36.
- Dewantara, F. D., & Budiono. (2023). Penerapan Model Pembelajaran PBL dengan Media Video Berbasis Isu Terkini Kebhinekaan untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Logis Peserta Didik kelas X-8 SMA Negeri 7 Kota Kediri. *Jurnal Tinta*, 5(2), 83–91.
- Erdani, Y., Hakim, L., & Lia, L. (2020). Pengaruh Model

- Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Terhadap Kemampuan Literasi Sains Siswa di SMP Negeri 35 Palembang. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 6(1), 45–52.
- Essiam, C., Osei-Antwi, D., & Quayson, C. (2023). Are Chemistry Topics Difficult to Learn? The Stance of Ghanaian Senior High School Students. *International Journal of New Trends in Arta, Sports & Science Education*, 12(2), 112–121.
- Faiz, A., & Kurniawaty, I. (2020). Konsep Merdeka Belajar Pendidikan Indonesia dalam Perspektif Filsafat Progresivisme. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 12(2), 155–164.
- Fauzi, F., Erna, M., & Linda, R. (2021). The Effectiveness of Collaborative Learning Throughtechniques. *Jorunal of Educational Sciences*, 5(1), 198–208.
- Fauziah, N., Andayani, Y., & Hakim, A. (2019). Meningkatkan Literasi Sains Peserta Didik Melalui Pembelajaran Berbasis Masalah Berorientasi Green Chemistry Pada Materi Laju Reaksi. *Jurnal Pijar MIPA*, 14(2), 31–35.
- Febryana, N. E., Septiana, N., & Rohmandi, M. (2020). Sikap Ilmiah dan Literasi Sains Peserta Didik Menggunakan Model Pembelajaran Nature of Science (NOS) Berbantuan E-Book Online pada Materi Pewarisan Sifat Kelas IX MTS Muslimat NU Palangka Raya. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*, 405–419.
- Fibonacci, A. (2020). *Literasi Sains dan Implementasinya dalam Pembelajaran Kimia*. Insan Cendekia Mandiri.
- Firdaus, M., & Asmali. (2021). *Pengembangan Instrumen Penilaian Berbasis Literasi Sains*. Kemendikbudristek.
- Fitri, A. Z., & Haryanti, N. (2020). *Metodologi Penelitian Pendidikan: Kuantitatif, Kualitatif, Mixed Method, dan Research and Development*. Madani Media.
- Fitria, D., Lufri, Imran, A., & Ahda, Y. (2022). Studi Literature Model Problem Based Learning. *International Journal Of Humanities Education And Social Sciences (IJHESS)*, 1(6), 908–920.
- Fuadi, H., Robbia, A. Z., Jamaluddin, & Jufri, A. W. (2020).

- Analisis Faktor Penyebab Rendahnya Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 5(2), 108–116.
- Furqan, M. I., Sari, D. D. P. U., & Haeruddin, H. (2023). Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Group Investigation untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Peserta Didik di SMA Negeri 11 Sidrap. *Jurnal Pemikiran Dan Pengembangan Pembelajaran*, 5(2), 543–547.
- Ganiati, M., Nuryana, D., Thahira, N. F., & Hidayat, W. (2018). Penerapan Strategi Pembelajaran Think talk Write (TTW) untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 2(6), 1772–1778.
- Garaika, & Darmanah. (2019). *Metodologi penelitian*. CV. Hira Tech.
- Hake, R. R. (1999). Analyzing Change/Gain Score. *Edukimia*, 1(1), 1–4.
- Hamid, R., Hidayat, A., & Safitri, A. (2021). Pengaruh Penerapan Model Problem Based Learning (PBL) terhadap Prestasi Belajar Siswa. *Jurnal Ilmu Manajemen Sosial Humaniora*, 3(1), 1–9.
- Hanafiah, N., & Suhasana, C. (2009). *Konsep Strategi Pembelajaran*. Bandung: PT. Refika Aditama.
- Handayani, M., Rusilowati, A., & Sarwi, S. (2020). Pengembangan Lembar Kerja Siswa Berbasis Literasi Sains pada Materi Alat-Alat Optik untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Siswa SMP. *Unnes Physic Education Journal*, 9(1), 79–88.
- Harefa, D. (2020). Belajar Fisika Dasar untuk Guru, Mahasiswa dan Pelajar. CV. Mitra Cendekia Media.
- Haryono, & Ekawati, H. (2019). *Kimia Dasar*. Deepublish.
- Hidayah, N., Rusilowati, A., & Masturi. (2019). Analisis Profil Kemampuan :iterasi Sains Siswa SMP/MTs di Kabupaten Pati. *Phenomenon: Jurnal Pendidikan MIPA*, 09(1), 36–47.
- Indriani, Y., Sripatmi, Arjudin, & Subarinah, S. (2021). Kemampuan Mahasiswa Program Studi Pendidikan

- Matematika FKIP Universitas Mataram dalam Membuat RPP dengan Menerapkan Model Problem Based Learning. *Griya Journal of Mathematics Education and Application*, 1(4), 490–501.
- Irwan, A. P., Usman, & Amin, B. D. (2019). Analisis Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik Ditinjau Dari Kemampuan Menyelesaikan Soal Fisika di SMAN 2 Bulukumba. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika (JSPF)*, 15(3), 17–24.
- Jalil, R. M., & Widodo, W. (2019). Development of A-SSI Learning Media (Android Social Scientific Issues) to Improve Science Literation in Earth Coating Subject for First Grade of Junior High School. *Journal of Physics: Conference Series*, 1417(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1417/1/012085>
- Jewaru, A. A. L., Suwasono, P., & Asim. (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), 40–48.
- Jufrida, J., Basuki, F. R., Kurniawan, W., Pangestu, M. D., & Fitaloka, O. (2019). Scientific Literacy and Science Learning Achievement at Junior High School. *Internasioanl Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 8(4), 630–636. <https://doi.org/10.11591/ijere.v8i4.20312>
- Jusriana, A., Wayong, M., & 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), 27–34.
- Juwantara, R. A. (2019). Analisis Teori Perkembangan Kognitif Piaget pada Tahap Anak Usia Operasional Konkret 7-12 tahun dalam Pembelajaran. *Al-Adzka: Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Mafdrasah Ibtidaiyah*, 9(1), 27–34.
- Khasanah, N., & Setiaji, H. A. (2023). The Effectiveness of

- Cooperative Learning Model With Group Investigation (GI) Using Comic Media Towards Mathematical Literacy Ability of VIII Students at SMP Negeri 1 Punggelan. *International Journal of Research in Mathematics Education*, 1(2), 163–174.
- Khusaeri, A., Herman, & Gading, A. S. (2022). Peningkatan Keaktifan dan Hasil Belajar Peserta Didik dalam Proses Pembelajaran Fisika Materi Fluida Dinamis dengan Model Pembelajaran Berbasis Masalah (Problem Based Learning). *Global Journal Pendidikan IPA*, 1(1), 31–37.
- Krisdiana, A., M, R. P. A., & Dwikoranto. (2023). Penerapan Pembelajaran Inovatif (PjBL & PBL) pada Materi Pemanasan Global terhadap Literasi Sains Peserta Didik Kelas X di SMA Negeri 1 Sooko. *PENDIPA: Journal of Science Education*, 7(2), 137–142.
- Kurniasih, I. (2016). *Ragam Perkembangan Model*. Jakarta: Kata Pena.
- Kurniati, E., & Adelia, K. A. C. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning terhadap Literasi Sains Siswa SMA. *Magnetic: Research Journal Of Physics and It's Application*, 3(2), 248–252.
- Kurniawati, T. D., Akhdinirwanti, R. W., & Fatmaryanti, S. D. (2021). Pengembangan E-Modul Menggunakan Aplikasi 3D PageFlip Professional untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains (JIPS)*, 2(2), 32–41.
- Kurniyaningsih, B., & Yonata, B. (2019). Lembar Kegiatan Peserta Didik Berbasis Inkuiri Terbimbing untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik pada Materi Kesetimbangan Kimia. *Unesa Journal of Chemical Education*, 8(1), 75–81.
- Liani, M. A., Irhasyurna, Y., & Hamid, A. (2020). Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Group Investigation Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan hasil Belajar Siswa pada Materi Hidrokarbon. *Journal of Chemistry And Education*, 4(2), 46–51.

- Maleng, A. V., & Hartati, E. (2021). Implementing Group Investigation to Learn Reading for Senior High School Students. *Journal of Language and Literature*, 15(2), 183–192.
- Malik, A., & Chusni, M. M. (2018). *Pengantar Statistika Pendidikan (Pertama)*. Deepublish Publisher.
- Mardhiyana, D., & Sejati, endah O. W. (2016). Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kreatif dan Rasa Ingin Tahu Melalui Model Pembelajaran Berbasis Masalah. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 672–688.
- Mariyati, N., Hayati, M. N., & Arfiani, Y. (2022). Problem Based Learning Berbasis Group Investigation Untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Keterampilan Proses Sains. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA (SENAPIPA)*, 273–248.
- Matondang, Z. (2009). Validitas dan Reliabilitas Suatu Instrumen Penelitian. *Jurnal Tabularasa PPS UNIMED*, 6(1), 87–97.
- Mawardini, A., Permanasari, A., & Sanjaya, Y. (2015). Profil Literasi Sains Siswa SMP Pada Pembelajaran IPA Terpadu Tema Pencemaran Lingkungan. *Seminar Nasional Fisika*, 49–56.
- Meilasari, S., M, D., & Yelianti, U. (2020). Kajian Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) dalam Pembelajaran di Sekolah. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi Dan Sains*, 3(2), 195–207.
- Muhammad, S. N., Listiani, & Adhani, A. (2018). Kemampuan Literasi Sains Siswa pada Materi Ekosistem di SMA Negeri 3 Tarakan Kalimantan Utara. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 9(2), 115–120.
- Mulyati, J. S. (2021). Meningkatkan Keaktifan dan Hasil Belajar Materi Redoks dan Elektrokimia Melalui Model Problem Based Learning. *Jurnal Lingkar Mutu Pendidikan*, 18(1), 123–133.
- Murti, W. W., & Sunarti, T. (2021). Pengembangan Instrumen Tes Literasi Sains Berbasis Kearifan Lokal di Trenggalek.

- ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 7(1), 33–43.
- Musthofa, M. D., & Agus, A. H. (2022). The Implementation of an Independent Curriculum in Improving the Quality Musthofa of Madrasah Education. *International Journal for Studies on Children, Women, Elderly and Disabled*, 17, 187–192.
- Mutia, T., Agustina, S., Suroso, & Akhmad, R. (2020). Pengaruh Pembelajaran Kooperatif Model Think Pait Share (TPS) Terhadap Hasil Belajar Geografi. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu Dan Pendidikan Geografi*, 4(2), 210–219. <https://doi.org/10.29408/geodika.v4i2.2869>
- Nofiana, M., & Julianto, T. (2018). Upaya Peningkatan Literasi Sains Siswa Melalui Pembelajaran Berbasis Keunggulan Lokal. *Biosfer: Jurnal Tadris Pendidikan Biologi*, 9(1), 24–35. <https://doi.org/10.24042/biosf.v9i1.2876>
- Nurhadi. (2020). Teori Kognitivisme Serta Aplikasinya dalam Pembelajaran. *Jurnal Edukasi Dan Sains*, 2(1), 77–95.
- Nuristia, W., & Bangun, N. D. B. (2023). Understanding the Role and Function of Student Development as an Effort to Implement Character Education Values in the Curriculum. *International Journal of Student Education*, 1(2), 491–495.
- Nuryadi, Astuti, T. D., Utami, E. S., & Budiantara, M. (2017). *Dasar-dasar Statistik Penelitian (Pertama)*. Sibuku Media.
- OECD. (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. OECD publishing.
- OECD. (2023a). *PISA 2022 Assessment and Analytical Framework*. OECD publishing.
- OECD. (2023b). *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*. OECD publishing.
- Petrucci, R. H., Harwood, W. S., Herring, F. G., & Madura, J. D. (2011). *Kimia Dasar Prinsip-Prinsip dan Aplikasi Modern Edisi ke Sembilan Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- 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. *Jurnal Florea*, 3(1), 5–11.
- Radiansyah, & Sari, E. Y. (2023). Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Menggunakan Model PBL dikombinasi dengan GI di SDN Sungai Jingah 1. *PANCAR: Pendidikan Anak Cerdas Dan Pintar*, 7(2), 352–359.
- Rahardjo, S. B. (2020). *Kimia Berbasis Eksperimen 2*. PT. Serangkai Pustaka Mandiri.
- Rahma, A. A. (2022). Penerapan Model Group Investigation (GI) Berbantuan Simulasi Virtual PhET terhadap Kemampuan Literasi Sains Siswa. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, 4(3), 2547–2555.
- Rahmadani, F., Setiadi, D., & Yamin, M. (2022). Analisis Kemampuan Literasi Sains Biologi Peserta Didik SMA Kelas X di SMAN 1 Kuripan. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(4b), 2726–2731.
- Retnawati, H. (2016). *Analisis Kuantitatif Instrumen Penelitian (Panduan Peneliti, Mahasiswa, dan Psikometrian)*. Parama publishing.
- Rohmawati, A. (2015). Efektivitas Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Usia Dini*, 9(1), 15–32.
- Rosita, E. (2023). Pengembangan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing pada Kemampuan Literasi sains Siswa. *Jurnal Sains Global Indonesia*, 4(1), 1–8.
- Rugayah. (2020). Pembelajaran Model Problem Based Learning (PBL) dalam Upaya Meningkatkan Prestasi Belajar Matematika Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(2), 121–134.
- Rusilowati, A. (2014). Analisis Buku Ajar IPA yang Digunakan di Semarang Berdasarkan Muatan Literasi Sains. *Proceeding Seminar Nasional Konservasi Dan Kualitas Pendidikan*, 6–10.
- Saadi, F. (2013). *Peningkatan Efektivitas Belajar Peserta Didik dalam Pembelajaran Ilmu Pngetahuan Sosial Menggunakan Media Tepat Guna di Kelas IV Sekolah Dasar Negeri 02 Toho*. Skripsi. Pontianak: Universitas

Tanjungpura.

- Sani, R. A. (2013). *Inovasi Pembelajaran*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Saraswati, A. M., & Saefudin, A. A. (2017). Penerapan Model Pembelajaran Group Investigation dalam Pembelajaran Matematika pada Materi Himpunan. *Jurnal Pendidikan Matematika FKIP Univ. Muhammadiyah Metro*, 6(1), 89–99.
- Sari, B. T. W., & Kristin, F. (2020). Efektivitas Penggunaan Model Problem Based Learning dan Model Group Investigation Terhadap Kemampuan Kerjasama Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 4(2), 257–267.
- Sari, Y. I., Sumarmi, Utomo, D. H., & Astina, I. K. (2021). The Effect of Problem Based Learning on Problem Solving and Scientific Writing Skills. *International Journal of Instruction*, 14(2), 11–26.
- Sembiring, R. B., & Arisetya, D. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Hasil Belajar Ipa Siswa SMPNegeri 1 Simpangempat. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 3(3), 3957–3969.
- Shihab, M. Q. (2011). *Tafsir Al Misbah: Pesan, Kesan, dan Keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Lentera Hati.
- Shoimin, A. (2014). *68 Model Pembelajaran Inovatif dalam Kurikulum 2013* (R. KR (ed.); Pertama). Ar-Ruzz Media.
- Silaban, R., Elvia, R., & Solikhin, F. (2022). Pengembangan E-Modul Kimia Berorientasi Literasi Sains pada Materi Kesetimbangan Kimia di SMA Negeri 3 Bengkulu Tengah. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Kimia*, 6(2), 180–189.
- Sri, K., Devi, T., Wibawa, I. M. C., & Sudiandika, I. K. A. (2021). Penerapan Model Pembelajaran Group Investigation untuk Meningkatkan Hasil Belajar Matematika Siswa Kelas V. *Jurnal Mimbar Ilmua*, 26(2), 233–242.
- Sudjana. (2005). *Metode Statistika Cetakan III*. Bandung: Tarsito.
- Sudjarwo. (2009). *Manajemen Penelitian Sosial*. Bandung: CV. Mandar Maju.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan*

R&D. Bandung: Alfabeta.

- Suhartono, S., & Indramawan, A. (2021). *Group Investigation; Konsep dan Implementasi dalam Pembelajaran* (Vol. 1). Academia Publication.
- Sumanik, N. B., Nurvitasari, E., & Siregar, L. F. (2021). Analisis Profil Kemampuan Literasi Sains Mahasiswa Calon Guru Pendidikan Kimia. *QUANTUM: Jurnal Inovasi Pendidikan*, 12(1), 22–32.
- Surya, W. P., & Arty, I. S. (2020). Pengaruh Pembelajaran Berbasis Masalah Terhadap Minat Belajar Kimia Peserta Didik. *Jurnal Kependidikan*, 4(2), 200–212.
- Sutresna, N., Sholehudin, D., & Herlina, T. (2016). *Buku Siswa Aktif dan Kreatif Belajar Kimia 2 untuk SMA/MA Kelas XI Peminatan Matematika dan Ilmu-Ilmu Alam*. Bandung: Grafindo Media Pratama.
- Sutrisna, N. (2021). Analisis Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik SMA di Kota Sungai Penuh. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(12), 2683–2694.
- Trianto. (2007). *Model-Model Pembelajaran Inovatif Berorientasi Konstruktivistik: Konsep, Landasan Teoritis dan Implementasinya*. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Trihapsari, C., Mujahidah, F., & Humairoh, N. (2021). Enhancement of the Quality of Human Resources Through Training and Development Programs in Schools. *Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, 05(02), 145–153.
- Uno, H. B., & Mohamad, N. (2013). *Belajar dengan Pendekatan PAIKEM*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Waluyo, A., Wardani, N. S., & Prasetyo, T. (2019). Upaya Peningkatan Kreativitas Belajar dalam Pembelajaran Tematik Terpadu Melalui PBL-GI Kelas IV SD. *Jurnal Basicedu*, 3(1), 1–10.
- Widana, I. W., & Muliani, P. L. (2020). *Uji Persyaratan Analisis*. In T. Fiktorius (Ed.). Klik Media.
- Widiana, R., Maharani, A. D., & Rowdoh. (2020). Pengaruh Model Problem Based Learning terhadap Kemampuan Literasi Sains Siswa SMA. *Jurnal Ta'dib*, 23(1), 87–94.

- Yulita, I., & Amelia, T. (2020). Pelatihan Mengembangkan Bahan Ajar Kimia Berbasis Literasi Sains Mengintegrasikan Konteks Kemaritiman. *Jurnal Anugerah*, 2(2), 51–66.
- Yuniari, D. A. R., Putra, M., & Wiarta, I. W. (2019). Pengaruh Model Pembelajaran Group Investigation Berbasis Budaya Penyelidikan Terhadap Kompetensi Pengetahuan IPA Kelas IV. *Jurnal Pendidikan Multikultural Indonesia*, 1(1), 8–18.
- Zuhrotul, L., Niswati, M., & Jauhariyah, R. (2023). Analisis Profil Kompetensi Literasi Sains Siswa SMA pada Materi Inti Atom dan Radioaktivitas. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 12(2), 74–80.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Hasil Wawancara dengan Guru Kimia dan Peserta Didik

No	Pertanyaan	Jawaban
Guru Kimia		
1.	Apa kurikulum yang digunakan oleh sekolah pada tahun ajaran 2023/2024?	Kurikulum merdeka (kelas X dan kelas XI, K-13 kelas XII)
2.	Bagaimana implementasi pelaksanaan kurikulum yang digunakan?	Berjalan lancar secara keseluruhan
3.	Apa kendala atau hambatan selama menerapkan kurikulum tersebut di sekolah?	Sarana dan prasarana
4.	Berapa jumlah rombongan belajar di sekolah?	12 kelas tiap jenjang
5.	Bagaimana pembagian rombongan belajarnya, apakah terbagi sesuai rumpun peminatan?	Kelas X dan XI tidak ada pembagian rumpun, kelas XII ada
6.	Pada implementasi kurikulum merdeka, peserta didik diminta untuk mempunyai kemampuan literasi dan numerasi. Bagaimana impelementasinya di sekolah ini, khususnya pada mata pelajaran kimia?	Sudah berjalan tetapi pelaksanaanya belum rutin dan belum maksimal
7.	Adakah kendala selama penerapan kemampuan literasi peserta didik, baik dari pihak sekolah maupun peserta didik?	Ada
8.	Apakah sudah ada instrumen untuk mengukur kemampuan literasi sains? Apakah sudah pernah diuji dan diterapkan di sekolah ini?	Belum ada, tetapi untuk anbk sudah pernah dilaksanakan dan hasilnya baik

9.	Apa media pembelajaran yang ibu gunakan ketika menyampaikan materi kesetimbangan kimia?	Buku paket dan internet
10.	Apa media cetak atau media digital yang digunakan maupun yang disarankan untuk dijadikan rujukan peserta didik dalam membantu proses pembelajaran kesetimbangan kimia?	Buku paket dan buku elektronik
11.	Bagaimana metode pembelajaran yang digunakan selama ini ketika menyampaikan materi kesetimbangan kimia? Apakah sudah diintegrasikan dengan kemampuan literasi sains?	Ceramah dan diskusi, sudah diintegrasikan tetapi belum maksimal
12.	Kendala apa yang ibu alami ketika menyampaikan materi kesetimbangan kimia?	Kurangnya keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran, penjelasan berulang kepada beberapa peserta didik, kemampuan menyelesaikan soal cerita masih kurang dan literasi dan numerasi sebagian peserta didik kurang,
Peserta didik		
13.	Kesulitan apa yang sering dialami saat pembelajaran kimia?	Memahami konsep materi kimia yang menghubungkan antara kebenaran teori dengan praktikum yang terdapat perhitungannya, serta materi yang dihubungkan dengan permasalahan sehari-hari

14.	Apa penyebab sulitnya menghubungkan materi dengan permasalahan sehari-hari?	Sulit memahami materi secara mandiri, dan bahan bacaan yang berkaitan dengan masalah sehari-hari belum banyak diberikan
15.	Bagaimana pendapat Anda dengan soal kimia dalam bentuk cerita?	Membingungkan untuk dijawab karena butuh pemahaman dalam menjawab soal cerita
16.	Menurut Anda apakah diperlukan pembelajaran dengan soal-soal literasi sains?	Menurut saya perlu, agar peserta didik terbiasa belajar soal literasi dan melihat kaitan antara materi dengan kehidupan sehari-hari
17.	Media dan model apa yang sering dipakai saat pembelajaran kimia?	Media Hp (video youtube), PPT selama pembelajaran, materi sebagian dibahas kelompok, dan sebagian dijelaskan dipapan tulis (lebih sering dijelasin guru)
18.	Dilihat dari teman-teman sekelas, seberapa banyak yang sering berpendapat atau memberikan argument?	Kurang lebih 10 peserta didik (satu kelas)

LAMPIRAN 2 Modul Ajar

MODUL AJAR KELAS KONTROL

I. IDENTITAS MODUL

Nama Penyusun	:	Mutmainnah
Satuan Pendidikan	:	SMA
Kelas / Fase	:	XI (Sebelas) / F
Mata Pelajaran	:	Kimia
Alokasi Waktu	:	9 JP × 45 menit
Tahun Penyusunan	:	2023 / 2024

CAPAIAN PEMBELAJARAN

Pada akhir fase F, peserta didik mampu menerapkan operasi matematika dalam perhitungan kimia; mempelajari sifat, struktur dan interaksi partikel dalam membentuk berbagai senyawa; memahami dan menjelaskan aspek energi, laju dan kesetimbangan reaksi kimia; menggunakan konsep asam-basa dalam keseharian; menggunakan transformasi energi kimia dalam keseharian; memahami kimia organik; memahami konsep kimia pada makhluk hidup. Peserta didik mampu menjelaskan penerapan berbagai konsep kimia dalam keseharian dan menunjukkan bahwa perkembangan ilmu kimia menghasilkan berbagai inovasi. Peserta didik memiliki pengetahuan Kimia yang lebih mendalam sehingga menumbuhkan minat sekaligus membantu peserta didik untuk dapat melanjutkan ke jenjang pendidikan berikutnya agar dapat mencapai masa depan yang baik. Peserta didik diharapkan semakin memiliki pikiran kritis dan pikiran terbuka melalui kerja ilmiah dan sekaligus memantapkan profil pelajar pancasila khususnya jujur, objektif, bernalar kritis, kreatif, mandiri, inovatif, bergotong royong, dan berkebhinekaan global.

II. KOMPETENSI AWAL

Peserta didik telah mengetahui persamaan reaksi kimia, menentukan konsentrasi larutan, konsep mol, dan entalpi

III. PROFIL PELAJAR PANCASILA

Beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, bergotong royong, bernalar kritis, kreatif, inovatif, mandiri, berkebhinekaan global

IV. SARANA DAN PRASARANA

Buku teks, papan tulis, lembar kerja, laptop, proyektor, akses internet, Hp, dan referensi lain yang mendukung

V. TARGET PESERTA DIDIK

Peserta didik reguler/tipikal: umum, tidak ada kesulitan dalam mencerna dan memahami materi ajar

VI. MODEL PEMBELAJARAN

Menggunakan model konvensional

KOMPONEN INTI**I. TUJUAN PEMBELAJARAN**

Pertemuan 1 & 2: Setelah kegiatan pembelajaran peserta didik diharapkan mampu

- a. Menjelaskan reaksi kesetimbangan dinamis
- b. Menjelaskan kesetimbangan homogen dan heterogen
- c. Menyimpulkan karakteristik reaksi kesetimbangan
- d. Menentukan harga tetapan kesetimbangan (K_c) berdasarkan data
- e. Menentukan harga tetapan kesetimbangan parsial (K_p) berdasarkan data
- f. Mengolah data untuk menentukan nilai tetapan kesetimbangan suatu reaksi
- g. Menentukan hubungan K_p dan K_c

Pertemuan 3: Setelah kegiatan pembelajaran peserta didik diharapkan mampu

- a. Menganalisis faktor-faktor yang menggeser arah kesetimbangan untuk mendapatkan hasil optimal dalam industri
- b. Merancang percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan.

II. PEMAHAMAN BERMAKNA

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta didik memahami reaksi kesetimbangan dan keadaan setimbang, kesetimbangan homogen dan heterogen, harga tetapan kesetimbangan, menganalisa hubungan tetapan kesetimbangan konsentrasi dan tetapan kesetimbangan tekanan parsial, serta menggunakan tetapan kesetimbangan dalam perhitungan, memahami

faktor-faktor yang memengaruhi pergeseran kesetimbangan dan penerapan kesetimbangan kimia dalam kehidupan sehari-hari dan industri

III. KEGIATAN PEMBELAJARAN

Pertemuan 1 dan 2		
KEGIATAN PENDAHULUAN		WAKTU
<ul style="list-style-type: none"> • Guru memberi salam pada peserta didik, kemudian berdoa sebelum kegiatan pembelajaran dimulai dipimpin ketua kelas (<i>Spiritual</i>) • Guru menanyakan kabar dan mengecek kehadiran peserta didik (<i>Disiplin</i>) • Mengkondisikan peserta didik belajar dan mengecek semangat (<i>Disiplin</i>) • Apersepsi (<i>Konsentrasi</i>) <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menanyakan materi apa yang telah dipelajari sebelumnya? 2. Guru menanyakan materi apa yang akan dipelajari pada pertemuan hari ini? • Guru menyampaikan tujuan pembelajaran; manfaat pembelajaran dan metode pembelajaran yang digunakan (<i>Fokus dan Konsentrasi</i>) • Motivasi <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberikan ice breaking kepada peserta didik 2. Guru menampilkan gambar timbangan, dan jungkat jungkit 3. Guru bertanya bagaimana pengalaman mereka bermain jungkat jungkit 4. Guru bertanya kepada peserta didik, apa itu kesetimbangan? 		15 menit
KEGIATAN INTI		WAKTU
Mengamati	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menyimak penjelasan guru tentang kesetimbangan dinamis • Peserta didik menyimak penjelasan guru tentang tetapan kesetimbangan kimia • Peserta didik memperhatikan, mengamati, dan berkomunikasi aktif dalam pembelajaran (<i>Berani dan Percaya diri</i>) 	105 menit

	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menulis resume dari hasil mengamati dan membaca materi (<i>Konsentrasi</i>) 	
Mengorganisasikan	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menjawab pertanyaan-pertanyaan singkat tentang kesetimbangan dinamis, kesetimbangan homogen dan kesetimbangan heterogen (<i>Berani dan Percaya diri</i>) • Peserta didik menjawab pertanyaan-pertanyaan singkat tentang tetapan kesetimbangan kimia dan perhitungannya (<i>Berani dan Percaya diri</i>) • Peserta didik memahami bahan ajar yang diberikan guru • Guru membimbing peserta didik untuk menemukan pengertian kesetimbangan dinamis, jenis kesetimbangan dan karakteristik kesetimbangan kimia • Guru membimbing peserta didik menentukan pengertian tetapan kesetimbangan konsentrasi (Kc) maupun tetapan kesetimbangan tekanan (Kp), menghitung tetapan kesetimbangan, serta hubungan Kc dan Kp 	
Mengkomunikasikan	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengerjakan soal-soal yang diberikan guru (<i>Fokus dan Teliti</i>) 	
Evaluasi	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menjawab pertanyaan • Peserta didik saling menyimak penjelasan dan memberikan tanggapan jika ada jawaban yang berbeda (<i>Berani</i>) 	
REFLEKSI DAN KONFIRMASI		WAKTU
<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik ditanya mengenai hal-hal yang masih belum mereka pahami (<i>Berani dan Percaya diri</i>) • Guru dan peserta didik menarik kesimpulan terkait pembelajaran pada hari ini • Menginformasikan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan pada pertemuan berikutnya yaitu materi faktor pergeseran kesetimbangan kimia (<i>Konsentrasi</i>) 		15 menit

<ul style="list-style-type: none"> • Guru mengakhiri kegiatan belajar dengan memberikan pesan dan motivasi tetap semangat belajar dan diakhiri dengan berdoa (<i>Spiritual</i>) 	
--	--

Pertemuan 3		
KEGIATAN PENDAHULUAN		WAKTU
<ul style="list-style-type: none"> • Guru memberi salam pada peserta didik, kemudian berdoa sebelum kegiatan pembelajaran dimulai dipimpin ketua kelas (<i>Spiritual</i>) • Guru menanyakan kabar dan mengecek kehadiran peserta didik (<i>Disiplin</i>) • Mengkondisikan peserta didik belajar dan mengecek semangat (<i>Disiplin</i>) • Apersepsi (<i>Konsentrasi</i>) <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru mengingatkan kembali kepada peserta didik terkait persamaan reaksi kesetimbangan kimia dan penyetaraannya 2. Guru bertanya pada peserta didik tentang apa yang terjadi jika sistem kesetimbangan terganggu? Bagaimana jika terdapat pengaruh dari luar terhadap sistem kesetimbangan 3. Guru memberikan stimulan bahwa ada beberapa faktor yang mempengaruhi sistem kesetimbangan kimia. 4. Guru menekankan bahwa kesetimbangan kimia sangat terkait dengan kehidupan kita sebagai negara agraris. Sebagai negara agraris, petani-petani di Indonesia memerlukan pupuk, salah satunya urea. Untuk membuat urea diperlukan amonia yang diperoleh dengan proses yang melibatkan kesetimbangan kimia • Motivasi <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran; manfaat pembelajaran dan metode pembelajaran yang digunakan (<i>Fokus dan Konsentrasi</i>) 2. Guru memandu peserta didik untuk menyuarakan yel-yel 		15 menit
KEGIATAN INTI		WAKTU
Mengamati	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menulis resume dari hasil mengamati dan membaca (<i>Konsentrasi</i>) 	105 menit

	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menyimak penjelasan guru tentang faktor pesegeseran kesetimbangan kimia • Peserta didik memperhatikan, mengamati, dan berkomunikasi aktif dalam pembelajaran (<i>Berani dan Percaya diri</i>) 	
Mengorganisasikan	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menjawab pertanyaan-pertanyaan singkat tentang pesegeseran kesetimbangan kimia (<i>Berani dan Percaya diri</i>) • Peserta didik memahami bahan ajar yang diberikan guru • Guru membimbing peserta didik menentukan penyebab pergeseran kesetimbangan kimia 	
Mengkomunikasikan	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengerjakan soal-soal yang diberikan guru (<i>Fokus dan Teliti</i>) 	
Evaluasi	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menjawab pertanyaan • Peserta didik saling menyimak penjelasan dan memberikan tanggapan jika ada jawaban yang berbeda (<i>Berani</i>) 	
REFLEKSI DAN KONFIRMASI		WAKTU
<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik ditanya mengenai hal-hal yang masih belum mereka pahami (<i>Berani dan Percaya diri</i>) • Guru dan peserta didik menarik kesimpulan terkait pembelajaran pada hari ini • Menginformasikan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan pada pertemuan berikutnya (<i>Konsentrasi</i>) • Guru mengakhiri kegiatan belajar dengan memberikan pesan dan motivasi tetap semangat belajar dan diakhiri dengan berdoa (<i>Spiritual</i>) 		15 menit

IV. ASESMEN PEMBELAJARAN

- a) Penilaian Sikap / Profil Pelajar Pancasila
Selama proses mengajar berlangsung guru mengamati profil pelajar pancasila pada siswa dalam pembelajaran yang meliputi beriman,

bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, Kebhinekaan Global, Mandiri, Bernalar Kritis, Gotong Royong dan Kreatif

b) Penilaian Pengetahuan

Penilaian pengetahuan yang dilakukan pada Capaian Pembelajaran ini sesuai dengan tujuan pembelajaran yang ingin di capai adalah dengan tes essay literasi sains

c) Penilaian Keterampilan

Penilaian keterampilan yang dilakukan pada Capaian Pembelajaran ini sesuai dengan tujuan pembelajaran yang ingin di capai adalah dengan tanya jawab

MODUL AJAR KELAS EKSPERIMEN

I. IDENTITAS MODUL

Nama Penyusun	: Mutmainnah
Satuan Pendidikan	: SMA
Kelas / Fase	: XI (Sebelas) / F
Mata Pelajaran	: Kimia
Alokasi Waktu	: 9 JP × 45 menit
Tahun Penyusunan	: 2023 / 2024

CAPAIAN PEMBELAJARAN

Pada akhir fase F, peserta didik mampu menerapkan operasi matematika dalam perhitungan kimia; mempelajari sifat, struktur dan interaksi partikel dalam membentuk berbagai senyawa; memahami dan menjelaskan aspek energi, laju dan kesetimbangan reaksi kimia; menggunakan konsep asam-basa dalam keseharian; menggunakan transformasi energi kimia dalam keseharian; memahami kimia organik; memahami konsep kimia pada makhluk hidup. Peserta didik mampu menjelaskan penerapan berbagai konsep kimia dalam keseharian dan menunjukkan bahwa perkembangan ilmu kimia menghasilkan berbagai inovasi. Peserta didik memiliki pengetahuan kimia yang lebih mendalam sehingga menumbuhkan minat sekaligus membantu peserta didik untuk dapat melanjutkan ke jenjang pendidikan berikutnya agar dapat mencapai masa depan yang baik. Peserta didik diharapkan semakin memiliki pikiran kritis dan pikiran terbuka melalui kerja ilmiah dan sekaligus memantapkan profil pelajar pancasila khususnya jujur, objektif, bernalar kritis, kreatif, mandiri, inovatif, bergotong royong, dan berkebhinekaan global.

II. KOMPETENSI AWAL

Peserta didik telah mengetahui persamaan reaksi kimia, menentukan konsentrasi larutan, konsep mol, dan entalpi

III. PROFIL PELAJAR PANCASILA

Beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, bergotong royong, bernalar kritis, kreatif, inovatif, mandiri, berkebhinekaan global

IV. SARANA DAN PRASARANA

Buku teks, papan tulis, lembar kerja, laptop, proyektor, akses internet, Hp, dan referensi lain yang mendukung

V. TARGET PESERTA DIDIK

Peserta didik reguler/tipikal: umum, tidak ada kesulitan dalam mencerna dan memahami materi ajar

VI. MODEL PEMBELAJARAN

Menggunakan model *Problem Based Learning* (PBL) dipadu dengan *Group Investigation* (GI).

KOMPONEN INTI

I. TUJUAN PEMBELAJARAN

Pertemuan 1 & 2: Setelah kegiatan pembelajaran dengan model PBL-GI peserta didik diharapkan mampu

- a. Menjelaskan reaksi kesetimbangan dinamis
- b. Menjelaskan kesetimbangan homogen dan heterogen
- c. Menyimpulkan karakteristik reaksi kesetimbangan
- d. Menentukan harga tetapan kesetimbangan (K_c) berdasarkan data
- e. Menentukan harga tetapan kesetimbangan parsial (K_p) berdasarkan data
- f. Mengolah data untuk menentukan nilai tetapan kesetimbangan suatu reaksi
- g. Menentukan hubungan K_p dan K_c

Pertemuan 3: Setelah kegiatan pembelajaran dengan model PBL-GI peserta didik diharapkan mampu

- a. Menganalisis faktor-faktor yang menggeser arah kesetimbangan untuk mendapatkan hasil optimal dalam industri
- b. Merancang percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan.

II. PEMAHAMAN BERMAKNA

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta didik memahami reaksi kesetimbangan dan keadaan setimbang, kesetimbangan homogen dan heterogen, harga tetapan kesetimbangan, menganalisa hubungan tetapan kesetimbangan konsentrasi dan tetapan kesetimbangan tekanan parsial, serta menggunakan tetapan kesetimbangan dalam perhitungan, memahami faktor-faktor yang memengaruhi pergeseran kesetimbangan dan penerapan kesetimbangan kimia dalam kehidupan sehari-hari dan industri

III. KEGIATAN PEMBELAJARAN

Pertemuan 1 dan 2		
KEGIATAN PENDAHULUAN		WAKTU
<ul style="list-style-type: none"> • Guru memberi salam pada peserta didik, kemudian berdoa sebelum kegiatan pembelajaran dimulai dipimpin ketua kelas (<i>Spiritual</i>) • Guru menanyakan kabar dan mengecek kehadiran peserta didik (<i>Disiplin</i>) • Mengkondisikan peserta didik belajar dan mengecek semangat (<i>Disiplin</i>) • Apersepsi (<i>Konsentrasi</i>) <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menanyakan materi apa yang telah dipelajari sebelumnya? 2. Guru menanyakan materi apa yang akan dipelajari pada pertemuan hari ini? • Guru menyampaikan tujuan pembelajaran; manfaat pembelajaran dan metode pembelajaran yang digunakan (<i>Fokus dan Konsentrasi</i>) • Motivasi <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru memberikan <i>ice breaking</i> kepada peserta didik 2. Guru menampilkan gambar timbangan, dan jungkat jungkit 3. Guru bertanya bagaimana pengalaman mereka bermain jungkat jungkit 4. Guru bertanya kepada peserta didik, apa itu kesetimbangan? 		15 menit
KEGIATAN INTI		WAKTU
Pembagian kelompok	<ul style="list-style-type: none"> • Guru membagi kelas menjadi kelompok-kelompok yang heterogen. Heterogenitas kelompok didasarkan pada kemampuan kognitif dan kesamaan minat. Peserta didik dengan kemampuan lebih berperan sebagai tutor sebaya bagi peserta didik yang memiliki kemampuan yang kurang, dengan demikian diharapkan kelompok yang heterogen dapat memperlancar proses pembelajaran (terdiri dari 5-6 orang dalam satu kelompok) (<i>Fokus dan Konsentrasi</i>) 	105 menit

Seleksi topik	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik memperhatikan PPT yang dijelaskan oleh guru dan menyimak LKPD yang telah dibagikan, mengenai fenomena pembakaran kertas dan pendidihan air dalam panci dan nitrogen dioksida akibat kendaraan bermotor 	
Merencanakan kerjasama	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik dibimbing untuk menentukan rumusan masalah dan menentukan hipotesis permasalahan. 	
Implementasi	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik dibimbing oleh guru untuk mengumpulkan data melalui berbagai sumber relevan seperti buku kimia, internet dan lain-lain 	
Analisis dan sintesis	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menganalisis dan mensintesis hasil penyelidikan yang didapatkan • Guru berusaha membimbing peserta didik untuk membahas data pengamatan yang didapat dari penyelidikan yang dilakukan. • Peserta didik diminta untuk menyimpulkan dan mempersiapkan materi yang akan dipresentasikan. • Peserta didik dituntut untuk mampu memecahkan sendiri masalah yang mereka temukan, dan pemecahan masalah dilakukan melalui suatu penyelidikan ilmiah yang mereka lakukan (Kerjasama) 	
Penyajian akhir	<ul style="list-style-type: none"> • Setiap kelompok menyajikan suatu presentasi yang menarik dari berbagai topik yang telah dipelajari agar semua peserta didik dalam kelas saling terlibat dan mencapai suatu perspektif yang luas mengenai topik. Pada tahap ini peserta didik akan saling bertukar hasil penyelidikan yang telah mereka selidiki (Berani) • Guru membimbing peserta didik dalam menyampaikan hasil diskusi • Guru dan peserta didik menyimpulkan dari yang telah dipahami (Berani) 	

Menganalisis dan mengevaluasi proses	<ul style="list-style-type: none"> Guru membantu peserta didik melakukan refleksi/evaluasi terhadap penyelidikan mereka dan proses-proses yang mereka gunakan. Selama tahap ini, guru meminta peserta didik untuk mengkonstruksi pemikiran dan kegiatan mereka selama berbagai tahap pembelajaran (<i>Fokus dan Teliti</i>) 	
Evaluasi	<ul style="list-style-type: none"> Evaluasi dilakukan dengan melakukan tes tertulis untuk mengetahui hasil dalam pembelajaran. Tahap evaluasi, guru mengevaluasi kontribusi masing masing kelompok dalam pekerjaan kelas secara keseluruhan (<i>Fokus dan Konsentrasi</i>) 	
REFLEKSI DAN KONFIRMASI		WAKTU
<ul style="list-style-type: none"> Peserta didik ditanya mengenai hal-hal yang masih belum mereka pahami (<i>Berani dan Percaya diri</i>) Guru dan peserta didik menarik kesimpulan terkait pembelajaran pada hari ini Menginformasikan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan pada pertemuan berikutnya yaitu materi faktor pergeseran kesetimbangan kimia (<i>Konsentrasi</i>) Guru mengakhiri kegiatan belajar dengan memberikan pesan dan motivasi tetap semangat belajar dan diakhiri dengan berdoa (<i>Spiritual</i>) 	15 menit	

Pertemuan 3	
KEGIATAN PENDAHULUAN	WAKTU
<ul style="list-style-type: none"> Guru memberi salam pada peserta didik, kemudian berdoa sebelum kegiatan pembelajaran dimulai dipimpin ketua kelas (<i>Spiritual</i>) Guru menanyakan kabar dan mengecek kehadiran peserta didik (<i>Disiplin</i>) Mengkondisikan peserta didik belajar dan mengecek semangat (<i>Disiplin</i>) Apersepsi (<i>Konsentrasi</i>) 	15 menit

<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru mengingatkan kembali kepada peserta didik terkait persamaan reaksi kesetimbangan kimia dan penyetaraannya 2. Guru bertanya pada peserta didik tentang apa yang terjadi jika sistem kesetimbangan terganggu? Bagaimana jika terdapat pengaruh dari luar terhadap sistem kesetimbangan 3. Guru memberikan stimulan bahwa ada beberapa faktor yang mempengaruhi sistem kesetimbangan kimia. 4. Guru menekankan bahwa kesetimbangan kimia sangat terkait dengan kehidupan kita sebagai negara agraris. Sebagai negara agraris, petani-petani di Indonesia memerlukan pupuk, salah satunya urea. Untuk membuat urea diperlukan amonia yang diperoleh dengan proses yang melibatkan kesetimbangan kimia <ul style="list-style-type: none"> • Motivasi <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran; manfaat pembelajaran dan metode pembelajaran yang digunakan (<i>Fokus dan Konsentrasi</i>) 2. Guru memandu peserta didik untuk menyuarkan yel-yel 		
KEGIATAN INTI		WAKTU
Pembagian kelompok	<ul style="list-style-type: none"> • Guru membagi kelas menjadi kelompok-kelompok yang heterogen. Heterogenitas kelompok didasarkan pada kemampuan kognitif dan kesamaan minat. Peserta didik dengan kemampuan lebih berperan sebagai tutor sebaya bagi peserta didik yang memiliki kemampuan yang kurang, dengan demikian diharapkan kelompok yang heterogen dapat memperlancar proses pembelajaran (terdiri dari 5-6 orang dalam satu kelompok) (<i>Fokus dan Konsentrasi</i>) 	105 menit
Seleksi topik	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik akan memilih berbagai subtopik yang sudah digambarkan oleh guru terhadap masalah-masalah di lingkungan sekitar (LKPD faktor pergeseran kesetimbangan tentang seorang scuba diving, pendaki gunung dan pupuk urea) (<i>Fokus dan Konsentrasi</i>) 	

Merencanakan kerjasama	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik dibimbing untuk menentukan rumusan masalah dan menentukan hipotesis permasalahan. • Peserta didik diarahkan untuk menyiapkan kebutuhan selama investigasi berlangsung (<i>Kerjasama</i>) 	
Implementasi	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik dibimbing oleh guru untuk mengumpulkan data melalui berbagai sumber relevan seperti buku kimia, internet dan lain-lain • Peserta diarahkan untuk bertukar informasi antar teman (<i>Kerjasama</i>) • Guru memberikan bantuan jika diperlukan terutama dengan langkah kerja yang dilakukan (<i>Fokus dan Teliti</i>) 	
Analisis dan sintesis	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menganalisis dan mensintesis hasil penyelidikan yang didapatkan • Guru berusaha membimbing peserta didik untuk membahas data pengamatan yang didapat dari penyelidikan yang dilakukan. • Peserta didik diminta untuk menyimpulkan dan mempersiapkan materi yang akan dipresentasikan. • Peserta didik dituntut untuk mampu memecahkan sendiri masalah yang mereka temukan, dan pemecahan masalah dilakukan melalui suatu penyelidikan ilmiah yang mereka lakukan (<i>Kerjasama</i>) 	
Penyajian akhir	<ul style="list-style-type: none"> • Setiap kelompok menyajikan suatu presentasi yang menarik dari berbagai topik yang telah dipelajari agar semua peserta didik dalam kelas saling terlibat dan mencapai suatu perspektif yang luas mengenai topik. Pada tahap ini peserta didik akan saling bertukar hasil penyelidikan yang telah mereka selidiki (<i>Berani</i>) • Guru membimbing peserta didik dalam menyampaikan hasil diskusi 	

	<ul style="list-style-type: none"> • Guru dan peserta didik menyimpulkan dari yang telah dipahami (<i>Berani</i>) 	
Menganalisis dan mengevaluasi proses	<ul style="list-style-type: none"> • Guru membantu peserta didik melakukan refleksi/evaluasi terhadap penyelidikan mereka dan proses-proses yang mereka gunakan. Selama tahap ini, guru meminta peserta didik untuk mengkonstruksi pemikiran dan kegiatan mereka selama berbagai tahap pembelajaran (<i>Fokus dan Teliti</i>) 	
Evaluasi	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluasi dilakukan dengan melakukan tes tertulis untuk mengetahui hasil dalam pembelajaran. Tahap evaluasi, guru mengevaluasi kontribusi masing masing kelompok dalam pekerjaan kelas secara keseluruhan (<i>Fokus dan Konsentrasi</i>) 	
REFLEKSI DAN KONFIRMASI		WAKTU
<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik ditanya mengenai hal-hal yang masih belum mereka pahami (<i>Berani dan Percaya diri</i>) • Guru dan peserta didik menarik kesimpulan terkait pembelajaran pada hari ini • Menginformasikan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan pada pertemuan berikutnya (<i>Konsentrasi</i>) • Guru mengakhiri kegiatan belajar dengan memberikan pesan dan motivasi tetap semangat belajar dan diakhiri dengan berdoa (<i>Spiritual</i>) 		15 menit

IV. ASESMEN PEBELAJARAN

- a) Penilaian Sikap / Profil Pelajar Pancasila
Selama proses mengajar berlangsung guru mengamati profil pelajar pancasila pada siswa dalam pembelajaran yang meliputi beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, Kebhinekaan Global, Mandiri, Bernalar Kritis, Gotong Royong dan Kreatif
- b) Penilaian Pengetahuan
Penilaian pengetahuan yang dilakukan pada Capaian Pembelajaran ini sesuai dengan tujuan pembelajaran yang ingin di capai adalah dengan tes essay literasi sains

c) Penilaian Keterampilan

Penilaian keterampilan yang dilakukan pada Capaian Pembelajaran ini sesuai dengan tujuan pembelajaran yang ingin di capai adalah dengan tanya jawab

Penilaian Sikap

No.	Aspek yang dinilai	Skor Maksimum1
1.	Kemampuan bekerjasama dengan kelompoknya	4
2.	Kemampuan menjelaskan kepada temannya	4
3.	Keaktifan dalam kelompoknya	4
4.	Kekompakan	4
5.	Kemampuan menerima penjelasan teman	4
Jumlah		20

Penilaian Keterampilan

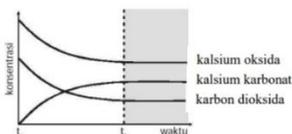
No.	Aspek yang dinilai	Skor Maksimum1
1.	Menerapkan konsep/prinsip dan strategi pemecahan masalah	4
2.	Kemampuan berkomunikasi/berpendapat	4
3.	Kemampuan mempertahankan dan menanggapi pertanyaan atau sanggahan	4
Jumlah		12

Penilaian Pengetahuan

Indikator Asesmen	Jenjang kognitif	Skor	Nomor soal
Memprediksi reaksi kesetimbangan kimia, menganalisis konsep kesetimbangan dinamis serta menyebutkan ciri-ciri reaksi setimbang berdasarkan fenomena yang diberikan dengan tepat	C4	20	1
Menganalisis reaksi kesetimbangan, menguraikan nilai tetapan kesetimbangan konsentrasi dan menganalisis hubungan jenis fasa zat dengan nilai Kc	C4	20	2
Menganalisis pengaruh tekanan, konsentrasi dan suhu terhadap pergeseran arah kesetimbangan	C4	20	3
Menghitung nilai tekanan total jika diketahui tekanan parsial reaktan	C3	20	4
Mengevaluasi berbagai konsep kesetimbangan dalam menyelesaikan berbagai permasalahan kompleks dari suatu sistem kesetimbangan	C5	20	5

Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan baik dan benar!!!

1. Pembentukan terumbu karang



Indonesia merupakan negara yang terkenal dengan keindahan bawah lautnya. Wilayah lautan Indonesia yang mencapai 70% ini menyimpan keindahan dan kekayaan terumbu karang. Diperkirakan luas terumbu karang yang terdapat di perairan Indonesia adalah lebih dari 60.000 km², yang tersebar luas dari perairan Kawasan Barat Indonesia sampai Kawasan Timur Indonesia. Terumbu

karang merupakan kumpulan koral. Koral ialah makhluk hidup di air yang dilapisi oleh karang. Karang ini terbentuk melalui hasil reaksi antara ion kalsium pada kalsium oksida dan gas karbon dioksida. Reaksi tersebut menghasilkan garam kalsium karbonat. Koral yang terbentuk dapat larut kembali karena adanya perubahan suhu dan kadar karbon dioksida di udara. Namun, dalam kehidupan sehari-hari tidak semua reaksi kimia yang zat-zat hasil reaksinya dapat bereaksi kembali menjadi pereaksi.

Berdasarkan analisismu terhadap fenomena yang disajikan, bagaimana reaksi kesetimbangan dinamis pada terumbu karang? bagaimana definisi kesetimbangan dinamis menurut Anda? Analisislah mengapa reaksi tersebut dikatakan setimbang!

2. Hipoksia



dapat beradaptasi dengan baik.

Seseorang pada ketinggian 3 Km, memiliki tekanan parsial gas oksigen sekitar 0,12 atm, sedangkan pada permukaan laut tekanan parsial gas oksigen sebesar 0,2 atm. Pada ketinggian yang lebih tinggi, peningkatan tekanan atmosfer mengakibatkan penurunan tekanan gas darah kita. Ini termasuk tekanan parsial oksigen. Di dalam tubuh, oksigen diikat oleh hemoglobin menjadi oksihemoglobin. Oksihemoglobin (HbO_2) merupakan senyawa yang berperan membawa oksigen ke seluruh jaringan tubuh termasuk otak. Saat tubuh kekurangan oksigen, kadar HbO_2 dalam darah ikut menurun. Semakin rendah kadarnya, semakin sedikit kita dapat memindahkan oksigen dari paru-paru ke darah kita. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya hipoksia.

Berdasarkan fenomena di atas, bagaimana reaksi kesetimbangan oksigen dalam darah berdasarkan konsep hipoksia? Uraikanlah persamaan tetapan kesetimbangan konsentrasinya! Analisislah hubungan antara jenis fasa zat dengan nilai tetapan kesetimbangan konsentrasi! Berikan alasan Anda!

3. Pembuatan amonia

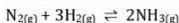
Nitrogen sangat diperlukan untuk kelangsungan makhluk hidup. Sebelum Perang Dunia I, dunia kekurangan senyawa nitrogen. Setelah itu, sumber nitrogen dapat diproduksi secara besar-besaran melalui sintesis amonia. Fritz Haber merupakan ilmuwan yang paling berjasa dalam industri amonia. Haber menerapkan asas Le Chatelier untuk merancang industri amonia yang dikenal dengan proses Haber. Selanjutnya, pembuatan amonia ini disempurnakan oleh Karl Bosch yang melakukan sintesis amonia dengan pengembangan metode tekanan sehingga proses pembuatan amonia ini dikenal dengan proses Haber-Bosch.

Bahan baku proses Haber pada pembuatan amonia (NH_3) adalah gas hidrogen dan nitrogen yang berasal dari gas alam, air dan udara. Gas hidrogen diperoleh dari reaksi gas alam (mengandung metana) dengan uap air, sedangkan gas nitrogen diperoleh dari udara. Kemudian gas CO yang terbentuk direaksikan lagi dengan uap air sehingga menghasilkan gas hidrogen dan karbondioksida. Reaksi pembuatan amonia ini terjadi secara eksoterm. 50% amonia yang diproduksi di dunia digunakan untuk pupuk. Sisanya digunakan untuk memproduksi granulat garam NH_4NO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dan $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$, asam nitrat dan senyawa nitrogen lainnya.

Berdasarkan reaksi kesetimbangan amonia, analisislah bagaimana kesetimbangan akan dipengaruhi oleh perubahan tekanan, NH_3 dikurangi, dan suhu dinaikkan!

4. Kebutuhan amonia sebagai salah satu bahan pembuat pupuk meningkat, maka pembuatan amonia sintesis juga harus ditingkatkan. Untuk mendapatkan hasil amonia dalam jumlah banyak maka pada proses pembuatannya menggunakan tekanan yang bervariasi dengan molaritas dan suhu yang sama, hal itu dilakukan guna mengetahui kondisi optimal untuk mendapatkan hasil yang banyak dan efisien. Seorang produsen pupuk berencana memproduksi amonia dari gas hidrogen dan nitrogen dengan

prinsip kesetimbangan kimia. Agar hasil maksimum, reaksi kesetimbangan harus dibuat bergeser ke arah zat hasil. Berikut adalah reaksi yang berlangsung.

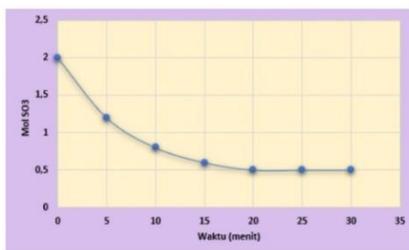


Dalam praktiknya, pembuatan amonia dilakukan dengan suhu 300-400°C. Sesuai tujuan diatas, produsen tersebut juga melakukan percobaan mengenai pengaruh suhu dalam pembuatan amonia. Hasil percobaan disajikan pada tabel berikut ini.

T (°C)	Kp	Kc
25	$9,0 \times 10^5$	$5,4 \times 10^8$
300	$5,0 \times 10^{-9}$
400	$2,6 \times 10^{-10}$	$8,0 \times 10^{-7}$

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan produsen, apabila pada suhu 25°C, tekanan parsial H₂ dan N₂ masing-masing adalah 2 atm dan 20 atm, berapakah tekanan total sistem pada saat kesetimbangan?

5. Sulfur trioksida (SO₃) biasanya digunakan pada pembakaran arang, minyak bakar gas, kayu, dan sebagainya. Sulfur trioksida diserap ke dalam 97-98% H₂SO₄ menjadi H₂S₂O₇ (oleum), atau dikenal juga dengan asam sulfat berasap. Oleum yang kemudian diencerkan dalam air akan menjadi asam sulfat pekat. Dalam kehidupan sehari-hari oleum sendiri digunakan untuk sintesa organik. Oleum diproduksi secara industri dengan proses kontak, dimana sulfur trioksida yang berupa gas dilewatkan sebuah tower oleum. Selain gas SO₃, ada pula gas SO₂. Gas SO₂ sendiri memiliki bau yang sangat tajam dan tidak mudah terbakar, sedangkan gas SO₃ bersifat sangat reaktif. Sepertiga dari jumlah sulfur yang terdapat di atmosfer merupakan hasil dari aktivitas manusia dan kebanyakan dalam bentuk SO₂. Karena SO₃ sulit untuk terbentuk.



Berdasarkan reaksi penguraian SO₃ dalam suatu wadah 2 liter dimasukkan sebanyak 2 mol gas SO₃, didapatkan grafik jumlah mol SO₃ terhadap waktu sebagai berikut:

Dari data tersebut, analisislah pernyataan berikut yang sesuai dengan alasannya!

- 1) Pada menit ke-15 telah terjadi keadaan setimbang
- 2) Reaksi tersebut memiliki derajat disosiasi sebesar $\frac{2}{3}$
- 3) Jumlah mol SO₂ saat setimbang adalah 0,5 mol
- 4) Nilai tetapan kesetimbangan reaksi tersebut adalah $\frac{27}{8}$
- 5) Sebelum menit ke-20 laju reaksi ke kiri lebih besar dari laju reaksi ke kanan

Penilaian Diri

Isilah pertanyaan pada tabel di bawah ini sesuai dengan yang kalian ketahui, berilah penilaian secara jujur, objektif, dan penuh tanggung jawab dengan memberi tanda pada kolom Jawaban.

No	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
1	Dapatkah kalian menjelaskan Azas Le Chatelier dalam hubungannya dengan pergeseran kesetimbangan ?		
2	Dapatkah kalian memprediksi arah pergeseran reaksi kesetimbangan berdasarkan Faktor – faktor yang mempengaruhinya?		
3	Jika diberikan contoh penerapan reaksi kesetimbangan di Industri, dapatkah kalian menjelaskan upaya apa yang harus dilakukan agar dihasilkan produk yang maksimum ?		

Catatan:

- Jika ada jawaban “Tidak” maka segera lakukan review pembelajaran.
- Jika semua jawaban “Ya” maka Anda dapat melanjutkan kegiatan Pembelajaran berikutnya

V. PENGAYAAN DAN REMEDIAL

Remedial

Peserta didik yang hasil belajarnya belum mencapai target, guru melakukan pengulangan materi dengan pendekatan yang lebih individual dengan memberikan tugas individu tambahan untuk memperbaiki hasil belajar peserta didik yang bersangkutan

Pengayaan

Peserta didik yang daya tangkap dan daya kerjanya lebih dari peserta didik lain, guru memberikan kegiatan pengayaan yang lebih menantang dan memperkuat daya serapnya terhadap materi yang telah diajarkan guru.

PROGRAM REMEDIAL DAN PENGAYAAN

Sekolah :

Mata Pelajaran :

Kelas / Semester : /

No	Nama Peserta Didik	Rencana Program		Tanggal Pelaksanaan	Hasil		Kesimpulan
		Remedial	Pengayaan		Sebelum	Sesudah	
1							
2							
3							
4							
dst							

VI. REFLEKSI GURU DAN PESERTA DIDIK

Lembar Refleksi Guru

No	Aspek	Refleksi Guru	Jawaban
1	Penguasaan Materi	Apakah saya sudah memahami cukup baik materi dan aktifitas pembelajaran ini?	
2	Penyampaian Materi	Apakah materi ini sudah tersampaikan dengan cukup baik kepada peserta didik?	
3	Umpan balik	Apakah 100% peserta didik telah mencapai penguasaan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai?	

Lembar Refleksi Peserta Didik

No	Aspek	Refleksi Guru	Jawaban
1	Perasaan dalam belajar	Apa yang menyenangkan dalam kegiatan pembelajaran hari ini?	
2	Makna	Apakah aktivitas pembelajaran hari ini bermakna dalam kehidupan saya?	
3	Penguasaan Materi	Saya dapat menguasai materi pelajaran pada hari ini a. Baik b. Cukup c. kurang	
4	Keaktifan	Apakah saya terlibat aktif dan menyumbangkan ide dalam proses pembelajaran hari ini?	
5	Gotong Royong	Apakah saya dapat bekerjasama dengan teman 1 kelompok?	

BAHAN BACAAN GURU DAN PESERTA DIDIK



Apakah yang ada didalam pikiran kalian ketika mendengar kata “Keseimbangan”? Mungkin dibenak kalian tergambar sesuatu yang berhubungan dengan timbangan. Memang benar bahwa kata “Keseimbangan” disini berhubungan dengan timbangan. Coba kalian perhatikan gambar disamping ini! Pastilah kalian mengenal dan sering menjumpainya dalam kehidupan sehari-hari. Ketika sebuah timbangan dalam kondisi setimbang, maka jarum penunjuk timbangan dalam posisi lurus dan diam, artinya bagian kiri dan bagian kanan menunjukkan massa yang sama. Hal ini bisa menganalogikan kondisi setimbang dalam ilmu kimia. Istilah kesetimbangan kimia menunjukkan bahwa laju reaksi ke arah kanan dan kiri bernilai sama besar. Hanya saja kesetimbangan kimia bersifat dinamis bukan statis atau diam layaknya timbangan massa. Nah pada materi kali ini kita akan mengenal reaksi kesetimbangan dalam reaksi kimia. Silahkan pelajari secara bertahap ya di buku ini!

Gambar.1 Timbangan

1. Reaksi Kimia

Reaksi kimia berdasarkan sifat berlangsungnya dibedakan menjadi 2 yakni reaksi satu arah dan reaksi dua arah. Berikut ini penjelasan dari reaksi-reaksi yang dimaksud

- a. Reaksi Searah / Tidak Dapat Balik / *Irreversible* adalah reaksi yang hanya berjalan searah ke kanan (ke arah produk), artinya produk yang terbentuk tidak dapat kembali menjadi reaktan.

Contoh reaksi searah:

- Pembakaran kertas (kertas akan menghitam lalu menjadi abu dan tidak bisa kembali lagi menjadi kertas)

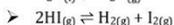
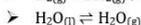
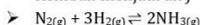


Ciri-ciri reaksi searah adalah:

- 1) Persamaan reaksi ditulis dengan satu anak panah produk/kanan (\rightarrow);
 - 2) Reaksi akan berhenti setelah salah satu atau semua reaktan habis;
 - 3) Produk tidak dapat terurai menjadi zat-zat reaktan; dan
 - 4) Reaksi berlangsung tuntas/berkesudahan
- b. Reaksi bolak-balik/ dapat balik (reversible) adalah reaksi yang berjalan dua arah, ke kanan (produk) dan ke kiri (reaktan), artinya produk yang terbentuk dapat kembali menjadi reaktan.

- c. Contoh reaksi dua arah:

- Air mendidih di dalam panci (air yang direbus melewati titik didih akan berubah menjadi uap, kalau kita meletakkan penutup panci di atasnya, uap tersebut akan terperangkap dan terkondensasi Kembali menjadi air)



Ciri-ciri reaksi dua arah adalah:

- 1) Persamaan reaksi ditulis dengan dua anak panah dengan arah berlawanan (\rightleftharpoons)
- 2) Reaksi ke arah produk disebut reaksi maju, reaksi ke arah reaktan disebut reaksi balik.
- 3) Apabila reaksi dua arah berlangsung dalam ruang tertutup dan laju reaksi ke kanan sama besar dengan laju reaksi ke kiri, reaksi dikatakan dalam keadaan setimbang. Dalam keadaan setimbang, jumlah reaktan dan produk tidak harus sama, asalkan laju reaksi ke kiri dan ke kanan sama besar.

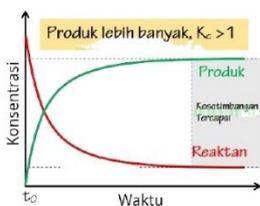
2. Keseimbangan Kimia

Secara umum kesetimbangan dalam reaksi kimia dapat dibagi menjadi dua, yaitu kesetimbangan statis dan kesetimbangan dinamis. Kesetimbangan statis terjadi ketika semua gaya yang bekerja pada objek bersifat seimbang, yaitu tidak ada gaya yang dihasilkan. Sementara itu, kesetimbangan dinamis diperoleh ketika semua gaya yang bekerja pada objek bersifat seimbang, tapi objeknya sendiri bergerak. Pada persamaan

reaksi kesetimbangan kimia setiap terjadi reaksi ke kanan, maka zat-zat produk akan bertambah, sementara zat-zat reaktan berkurang. Sebaliknya, reaksi juga dapat bergeser ke arah reaktan sehingga jumlah produk berkurang. Akibatnya terjadi lagi reaksi ke arah kanan. Demikian ini terjadi terus-menerus, sehingga secara mikroskopis terjadi reaksi bolak-balik (dua arah) pada reaksi kesetimbangan. Keadaan seperti ini dikatakan bahwa kesetimbangan bersifat dinamis. Keadaan dinamis hanya terjadi dalam sistem tertutup.

Contoh kesetimbangan dinamis dalam kehidupan sehari-hari yaitu proses pemanasan air dalam wadah tertutup. Saat suhu mencapai 100°C air akan berubah menjadi uap dan tertahan oleh tutup. Apabila pemanasan dihentikan, uap air yang terbentuk akan berubah menjadi air kembali sehingga jumlah air di dalam wadah tidak akan habis. Reaksi yang terjadi adalah $\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_{(g)}$. Reaksi ke kanan adalah reaksi penguapan sementara reaksi ke kiri adalah reaksi pengembunan. Lalu bagaimana hubungannya dengan laju reaksi yang terjadi pada reaksi kesetimbangan? Hal ini akan dijelaskan melalui penjelasan berikut ini. Silahkan kalian cermati!

Hubungan antara konsentrasi reaktan dengan produk, misalnya pada reaksi kesetimbangan $\text{C}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{(g)} + \text{H}_2_{(g)}$ dapat digambarkan dengan grafik berikut :

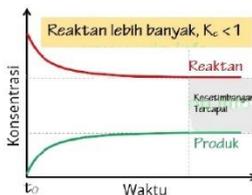


Kemungkinan (a) terjadi pada saat kesetimbangan produk > konsentrasi reaktan. Di awal reaksi, konsentrasi reaktan maksimal, semakin lama semakin berkurang. Saat kesetimbangan tercapai konsentrasi reaktan tidak berubah, sementara konsentrasi produk yang semula nol semakin lama semakin bertambah hingga konstan pada saat kesetimbangan.

Namun tidak tertutup kemungkinan pada saat kesetimbangan konsentrasi reaktan = konsentrasi produk.



Kemungkinan (b) terjadi jika pada saat kesetimbangan konsentrasi produk < konsentrasi reaktan.



Kemungkinan (c) tercapai jika pada saat kesetimbangan $V_1 = V_2$

Berdasarkan penjelasan yang telah disampaikan sebelumnya, maka kesetimbangan kimia mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

- 1) Reaksi berlangsung dua arah dan dalam ruang tertutup.
- 2) Laju reaksi ke kiri dan ke kanan sama besar.
- 3) Tidak terjadi perubahan makroskopis tetapi perubahan terjadi secara mikroskopis.

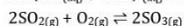
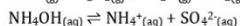
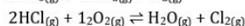
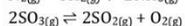
3. Jenis Reaksi Kesetimbangan

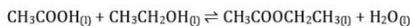
Berdasarkan wujud zat-zat dalam keadaan setimbang, reaksi kesetimbangan kimia dibedakan menjadi dua, yaitu kesetimbangan homogen dan heterogen. Silahkan kalian cermati penjelasan berikut ini :

a. Kesetimbangan Homogen

Kesetimbangan homogen yaitu kesetimbangan kimia yang di dalamnya terdapat satu wujud zat, misalnya gas atau larutan.

Contoh :

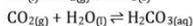
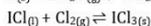
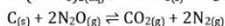
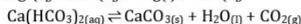
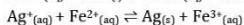
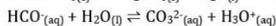
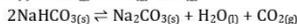
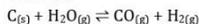




b. Kesetimbangan Heterogen

Kesetimbangan heterogen yaitu kesetimbangan kimia yang di dalamnya terdapat berbagai macam wujud zat, misalnya gas, padat, cair dan larutan.

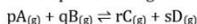
Contoh :



4. Persamaan Tetapan Kesetimbangan

Pada suhu tetap, dalam suatu reaksi kesetimbangan terdapat hubungan antara konsentrasi pereaksi dengan konsentrasi hasil reaksi terhadap tetapan kesetimbangan (K). Pada suatu kesetimbangan kimia berlaku hukum kesetimbangan, seperti yang dikemukakan oleh Guldberg dan Waage. "Dalam keadaan setimbang pada suhu tertentu, hasil kali konsentrasi hasil reaksi dibagi hasil kali konsentrasi pereaksi yang ada dalam sistem kesetimbangan yang masing-masing dipangkatkan dengan koefisiennya mempunyai harga tetap." Hasil bagi tersebut dinamakan tetapan kesetimbangan (K).

Tetapan kesetimbangan (K) merupakan angka yang menunjukkan perbandingan secara kuantitatif antara produk dengan reaktan. Secara umum reaksi kesetimbangan dapat dituliskan sebagai berikut.



Saat di dalam reaksi kesetimbangan dilakukan aksi, maka kesetimbangan akan bergeser dan sekaligus mengubah komposisi zat-zat yang ada untuk kembali mencapai kesetimbangan. Secara umum dapat dikatakan tetapan kesetimbangan merupakan perbandingan hasil kali molaritas reaktan dengan hasil kali molaritas produk yang masing-masing dipangkatkan dengan koefisiennya.

$$K = \frac{[\text{C}]^r [\text{D}]^s}{[\text{A}]^p [\text{B}]^q}$$

Keterangan :

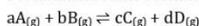
- K = tetapan kesetimbangan
- [A] = molaritas zat A (M)
- [B] = molaritas zat B (M)
- [C] = molaritas zat C (M)
- [D] = molaritas zat D (M)

a. Tetapan Kesetimbangan berdasarkan Konsentrasi (Kc)

Penentuan nilai tetapan kesetimbangan berdasarkan konsentrasi zat (Kc) yang terlibat dalam reaksi dihitung berdasarkan molaritas zatnya (M). Untuk menghitung tetapan nilai kesetimbangan tersebut, kalian harus memperhatikan fase atau wujud zat yang terdapat dalam reaksi yang akan ditentukan nilai Kc-nya. Hal ini dikarenakan nilai kesetimbangan konsentrasi (Kc) hanya untuk fase gas (g) atau larutan (aq). Jika di dalam reaksi terdapat fase lain selain kedua fase tersebut maka fase itu diabaikan. Untuk lebih jelasnya kalian dapat mencermati penjelasan berikut ini :

1) Semua fase senyawa dalam wujud gas (Reaksi Homogen)

Perhatikan reaksi berikut.



Dari reaksi di atas lambang A dan B merupakan pereaksi, sedangkan lambang C dan D merupakan hasil reaksi. Lalu pada a, b, c dan d masing-masing merupakan koefisien reaksi pada A, B, C, dan D.

Harga K_c dapat dirumuskan seperti hukum kesetimbangan dengan ketentuan sebagai berikut.

- Pada kesetimbangan, laju reaksi ke kanan (r_1) sama dengan laju reaksi ke kiri (r_2) atau $r_1 = r_2$.
- Pada keadaan setimbang, reaksi dianggap stabil. Artinya orde reaksi sesuai koefisien reaksinya, yaitu: $r_1 = k_1 [A]^a [B]^b$ dan $r_2 = k_2 [C]^c [D]^d$.
- Harga $K_c = \frac{k_1}{k_2}$

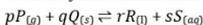
Dari ketentuan tersebut, diperoleh persamaan:

$$r_1 = r_2$$

$$k_1 [A]^a [B]^b = k_2 [C]^c [D]^d$$

$$K_c = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

2) Fase senyawa dalam reaksi bervariasi (Reaksi Heterogen)



Reaksi di atas merupakan reaksi dengan fase bervariasi, dimana dalam reaksi terdapat fase gas, cairan, larutan, dan padatan. Untuk kasus tersebut, tetapan kesetimbangannya ditentukan hanya berdasarkan konsentrasi zat yang berfase gas dan larutan saja karena zat yang berfase padat dan cair konsentrasinya dianggap tetap. Penulisan notasi tetapan kesetimbangan (K) untuk reaksi tersebut sebagai berikut :

$$\text{Maka } K = \frac{[R]^r [S]^s}{[P]^p [Q]^q}$$

Oleh karena $[Q]$ dan $[R]$ dianggap tetap, sehingga :

$$K = \frac{[Q]^q}{[R]^r} \quad K_c = \frac{[S]^s}{[P]^p}$$

Perhatikan Contoh Soal dan penyelesaian berikut

1. Tuliskan harga K_c untuk :

- $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$
- $C_{(s)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}$
- $CO_{(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons CH_{4(g)} + H_2O_{(g)}$
- $Fe^{3+}_{(aq)} + SCN^{-}_{(aq)} \rightleftharpoons Fe(SCN)^{2+}_{(aq)}$
- $3Fe_{(s)} + 4H_2O_{(g)} \rightleftharpoons Fe_3O_{4(s)} + 4H_2_{(g)}$
- $BiCl_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons BiOCl_{(s)} + 2HCl_{(aq)}$

Jawab :

$$a. \quad K_c = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2 [O_2]}$$

$$b. \quad K_c = \frac{[CO]^2}{[CO_2]}$$

$$c. \quad K_c = \frac{[CH_4][H_2O]}{[CO][H_2]^3}$$

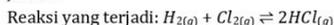
$$d. \quad K_c = \frac{[FeSCN^{2+}]}{[Fe^{3+}][SCN^{-}]}$$

$$e. \quad K_c = \frac{[H_2]^4}{[H_2O]^4}$$

$$f. \quad K_c = \frac{[HCl]^2}{[BiCl_3]}$$

2. Di dalam ruang tertutup yang volumenya 8 L pada suhu tertentu terdapat kesetimbangan antara 0,7 mol gas hidrogen; 0,6 mol gas klor; dan 0,5 mol gas HCl. Berapakah harga tetapan kesetimbangan pada keadaan tersebut?

Jawab :



Volume total = 8 L

$$[H_2] = \frac{0,7}{8} \text{ M}$$

$$[Cl_2] = \frac{0,6}{8} \text{ M}$$

$$[HCl] = \frac{0,5}{8} \text{ M}$$

$$K_c = \frac{[HCl]^2}{[H_2][Cl_2]} = \frac{\left[\frac{0,5}{8}\right]^2}{\left[\frac{0,7}{8}\right]\left[\frac{0,6}{8}\right]} = \frac{0,25}{0,42} = \frac{25}{42}$$

- b. Tetapan Kesetimbangan berdasarkan Tekanan Parsial (Kp)

Penentuan nilai tetapan kesetimbangan berdasarkan tekanan parsial (Kp) yang terlibat dalam reaksi dihitung dari tekanan parsial zatnya (P). Untuk menghitung tetapan nilai kesetimbangan tersebut, kalian harus memperhatikan fase atau wujud zat yang terdapat dalam reaksi yang akan ditentukan nilai Kp-nya. Pada perhitungan nilai kesetimbangan tekanan, fase yang dibutuhkan hanya fase gas (g). Jika di dalam reaksi terdapat fase lain selain fase gas maka fase itu diabaikan. Untuk lebih jelasnya kalian dapat mencermati penjelasan berikut ini : $aA_{(g)} + bB_{(g)} \rightleftharpoons cC_{(g)} + dD_{(g)}$

Dari reaksi di atas, dapat diperhatikan jika semua fase dalam reaksi tersebut merupakan fase gas sehingga semua zat digunakan dalam perhitungan menentukan nilai Kp. Lambang A dan B merupakan pereaksi, sedangkan lambang C dan D merupakan hasil reaksi. Lalu pada a, b, c dan d masing-masing merupakan koefisien reaksi pada A, B, C, dan D. Dari ketentuan tersebut, diperoleh persamaan:

$$K_p = \frac{(P_C)^c (P_D)^d}{(P_A)^a (P_B)^b}$$

Keterangan :

P_A = Tekanan Parsial Zat A

P_B = Tekanan Parsial Zat B

P_C = Tekanan Parsial Zat C

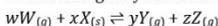
P_D = Tekanan Parsial Zat D

Nilai tekanan (P) tiap zat dapat dihitung menurut perhitungan berikut ini :

Misalnya, menghitung tekanan untuk zat A

$$P_A = \frac{\text{mol A}}{\text{mol total}} \times P \text{ total}$$

Demikian pula untuk reaksi yang melibatkan fase gas dan padatan, tetapan kesetimbangan tekanan ditentukan hanya berdasarkan tekanan zat yang berfase gas juga. Oleh karena itu, notasi tetapan kesetimbangannya ditulis sebagai berikut.



Oleh karena (X) dianggap tetap, sehingga:

$$K^1 [X]^x = K_p = \frac{(P_Y)^y (P_Z)^z}{(P_W)^w}$$

Contoh soal

1. Diketahui $A_{2(g)} + B_{2(g)} \rightleftharpoons 2AB_{(g)}$

mula-mula direaksikan 0,5 mol A_2 dengan 0,5 mol B_2 dalam ruang 1 L pada suhu 27°C . ternyata setelah kesetimbangan tercapai terdapat 0,3 mol gas AB. Jika tekanan total gas pada reaksi itu adalah 10 atm. Nilai Kp untuk reaksi tersebut adalah...

	$A_{2(g)}$	+	$B_{2(g)}$	\rightleftharpoons	$2AB_{(g)}$
m	0,5		0,5		-
r	0,15		0,15		0,3
s	0,35		0,35		0,3

mol total = 3,5 + 3,5 + 3 = 1 mol

$$P A_2 = \frac{0,35}{1 \text{ mol}} \times 10 \text{ atm} = 3,5 \text{ atm}$$

$$P B_2 = \frac{0,35}{1 \text{ mol}} \times 10 \text{ atm} = 3,5 \text{ atm}$$

$$P AB = \frac{0,3}{1 \text{ mol}} \times 10 \text{ atm} = 3 \text{ atm}$$

$$K_p = \frac{(P_{AB})^2}{(P_{A_2})(P_{B_2})} = \frac{3^2}{3,5 \cdot 3,5} = 0,73$$

2. Tuliskan harga K_p untuk $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$

$$K_p = \frac{(P_{NH_3})^2}{(P_{N_2})(P_{H_2})^3}$$

- c. Hubungan antara K_c dan K_p

Dari rumus tekanan gas $PV = nRT$, dapat disimpulkan bahwa P merupakan hasil kali konsentrasi dan RT

Untuk kesetimbangan, $mA_{(g)} + nB_{(g)} \rightleftharpoons vC_{(g)} + wD_{(g)}$

Harga $K_p = \frac{[P_C]^v [P_D]^w}{[P_A]^m [P_B]^n}$ sesuai rumus tekanan gas, maka

$$P_A = [A]RT$$

$$P_B = [B]RT$$

$$P_C = [C]RT$$

$$P_D = [D]RT$$

Harga P kita masukkan ke rumus tetapan kesetimbangan gas:

$$K_p = \frac{([C]RT)^v ([D]RT)^w}{([A]RT)^m ([B]RT)^n}$$

$$K_p = \frac{[C]^v [D]^w (RT)^{v+w}}{[A]^m [B]^n (RT)^{m+n}}$$

$$K_p = K_c (RT)^{(v+w)-(m+n)}$$

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$$

Keterangan:

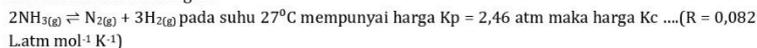
$$R = 0,082 \text{ (L} \cdot \text{ atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}\text{)}$$

T = suhu (K)

Δn = jumlah koefisien reaksi di kanan (produk) – jumlah koefisien di kiri (reaktan)

Contoh Soal:

1. Pada reaksi kesetimbangan:



Jawab:

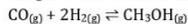
$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$$

$$2,46 = K_c (0,082 (27 + 273))^{4-2}$$

$$2,46 = K_c (24,6)^2$$

$$K_c = 0,004$$

2. Harga Kc untuk reaksi kesetimbangan adalah 289 pada suhu 273°C. menurut reaksi



$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$$

$$K_p = 289 (0,082 (273 + 273))^{1-3}$$

$$K_p = 0,144$$

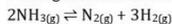
- d. Derajat Disosiasi (α)

Adalah harga pereaksi yang menyatakan berapa bagian zat tersebut ikut bereaksi pada reaksi kesetimbangan.

$$\alpha = \frac{\text{jumlah mol zat terurai}}{\text{jumlah mol zat mula-mula}}$$

Contoh Soal:

- a) 5 mol gas ammonia terurai dimasukkan ke dalam suatu wadah dan dibiarkan terurai menurut reaksi:



Setelah kesetimbangan tercapai ternyata ammonia terurai 40% dan tekanan 3,5 atm, hitunglah Kp!

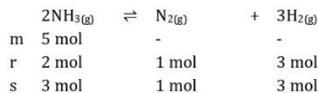
Penyelesaian:

$$\text{NH}_3 \text{ terurai } 40\% \text{ berarti } \frac{40}{100} = 0,4$$

$$\alpha = \frac{\text{jumlah mol zat terurai}}{\text{jumlah mol zat mula-mula}}$$

$$0,4 = \frac{\text{jumlah mol zat terurai}}{5}$$

$$\text{mol NH}_3 \text{ terurai} = 2$$



Jumlah mol dalam keadaan setimbang ($3+1+3 = 7$)

$$P \text{ NH}_3 = \frac{3}{7} \times 3,5 = 1,5$$

$$P \text{ N}_2 = \frac{1}{7} \times 3,5 = 0,5$$

$$P \text{ H}_2 = \frac{3}{7} \times 3,5 = 1,5$$

Setelah mengetahui tekanan parsial masing-masing:

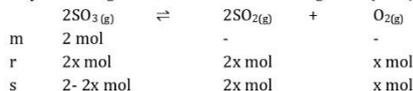
$$K_p = \frac{[P \text{ H}_2]^3 [P \text{ N}_2]}{[P \text{ NH}_3]^2}$$

$$K_p = \frac{[1,5]^3 [0,5]}{[1,5]^2}$$

$$K_p = 0,75$$

- b) Gas SO_3 (Ar S = 32; Ar O = 16) sebanyak 160 gram dipanaskan dalam wadah 1 liter sehingga terjadi dekomposisi termal: $2\text{SO}_{3(g)} \rightleftharpoons 2\text{SO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)}$

Pada saat perbandingan mol $\text{SO}_3 : \text{O}_2 = 2 : 3$ hitunglah: α (derajat disosiasi) dan Kc



$$\text{Perhatikan saat setimbang: } \frac{\text{SO}_2}{\text{O}_2} = \frac{2}{3} = \frac{2-2x}{x}$$

$$2x = 6-6x$$

$$8x = 6$$

$$x = \frac{6}{8} = 0,75$$

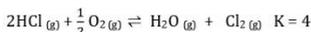
$$\text{Jadi } \alpha = \frac{2x}{2} = \frac{2 \cdot 0,75}{2} = 0,75 \text{ atau } 0,75 \times 100\% = 75\%$$

$$K_c = \frac{[SO_2]^2 [O_2]}{[SO_3]^2} = \frac{(\frac{1,5}{2})^2 (\frac{0,75}{2})}{(0,5)^2} \quad K_c = 6,75 \text{ M}$$

e. Hubungan Persamaan Reaksi dengan Tetapan Kesetimbangan (K)

Harga tetapan kesetimbangan (K) beberapa reaksi kimia dapat dibandingkan satu sama lain. Bentuk hubungan tersebut, jika ada suatu reaksi yang tetapan kesetimbangannya sama dengan K , berlaku ketentuan sebagai berikut

Misalkan reaksi berikut :



Berdasarkan reaksi tersebut, maka nilai K akan terjadi perubahan, meliputi hal berikut :

- 1) Jika reaksi kesetimbangan dibalik, maka harga K_c juga dibalik. $K' = \frac{1}{K}$
- 2) Jika koefisien reaksi kesetimbangan dikali faktor n , maka harga K_c dipangkat n . $K' = K^n$
- 3) Jika reaksi-reaksi yang berkaitan dijumlah, maka harga K_c total adalah hasil kali K_c dari reaksi-reaksi yang dijumlah. $K' = K_1 \times K_2$

5. Azas Le Chatelier

Azas *Le Chatelier* adalah azas yang digunakan untuk memprediksi pengaruh perubahan kondisi pada kesetimbangan kimia. Azas *Le Chatelier* berbunyi: "Jika suatu sistem kesetimbangan menerima suatu aksi, maka sistem tersebut akan mengadakan suatu reaksi sehingga pengaruh aksi menjadi sekecil-kecilnya". Cara sistem melakukan reaksi adalah dengan melakukan pergeseran ke kiri atau ke kanan. Pergeseran ke kiri artinya laju reaksi ke arah kiri menjadi lebih besar dan pergeseran ke kanan artinya laju reaksi ke kanan menjadi lebih besar. Dalam ilmu kimia, Azas *Le Chatelier* digunakan untuk memanipulasi hasil dari reaksi bolak-balik (*reversibel*) bahkan bisa juga untuk memperbanyak produk reaksi. Azas *Le Chatelier* hanya berlaku untuk kesetimbangan dinamis. Perubahan dari keadaan kesetimbangan semula ke keadaan kesetimbangan yang baru akibat adanya aksi atau pengaruh dari luar itu dikenal dengan pergeseran kesetimbangan.

6. Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Pergeseran Kesetimbangan

Suatu sistem dalam keadaan setimbang cenderung untuk mempertahankan kesetimbangannya sehingga jika ada pengaruh dari luar, maka sistem tersebut akan berubah sedemikian rupa agar segera diperoleh keadaan kesetimbangan lagi seperti yang diungkapkan oleh Azas *Le Chatelier*. Hal- hal apa sajakah yang dapat mempengaruhi kesetimbangan? Beberapa aksi yang dapat menyebabkan pergeseran pada sistem kesetimbangan akan diuraikan berikut ini

a. Pengaruh Perubahan Konsentrasi

Jika pada suatu sistem kesetimbangan, konsentrasi salah satu komponen dalam sistem ditambah maka kesetimbangan akan bergeser dari arah penambahan itu, dan bila salah satu komponen dikurangi maka kesetimbangan akan bergeser ke arah pengurangan itu. Sesuai dengan azas *Le Chatelier* (reaksi = aksi), jika konsentrasi salah satu komponen tersebut diperbesar, maka reaksi sistem akan mengurangi komponen tersebut. Sebaliknya, jika konsentrasi salah satu komponen diperkecil, maka reaksi sistem adalah menambah komponen itu. Pengaruh konsentrasi terhadap kesetimbangan berlangsung sebagaimana yang digambarkan pada tabel 1 berikut:

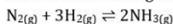
Tabel 1. Pengaruh Konsentrasi terhadap Kesetimbangan

No	Aksi	Reaksi	Cara Sistem Bereaksi
1	Menambah konsentrasi pereaksi	Konsentrasi pereaksi berkurang	Bergeser ke kanan

2	Mengurangi konsentrasi pereaksi	Konsentrasi pereaksi bertambah	Bergeser ke kiri
3	Memperbesar konsentrasi produk	Konsentrasi produk berkurang	Bergeser ke kiri
4	Mengurangi konsentrasi produk	Konsentrasi produk bertambah	Bergeser ke kanan
5	Mengurangi konsentrasi total	Konsentrasi total berkurang	Bergeser ke arah yang jumlah molekulnya besar

Contoh:

Sistem kesetimbangan pembentukan ammonia



Jika konsentrasi gas nitrogen (N_2) ditambah, kesetimbangan akan bergeser ke kanan yang berakibat konsentrasi gas hidrogen berkurang dan konsentrasi amonia bertambah.

Mengapa bisa terjadi demikian? Hal ini dapat dijelaskan berdasarkan pengertian bahwa nilai tetapan kesetimbangan (K) selalu tetap pada suhu tetap. Pada sistem kesetimbangan: $\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(g)}$ mempunyai nilai tetapan kesetimbangan (dinyatakan dengan K_1)

$$K_1 = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}$$

Rumusan tetapan kesetimbangan K_1 dapat dipandang sebagai angka pecahan dengan pembilang $[\text{NH}_3]^2$ dan penyebut $[\text{N}_2][\text{H}_2]^3$. Jika K_1 nilainya tetap maka penambahan konsentrasi N_2 tentu akan diimbangi dengan penurunan konsentrasi H_2 dan kenaikan konsentrasi NH_3 . Kejadian ini menjelaskan bahwa reaksi bergeser ke arah kanan.

b. Pengaruh Tekanan dan Volume

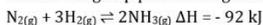
Konsentrasi gas dalam sebuah ruang, berbanding terbalik dengan volume, sehingga penambahan tekanan dengan cara memperkecil volume akan memperbesar konsentrasi semua komponen. Sesuai dengan azas *Le Chatelier*, maka sistem akan bereaksi dengan mengurangi tekanan. Sebagaimana kalian ketahui, tekanan gas bergantung pada jumlah molekul dan tidak bergantung pada jenis gas. Oleh karena itu, untuk mengurangi tekanan maka reaksi kesetimbangan akan bergeser ke arah yang jumlah koefisiennya molekul gas lebih kecil. Sebaliknya, jika tekanan dikurangi dengan cara memperbesar volume, maka sistem akan bereaksi dengan menambah tekanan dengan cara menambah jumlah molekul. Reaksi akan bergeser ke arah yang jumlah koefisiennya molekul gas lebih besar. Penjelasan pengaruh penambahan tekanan (dengan cara memperkecil volume) dapat dipelajari dari reaksi kesetimbangan berikut: $\text{CO}_{(g)} + 3\text{H}_2_{(g)} \rightleftharpoons \text{CH}_4_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)}$. Penambahan tekanan menggeser kesetimbangan ke kanan, ke arah reaksi yang jumlah koefisiennya terkecil, dan tekanan akan berkurang. Ketika volume diperkecil maka konsentrasi (rapatan) molekul gas bertambah dan menyebabkan pertambahan tekanan. Akibatnya, reaksi bergeser ke kanan untuk mengurangi tekanan. Satu molekul CH_4 dan 1 molekul H_2O (4 molekul pereaksi hanya menghasilkan 2 molekul produk). Dengan berkurangnya jumlah molekul, maka tekanan akan berkurang.

Berdasarkan uraian tersebut diatas, menunjukkan bahwa kenaikan tekanan menyebabkan reaksi bergeser ke arah total mol gas yang kecil dan sebaliknya penurunan tekanan akan menyebabkan reaksi bergeser ke arah total mol gas yang besar. Untuk reaksi yang tidak mempunyai selisih jumlah mol gas perubahan tekanan atau volume tidak akan menyebabkan perubahan dalam kesetimbangan.

c. Pengaruh Perubahan Suhu

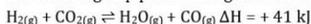
Perubahan suhu pada suatu reaksi setimbang akan menyebabkan terjadinya perubahan harga tetapan kesetimbangan (K). Untuk mengetahui bagaimana pengaruh perubahan suhu terhadap pergeseran kesetimbangan berikut disajikan data harga K untuk berbagai suhu dari dua reaksi kesetimbangan yang berbeda.

Tabel 2 Harga K_p pada Berbagai Suhu untuk Reaksi Kesetimbangan:



Suhu (°K)	298	500	700	900
Kp (x 10 ¹⁰)	6,76 x 10 ⁵	3,55 x 10 ⁻²	7,76 x 10 ⁻⁵	1,00 x 10 ⁻⁶

Tabel 3 Harga Kp pada Berbagai Suhu untuk Reaksi Kesetimbangan:



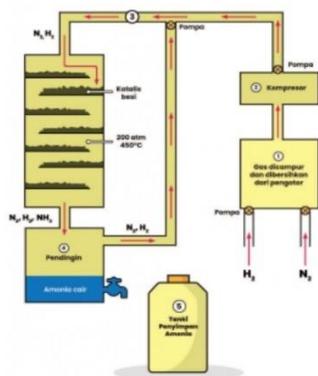
Suhu (°K)	298	500	700	900
Kp (x 10 ¹⁰)	1,00 x 10 ⁻⁵	7,76 x 10 ⁻³	1,23 x 10 ⁻¹	6,01 x 10 ⁻¹

Dari kedua tabel tersebut terdapat perbedaan, pada reaksi pertama jika suhunya diperbesar harga Kp makin kecil, ini berarti zat hasil makin sedikit yang diakibatkan oleh terjadinya pergeseran reaksi ke kiri. Pada reaksi kedua justru terjadi sebaliknya, yaitu bila suhunya diperbesar harga Kp menjadi makin besar, berarti jumlah zat hasil makin banyak yang diakibatkan terjadinya pergeseran kesetimbangan ke kanan. Perbedaan dari kedua reaksi tersebut adalah harga perubahan entalpinya. Untuk reaksi pembentukan gas NH_3 perubahan entalpinya negatif (Reaksi eksoterm) yang menunjukkan bahwa reaksi kekanan melepaskan kalor. Sedangkan pada reaksi antara gas H_2 dengan gas CO_2 harga perubahan entalpinya berharga positif (Reaksi endoterm) yang menunjukkan bahwa reaksi ke kanan adalah reaksi yang menyerap kalor. Dengan demikian pergeseran reaksi kesetimbangan akibat perubahan suhu ditentukan oleh jenis reaksinya endoterm atau eksoterm. Menurut Azas *Le Chatelier*, jika sistem kesetimbangan dinaikan suhunya, maka akan terjadi pergeseran kesetimbangan ke arah reaksi yang menyerap kalor (reaksi endoterm).

7. Penerapan Kesetimbangan dalam Industri

Dalam industri yang melibatkan reaksi kesetimbangan kimia, produk reaksi yang dihasilkan tidak akan bertambah ketika sistem telah mencapai kesetimbangan. Produk reaksi akan kembali dihasilkan, jika dilakukan perubahan konsentrasi, perubahan suhu, atau perubahan tekanan dan volume. Pada bagian ini akan dibahas bagaimana proses produksi amonia (NH_3) dan asam sulfat (H_2SO_4) dalam industri. Kedua bahan kimia tersebut dalam proses pembuatannya melibatkan reaksi kesetimbangan, yang merupakan tahap paling menentukan untuk kecepatan produksi.

a. Pembuatan Amonia (NH_3) dengan Proses Haber Bosh



Gambar.2 Skema Proses Haber

Nitrogen terdapat melimpah di udara, yaitu sekitar 78% volume. Walaupun demikian, senyawa nitrogen tidak terdapat banyak di alam. Satu-satunya sumber alam yang penting ialah NaNO_3 yang disebut Sendawa Chili. Sementara itu, kebutuhan senyawa nitrogen semakin banyak, misalnya untuk industri pupuk, dan bahan peledak. Oleh karena itu, proses sintesis senyawa nitrogen, fiksasi nitrogen buatan, merupakan proses industri yang sangat penting. Metode yang utama adalah mereaksikan nitrogen dengan hidrogen membentuk amonia. Selanjutnya amonia dapat diubah menjadi senyawa nitrogen lain seperti asam nitrat dan garam nitrat. Dasar teori pembuatan amonia dari nitrogen dan hidrogen ditemukan oleh Fritz Haber (1908), seorang ahli kimia dari Jerman. Sedangkan proses industri pembuatan amonia untuk produksi secara besar-besaran ditemukan oleh Carl Bosch, seorang insinyur kimia juga dari Jerman. Karena prosesnya ditemukan oleh Haber dan peralatan produksinya untuk skala industri diperkenalkan oleh Karl Bosch, makanya proses pembuatan amonia ini disebut dengan proses Haber-Bosch.

produksinya untuk skala industri diperkenalkan oleh Karl Bosch, makanya proses pembuatan amonia ini disebut dengan proses Haber-Bosch.

Perhatikan skema proses Haber-Bosch disamping. Pembuatan amonia dimulai dengan mencampurkan gas nitrogen dan hidrogen ke dalam tangki produksi. Nitrogen diperoleh dari alam dan hidrogen berasal dari gas metana. Kedua gas dicampur dan dibersihkan dari pengotor. Selanjutnya campuran gas hidrogen dan nitrogen dimampatkan hingga tekanannya mencapai 200 atmosfer. Gas yang sudah dimampatkan ini akan mengalir ke tangki bundar yang berisi katalis besi dengan suhu tangki 450°C. Kemudian campuran gas didinginkan sehingga amonia mengembun menjadi cairan. Adapun nitrogen dan hidrogen yang masih berupa gas akan masuk kembali ke tangki bundar dan proses ini berulang terus-menerus. Amonia yang sudah mencair dikeluarkan dan disimpan di dalam tangki penyimpanan.

Berdasarkan prinsip kesetimbangan kondisi yang menguntungkan untuk ketuntasan reaksi ke kanan (pembentukan NH_3) adalah suhu rendah dan tekanan tinggi. Akan tetapi, reaksi tersebut berlangsung sangat lambat pada suhu rendah, bahkan pada suhu 500°C sekalipun. Diphak lain, karena reaksi ke kanan eksoterm, penambahan suhu akan mengurangi rendemen. Peranan katalisator dalam industri amonia juga sangat diperlukan untuk mempercepat terjadinya kesetimbangan. Tentunya kalian masih ingat dengan katalisator bukan? Katalisator adalah zat yang dapat mempercepat reaksi tetapi zat tersebut tidak ikut bereaksi. Untuk mengurangi reaksi balik, amonia yang terbentuk harus segera dipisahkan. Mula-mula campuran gas nitrogen dan hidrogen dikompresi (dimampatkan) hingga mencapai tekanan yang diinginkan. Kemudian campuran gas dipanaskan dalam suatu ruangan yang bersama katalisator sehingga terbentuk amonia. Keadaan reaksi untuk menghasilkan NH_3 sebanyak-banyaknya disebut kondisi optimum. Kondisi optimum pada industri amoniak dilakukan pada suhu 600°C dan tekanan ruangan 1000 atm.

b. Pembuatan Asam Sulfat (H_2SO_4)

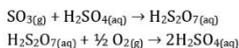
Asam sulfat merupakan bahan industri kimia yang penting, yaitu digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan pupuk. Proses pembuatan asam sulfat (H_2SO_4) sebenarnya ada dua cara, yaitu dengan proses kamar timbal dan proses kontak. Proses kamar timbal sudah lama ditinggalkan karena kurang menguntungkan. Proses kontak menghasilkan asam sulfat mencapai kadar 99% dan biayanya lebih murah.

Pembuatan asam sulfat meliputi 3 tahap, yaitu sebagai berikut:

- 1) Pembentukan belerang dioksida, persamaan reaksinya adalah

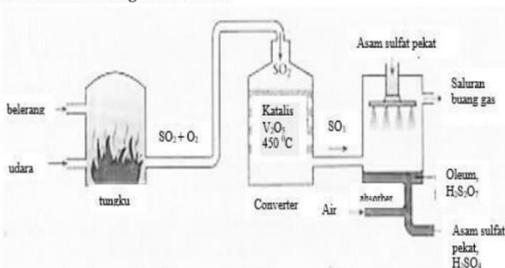
$$\text{S}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{SO}_{2(g)}$$
- 2) Pembentukan belerang trioksida, persamaan reaksinya adalah

$$\text{SO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{SO}_{3(g)} \quad \Delta H = -196 \text{ kJ}$$
- 3) Pembentukan asam sulfat, melalui zat antara, yaitu asam piro-sulfat, persamaan reaksinya adalah



Tahap penting dalam proses ini adalah reaksi (2). Reaksi ini merupakan reaksi kesetimbangan dan eksoterm. Sama seperti pada sintesis amonia, reaksi ini hanya berlangsung baik pada suhu tinggi. Akan tetapi pada suhu tinggi justru kesetimbangan bergeser ke kiri. Untuk memperbanyak hasil harus memperhatikan azas *Le Chatelier*.

- Reaksi tersebut menyangkut tiga partikel pereaksi (2 partikel SO_2 dan 1 partikel gas O_2) untuk menghasilkan 2 partikel SO_3 . Jadi, perlu dilakukan pada tekanan tinggi.



Gambar 3. Skema Pembuatan Asam Sulfat

- Reaksi ke kanan adalah reaksi eksoterm ($\Delta H = -196 \text{ kJ}$), berarti harus dilakukan pada suhu rendah. Masalahnya, pada suhu rendah reaksinya menjadi lambat. Seperti pada pembuatan amonia, permasalahan ini dapat diatasi dengan penambahan katalis V_2O_5 . Dari penelitian didapat kondisi optimum untuk proses industri asam sulfat adalah pada suhu antar $400^\circ\text{C} - 450^\circ\text{C}$ dan tekanan 1 atm.

GLOSARIUM

Hukum Kesetimbangan	: Hukum aksi massa yang menyatakan bahwa nisbah hasil kali konsentrasi produk terhadap hasil kali konsentrasi pereaksi, dipangkatkan dengan koefisien reaksinya, mempunyai nilai tertentu pada suhu tertentu
Keadaan Setimbang	: Keadaan saat dua proses yang berlawanan arah berlangsung secara bersamaan dengan kelajuan yang sama sehingga tidak menghasilkan perubahan makroskopis
Reaksi Kesetimbangan	: Reaksi bolak balik di mana laju reaksi ke kanan sama dengan laju reaksi ke kiri
Tetapan laju reaksi	: Suatu bilangan tetap yang merupakan angka factor perkalian terhadap konsentrasi dalam rumusan laju reaksi
Kesetimbangan Dinamis	: Suatu keadaan dari sistem kesetimbangan yang menyatakan reaksi terus berlangsung ke dua arah yang berlawanan secara mikroskopis
<i>Azas Le Chatelier</i>	: Prinsip yang menyatakan bahwa jika dalam suatu sistem kesetimbangan mengalami perubahan konsentrasi, suhu, volume, atau tekanan maka sistem akan menyesuaikan dirinya untuk meniadakan pengaruh perubahan yang diterapkan hingga kesetimbangan baru tercapai
Konsentrasi larutan	: Besaran yang menunjukkan kepekatan suatu larutan melalui perbandingan antara zat terlarut dan pelarut
Koefisien Reaksi	: Angka yang ditulis mendahului rumus kimia zat, yang menyatakan perbandingan mol zat yang terlibat dalam reaksi
Reaksi Eksoterm	: Reaksi yang melepaskan kalor dari sistem ke lingkungan sehingga entalpi hasil reaksi menjadi berkurang
Reaksi Endoterm	: Reaksi yang menyerap kalor dari lingkungan ke sistem sehingga entalpi hasil reaksi bertambah
Proses Haber Bosh	: Proses pembuatan gas amonia di industri yang menggunakan bahan baku gas nitrogen dan gas oksigen dengan katalis besi (Fe)
Proses Kontak	: Proses pembuatan asam sulfat di industri dengan menggunakan katalis vanadium pentaoksida (V_2O_5)
Katalis	: Zat yang dapat mempercepat terjadinya reaksi tetapi tidak ikut bereaksi
Optimal	: Suatu kondisi tertinggi dari suatu proses

DAFTAR PUSTAKA

- Emi Sulami,dkk. 2009. Buku Panduan Pendidik Kimia Untuk SMAMA Kelas XI. Intan Pariwara. Klaten.
- Elizabeth Thahjadarmawan. 2018. Gagas Kimia Jilid 2. REXAQILA Media.Yogyakarta.
- Johari, J.M.C. dan Rachmawati, M., 2006. *Kimia SMA dan MA untuk Kelas XI*, Esis, Jakarta
- Nana Sutresna. 2013. *KIMIA SMA XI Sekolah Menengah Atas*.Grafindo. Jakarta.
- Sri Rahayu Ningsih. 2013. *KIMIA SMA XI Sekolah Menengah Atas*.Bumi Aksara. Jakarta.
- Sudiono, Sri & Juari Santosa, Sri dan Pranowo, Deni., 2007. *Kimia Kelas XI untuk SMA dan MA*, Jakarta, Intan Pariwara
- Unggul Sudarmo, dkk. 2014. *KIMIA SMA XI Sekolah Menengah Atas*.Penerbit Erlangga. Jakarta.

LAMPIRAN 3 Lembar Kerja Peserta Didik

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)
 Berbasis Problem Based Learning (PBL)-
 Group Investigation (GI)

KESETIMBANGAN DINAMIS

Kelompok:

XI SMA/MA

MUTMAINNAH
 JULIA MARDHIYA
 DENNI EBIT NUGROHO

TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah kegiatan pembelajaran dengan model PBL-GI peserta didik diharapkan mampu

- Menjelaskan reaksi kesetimbangan dinamis
- Menjelaskan kesetimbangan homogen dan heterogen
- Menyimpulkan karakteristik reaksi kesetimbangan

PETUNJUK PENGGUNAAN LKPD

Untuk menggunakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) ini sebagai sumber belajar, perhatikan petunjuk di bawah ini:

- Cermati tujuan pembelajaran yang ada pada LKPD ini
- Gunakan sumber belajar lain untuk menambah pengetahuan dan pengalaman
- Lakukan kegiatan secara runtut
- Baca dan pahami petunjuk serta langkah-langkah kegiatan pada LKPD dengan cermat
- Amatilah dan analisislah masalah yang diberikan dengan seksama
- Tanyakan kepada guru mu apabila ada yang belum dipahami
- Apabila telah selesai, rapihkan lalu kumpulkan LKPD

MERENCANAKAN KERJASAMA

Simaklah dan analisislah reaksi kimia dalam cerita berikut ini!

Ali, Kertas dan Air

Suatu hari, Ali ditugaskan untuk melakukan eksperimen di laboratorium berkaitan dengan beberapa reaksi kimia. Eksperimen yang pertama, Ali diminta untuk membakar kertas untuk mengubah abu kertas tadi menjadi kertas namun dia mengalami kesulitan. Karena abu tersebut tetap menjadi abu. Tidak bisa menjadi kertas. Sehingga Ali menuliskan persamaan berikut di buku catatannya:



Kertas → Abu (berlangsung)

Abu → Kertas (tidak berlangsung)

Persamaan reaksi ditulis dengan satu anak panah produk/kanan (→); reaksi akan berhenti setelah salah satu atau semua reaktan habis; produk tidak dapat terurai menjadi zat-zat reaktan; dan reaksi berlangsung tuntas/berkesudahan.

Tugas kedua Ali adalah menguji air direbus dalam wadah tertutup. Saat suhu mencapai 100°C, beberapa molekul air akan menguap dengan laju v_1 . Persamaan reaksi: $H_2O_{(g)} \rightarrow H_2O_{(g)}$

Uap yang terbentuk akan mengembun kembali dengan laju v_2 .

Persamaan reaksi: $H_2O_{(g)} \rightarrow H_2O_{(l)}$

Kondisi awal: $v_1 > v_2$

Kondisi kesetimbangan dinamis: $v_1 = v_2$

Ali menuliskan persamaan reaksinya sebagai berikut:

$H_2O_{(g)} \rightleftharpoons H_2O_{(g)}$ (berlangsung)



Berdasarkan dua reaksi tersebut Ali kemudian melakukan analisis bahwa kedua reaksi tersebut memiliki sifat yang berbeda. Mari kita bantu Ali menganalisis reaksi tersebut!

Berdasarkan fenomena di atas, coba tuliskan rumusan masalah terkait reaksi kesetimbangan dinamis dalam bentuk pertanyaan!

Buatlah jawaban sementara atau hipotesis dari rumusan masalah di atas!

Berdasarkan hipotesis yang kalian ajukan, buktikan kebenaran hipotesis kalian. Carilah referensi dari buku, internet atau literatur lain yang sesuai.

IMPLEMENTASI

Berdasarkan referensi yang telah kalian dapatkan, lakukan analisis berikut!

1. Sebagaimana yang telah kalian amati, apakah abu hasil pembakaran kertas dapat diubah menjadi kertas semula?
Jawab:

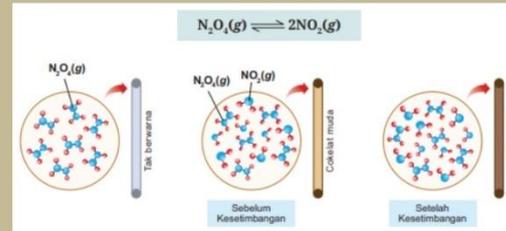
2. Peristiwa seperti itulah yang disebut sebagai reaksi *irreversibel*. Jadi berdasarkan peristiwa tersebut apakah yang disebut reaksi *irreversibel*?
Jawab:

3. Tuliskan kembali persamaan reaksi diatas!
Jawab:

4. Eksperimen kedua Ali itulah yang disebut sebagai reaksi *reversibel*. Jadi, berdasarkan peristiwa tersebut apakah yang disebut reaksi *reversibel*?
Jawab:

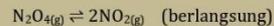
5. Bagaimanakah ciri-ciri kedua reaksi tersebut? Jelaskan!
Jawab:

Umumnya, proses-proses alami berlangsung searah, tidak dapat balik (*irreversible*). Namun di laboratorium maupun dalam proses industri, banyak sekali reaksi yang dapat balik (*reversible*). Berikut reaksi lainnya yang dapat balik:

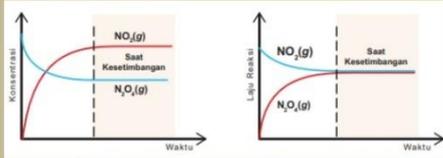


Dalam laboratorium, gas N_2O_4 yang tak berwarna dalam ruangan tertutup dapat terdisosiasi menjadi gas NO_2 yang berwarna cokelat bila suhu dinaikkan. Sebaliknya, jika gas NO_2 yang berwarna cokelat didinginkan, maka akan terbentuk gas N_2O_4 sehingga wadah yang semula penuh dengan gas berwarna cokelat akan menjadi tidak berwarna.

6. Persamaan reaksi disosiasi N_2O_4 dapat digabung sebagai berikut:



Pada suatu kondisi, ketika laju reaksi pembentukan ke arah produk sama dengan laju pembentukan ke arah reaktan maka reaksi bolak balik ini dikatakan dalam keadaan setimbang. Perhatikan gambar berikut!



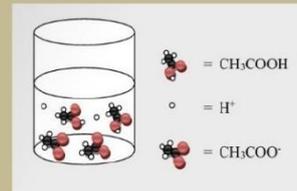
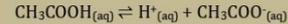
Gambar di atas terdapat grafik konsentrasi vs waktu. Pada grafik terlihat bahwa seiring dengan berjalannya waktu, konsentrasi N_2O_4 semakin berkurang, sedangkan konsentrasi NO_2 semakin bertambah, namun hal tersebut tidak terus menerus terjadi, sampai pada suatu keadaan yang dalam grafik digambarkan dengan keadaan konsentrasi konstan (garis mendatar) menunjukkan bahwa pada saat tersebut, konsentrasi N_2O_4 dan NO_2 adalah tetap (tidak berubah lagi), keadaan tersebut dikenal dengan keadaan setimbang. Adapun berdasarkan posisi garis dalam grafik menunjukkan konsentrasi NO_2 lebih besar dari pada N_2O_4 karena garis pada grafik NO_2 berada di atas dari pada garis N_2O_4 .

Berdasarkan penjelasan tersebut, maka konsentrasi pereaksi dan hasil reaksi saat menuju keadaan setimbang dan pada saat setimbang adalah...

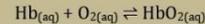
Jadi, pada grafik laju reaksi vs waktu, kesetimbangan kimia terjadi ketika laju pembentukan ke arah produk sama dengan laju pembentukan ke arah reaktan. Orang kimia menyebutnya dengan Karena reaksi bisa terjadi dinamis dua arah, baik ke arah pembentukan produk maupun reaktan.

Kesetimbangan dinamis ini terbagi menjadi dua, yaitu kesetimbangan homogen dan kesetimbangan heterogen.

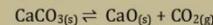
Telah kita ketahui bahwa reaksi disosiasi N_2O_4 menjadi NO_2 dan sintesis gas N_2O_4 dari gas NO_2 yang berlangsung secara bersamaan merupakan contoh reaksi kesetimbangan. Selain itu ada cuka (asam asetat), asam lemah yang dalam larutan berair akan terurai dan membentuk kesetimbangan:

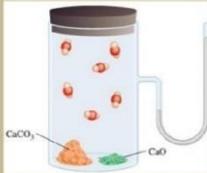


Contoh lain dari reaksi kesetimbangan adalah reaksi kesetimbangan antara hemoglobin dan oksigen dengan kompleks oksihemoglobin pada proses respirasi (pernapasan). Hemoglobin (Hb) meningkat merupakan senyawa kompleks yang terdapat pada sel darah merah yang bertugas mengikat lalu mengangkut oksigen ke seluruh bagian tubuh dan melepaskannya. Berikut reaksi kesetimbangan hemoglobin dan oksigen dengan kompleks oksihemoglobin.



Selanjutnya ada pualam (batu kapur), merupakan bagian terbesar penyusun cangkang siput. Kapur tak larut dalam air sehingga tak pernah kita jumpai seput dalam keadaan telanjang (tanpa rumah). Apabila kita panaskan batu kapur paada suhu tertentu maka akan terurai menjadi kapur tohor (CaO) dan karbondioksida (CO_2) dalam reaksi kesetimbangan.





Berikut reaksi-reaksi terkait:

1. Kestimbangan penyangga darah

$$\text{H}_3\text{PO}_{4(\text{aq})} \rightleftharpoons 3\text{H}^+_{(\text{aq})} + \text{PO}_4^{3-}_{(\text{aq})}$$
2. Kestimbangan penyangga cairan sel (sitoplasma)

$$\text{H}_2\text{CO}_{3(\text{aq})} \rightleftharpoons 2\text{H}^+_{(\text{aq})} + \text{CO}_3^{2-}_{(\text{aq})}$$
3. Kestimbangan air

$$2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})}$$

8. Berdasarkan persamaan reaksi di atas, kelompokkanlah berbagai kestimbangan di atas, berdasarkan fasa (wujud) dari reaktan dan produknya!

Kelompok 1 (Fasa zat sama)	Kelompok 2 (Fasa zat berbeda)

7. Berdasarkan hasil pengelompokkan berbagai reaksi kestimbangan kimia diatas, apakah perbedaan antara kelompok reaksi pertama dengan reaksi kedua?

9. Ditinjau dari fase (wujud) dari reaktan dan produknya, reaksi kestimbangan kelompok reaksi pertama merupakan bentuk dari reaksi kestimbangan homogen. Jadi kestimbangan homogen adalah...

10. Dari reaksi kestimbangan pada kelompok reaksi kedua merupakan bentuk dari reaksi kestimbangan heterogen. Jadi kestimbangan heterogen adalah...



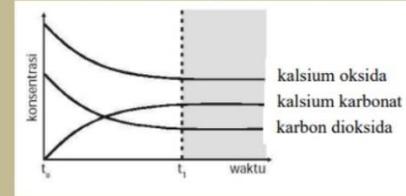
Kesimpulan: (buatlah kesimpulan untuk menjawab permasalahan di awal LKPD!)

PENYAJIAN AKHIR

- Guru memonitor peserta didik, sebagai fasilitator jalannya diskusi kelompok
- Setelah melakukan diskusi bersama kelompok, presentasikan hasil kalian dengan percaya diri!

EVALUASI

1. Pembentukan terumbu karang



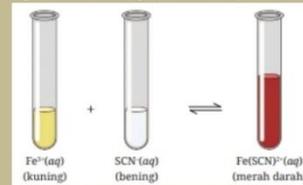
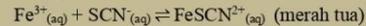
Indonesia merupakan negara yang terkenal dengan keindahan bawah lautnya. Wilayah lautan Indonesia yang mencapai 70% ini menyimpan keindahan dan kekayaan terumbu karang. Diperkirakan luas terumbu karang yang terdapat di perairan Indonesia adalah lebih dari 60.000 Km², yang tersebar luas dari perairan Kawasan Barat Indonesia sampai Kawasan Timur Indonesia. Terumbu karang merupakan kumpulan koral. Koral ialah makhluk hidup di air yang dilapisi oleh karang. Karang ini terbentuk melalui hasil reaksi antara ion kalsium pada kalsium oksida dan gas karbon dioksida. Reaksi tersebut menghasilkan garam kalsium karbonat. Koral yang terbentuk dapat larut kembali karena adanya perubahan suhu dan kadar karbon dioksida di udara. Namun, dalam kehidupan sehari-hari tidak semua reaksi kimia yang zat-zat hasil reaksinya dapat bereaksi kembali menjadi pereaksi.

- Berdasarkan analisismu terhadap fenomena yang disajikan, bagaimana reaksi kesetimbangan dinamis pada terumbu karang? bagaimana definisi kesetimbangan dinamis menurut Anda? Analisislah mengapa reaksi tersebut dikatakan setimbang!

- b. Perhatikan grafik perubahan konsentrasi terhadap waktu di atas, berdasarkan grafik tersebut, bagaimana konsentrasi pereaksi dan hasil reaksi saat menuju keadaan setimbang dan pada saat setimbang?
- c. Berdasarkan reaksi kesetimbangan kimia pada terumbu karang, analisislah reaksi tersebut termasuk reaksi homogen atau heterogen? Mengapa? jelaskan contoh lain mengenai reaksi kesetimbangan homogen dan heterogen!

2. Suatu sistem dikatakan setimbang ketika sebuah reaksi berlangsung secara terus menerus dalam arah yang berlawanan dengan laju reaksi sama. Sehingga apabila pada suatu sistem kesetimbangan diberi pengaruh dari luar, maka sistem kesetimbangan akan mengalami pergeseran dan membentuk sebuah kesetimbangan baru. Kesetimbangan kimia juga terjadi pada kehidupan kita sehari-hari. Contohnya pada pengaturan pH dalam darah, siklus oksigen dalam tubuh, dan pada proses fotosintesis. Seorang siswa mengetahui bahwa salah satu syarat mencapai kondisi setimbang harus berada dalam sistem tertutup. Percobaan yang dilakukan mengenai pengaruh konsentrasi terhadap pergeseran kesetimbangan.

Pertama, siswa tersebut mencampurkan Fe^{3+} dalam larutan FeCl_3 dengan SCN^- dalam larutan KSCN . Reaksinya adalah sebagai berikut:



Berdasarkan analisismu terhadap percobaan tersebut, bagaimana definisi sistem tertutup menurut Anda? Mengapa reaksi tersebut dapat terjadi?

3. Perhatikan reaksi berikut ini: $C_{(s)} + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + H_2_{(g)}$

Pada saat setimbang, ada beberapa kemungkinan yang terjadi dilihat dari konsentrasi pereaksi atau hasil reaksi. Pada reaksi tersebut ada tiga kemungkinan yang terjadi seperti penjelasan berikut:

Kemungkinan I

- ❖ Mula-mula konsentrasi A dan B harganya tertentu, kemudian berkurang sampai tidak ada perubahan
- ❖ Konsentrasi C dan D dari nol bertambah terus sampai tidak ada perubahan
- ❖ Pada saat setimbang, konsentrasi C dan D lebih besar daripada A dan B

Kemungkinan II

- ❖ Perubahan konsentrasi A dan B menjadi C dan D sama seperti kemungkinan I
- ❖ Pada saat setimbang, konsentrasi C dan D lebih kecil daripada A dan B

Kemungkinan III

- ❖ Perubahan konsentrasi A dan B menjadi C dan D sama seperti kemungkinan I dan II, tetapi pada saat setimbang konsentrasi A dan B sama dengan konsentrasi C dan D.

Buatlah sebuah grafik dari ketiga kondisi dari ketiga kemungkinan kesetimbangan tersebut sesuai dengan pemahaman Anda! Apa yang dapat Anda pahami dari ketiga grafik tersebut?

Selamat Mengerjakan !!!



LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)

Berbasis Problem Based Learning (PBL)-
Group Inverstigation (GI)

TETAPAN KESETIMBANGAN



Kelompok:

XI

SMA/MA

MUTMAINNAH
JULIA MARDHIYA
DENNI EBIT NUGROHO

TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah kegiatan pembelajaran dengan model PBL-GI peserta didik diharapkan mampu

- Menentukan harga tetapan kesetimbangan (K_c) berdasarkan data
- Menentukan harga tetapan kesetimbangan parsial (K_p) berdasarkan data
- Mengolah data untuk menentukan nilai tetapan kesetimbangan suatu reaksi
- Menentukan hubungan K_p dan K_c

PETUNJUK PENGGUNAAN LKPD

Untuk menggunakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) ini sebagai sumber belajar, perhatikan petunjuk di bawah ini:

- Cermati tujuan pembelajaran yang ada pada LKPD ini
- Gunakan sumber belajar lain untuk menambah pengetahuan dan pengalaman
- Lakukan kegiatan secara runtut
- Baca dan pahami petunjuk serta langkah-langkah kegiatan pada LKPD dengan cermat
- Amatilah dan analisislah masalah yang diberikan dengan seksama
- Tanyakan kepada guru mu apabila ada yang belum dipahami
- Apabila telah selesai, rapikan lalu kumpulkan LKPD

MERENCANAKAN KERJASAMA

Simaklah dan analisislah reaksi kimia dalam cerita berikut ini!

Polusi NO_2 Memburuk, Risiko Kesehatan Meningkat



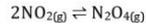
Gambar diatas merupakan kota Jakarta tahun 2021 yang diselimuti asap polusi udara. Komponen utama kabut asap adalah nitrogen dioksida. Gas ini dalam kadar yang tinggi akan berbahaya dan merupakan gas beracun dengan bau yang tajam dan warna merah kecoklatan.

Studi berbasis pantauan satelit di tujuh lokasi dari lima kota besar dan dua lokasi sekitar Pembangkit Tenaga Uap Batubara di Indonesia menunjukkan polusi nitrogen dioksida memburuk sepanjang April-Juni 2021. Memburuknya polusi udara ini meningkatkan risiko kesehatan publik. Untuk mencegah dampak buruk bagi kesehatan manusia berlanjut di masa depan, Indonesia harus menghentikan penggunaan bahan bakar fosil sesegera mungkin dan mendukung pengembangan transportasi publik massal berorientasi emisi rendah hingga nol emisi.

Pengamatan NO_2 berbasis satelit diambil melalui sensor Tropomi pada satelit Sentinel-5P. Meskipun pengamatan satelit saja tidak memungkinkan untuk menentukan konsentrasi polusi yang sebenarnya dekat dengan tanah, pengukuran ini biasa dipakai untuk mengetahui polusi udara dekat permukaan. Hasilnya, selama April-Juni 2021, jumlah kolom atmosfer meningkat di semua lokasi ini dibandingkan tahun 2020.

Jakarta +54%, Bandung +34%, Surabaya +20%, Medan +9%, Semarang +31%, PLTU Cilegon PTIP +31%, dan PLTU Suralaya +39%.

Orang yang tinggal di daerah dengan polusi udara melebihi ambang berisiko mengalami gangguan kesehatan. Misalnya pada ibu hamil berisiko bayinya lahir dengan berat badan lebih rendah, anak-anak akan mengalami gangguan pertumbuhan paru, gangguan pertumbuhan secara keseluruhan, dan mudah terjadi risiko asma, dampak buruk ini akan terbawa hingga dewasa dengan tingginya risiko asma, penyakit jantung coroner, stroke, kanker paru, bronkitis kronis hingga diabetes. Sedangkan bagi orang lanjut usia yang terdampak polusi udara fungsi parunya akan menurun sehingga kualitas hidup sehari-hari akan berkurang dan memiliki resiko kanker paru. NO_2 mengalami reaksi kesetimbangan dengan gas yang tidak berwarna dengan reaksi kesetimbangan sebagai berikut:



Berdasarkan fenomena di atas, coba tuliskan rumusan masalah terkait perbandingan konsentrasi reaktan dan produk pada reaksi kesetimbangan untuk menentukan tetapan kesetimbangan dalam bentuk pertanyaan!

Buatlah jawaban sementara atau hipotesis dari rumusan masalah di atas!

Berdasarkan hipotesis yang kalian ajukan, buktikan kebenaran hipotesis kalian. Carilah referensi dari buku, internet atau literatur lain yang sesuai.

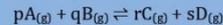
IMPLEMENTASI

Berdasarkan referensi yang telah kalian dapatkan, lakukan analisis berikut!

Menurut Norwegia Cato Guldberg dan Peter Waage menjelaskan hukum kesetimbangan yaitu:

...

Hasil bagi tersebut dinamakan tetapan kesetimbangan (K) Tetapan kesetimbangan merupakan angka yang menunjukkan secara kuantitatif antara produk dengan reaktan. Secara umum reaksinya dapat ditulis:



$$K = \frac{[\text{C}]^r [\text{D}]^s}{[\text{A}]^p [\text{B}]^q}$$

Keterangan :

- ❖ K = tetapan kesetimbangan
- ❖ [A] = molaritas zat A (M)
- ❖ [B] = molaritas zat B (M)
- ❖ [C] = molaritas zat C(M)
- ❖ [D] = molaritas zat D (M)

Tetapan Kesetimbangan Konsentrasi (Kc)

Konsentrasi Awal		Konsentrasi saat kesetimbangan		Perbandingan konsentrasi pada saat kesetimbangan	
[N ₂ O ₄]	[NO ₂]	[N ₂ O ₄]	[NO ₂]	[NO ₂]/[N ₂ O ₄]	[NO ₂] ² /[N ₂ O ₄]
0,0670 M	0,000 M	0,643 M	0,0547 M	0,0851	4,65 × 10 ⁻³
0,446 M	0,050 M	0,448 M	0,0457 M	0,102	4,65 × 10 ⁻³
0,500 M	0,030 M	0,491 M	0,0475 M	0,0967	4,65 × 10 ⁻³
0,600 M	0,040 M	0,594 M	0,523 M	0,0880	4,65 × 10 ⁻³
0,000 M	0,200 M	0,0898 M	0,0204 M	0,227	4,65 × 10 ⁻³

Berdasarkan tabel diatas, terdapat hubungan [N₂O₄] dan [NO₂] pada saat kesetimbangan dengan menentukan perbandingan konsentrasinya. Kesetimbangan dari konteks di atas adalah...

K = _____

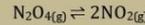
Catatan : Dalam sistem kesetimbangan, zat-zat penyusun kesetimbangan dapat berada dalam fase padat (s), gas (g), cair (ℓ), atau larutan (aq). Namun, fase yang diikutkan dalam perhitungan tetapan kesetimbangan konsentrasi hanya lah gas (g) dan larutan (aq), sementara fase padat (s) dan cair (ℓ) tidak diikutkan karena nilai konsentrasinya relatif konstan pada saat kese timbangan telah tercapai.

Tetapan Kesetimbangan Tekanan Parsial (Kp)

Pada reaksi kesetimbangan yang melibatkan zat berfase gas, jumlah zat-zat dalam campuran reaksi dapat diukur dengan tekanan parsial (P). Berdasarkan hal tersebut tetapan kesetimbangan untuk reaksi yang melibatkan gas dapat ditentukan dengan menggunakan tekanan parsial tiap-tiap gas.

Tetapan kesetimbangan dengan data tekanan parsial diberi notasi Kp (P= *Pressure* artinya tekanan)

Tuliskan tetapan kesetimbangan gas (Kp) pada reaksi berikut:



$$K_p = \frac{(P)^{\sum \nu_{produk}}}{(P)^{\sum \nu_{reaktan}}}$$

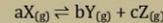
Untuk menghitung tekanan masing-masing zat yaitu:

$$P_{zat} = \frac{n_{zat}}{n_{total}} \times P_{total}$$

Hubungan Antara Kp dan Kc

Tahukah Anda dari mana rumus hubungan Kp dan Kc diperoleh? Bagaimanakah penurunan rumusnya? Coba Anda ikuti tahapan penurunan rumus berikut:

Jika diketahui persamaan reaksi kesetimbangan:



Rumus tetapan kesetimbangan (Kc dan Kp) untuk persamaan tersebut adalah:

$$K_c = \frac{[Y]^b[Z]^c}{[X]^a} \dots\dots \text{persamaan 1}$$

$$K_p = \frac{[P_Y]^b[P_Z]^c}{[P_X]^a} \dots\dots \text{persamaan 2}$$

Dimana

[] = konsentrasi zat dalam satuan molaritas (mol/L)

P = tekanan parsial gas (atm)

a,b,c = koefisien persamaan reaksi

Anda dapat menurunkan persamaan baru untuk menghubungkan besaran Kc dan Kp. Mari kita mulai dengan meninjau persamaan gas ideal:

$$PV = nRT$$

$$P = \dots \quad \text{persamaan 3}$$

$$P = \dots \quad \text{persamaan 4, dimana}$$

$$P = \text{tekanan gas (atm)}$$

$$M = \text{konsentrasi dalam molar (mol/L)}$$

$$T = \text{suhu mutlak (K)}$$

Coba Anda substitusikan persamaan (4) kedalam persamaan (2):

$$K_p = \frac{[Y]^b [Z]^c}{[X]^a} \times R \cdot T^{(b+c)-a} \quad \dots \text{persamaan 5}$$

Bagian berwarna hijau pada persamaan (5) merupakan rumus Kc seperti pada persamaan (1), sehingga Anda dapat menulis ulang menjadi:

$$K_p = K_c (RT)^{(b+c)-a} \quad \dots \text{persamaan 6}$$

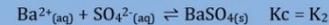
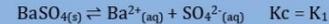
$(b+c)-a$ merupakan selisih koefisien persamaan reaksi (kanan dikurang kiri). Anda dapat menggunakan simbol Δn untuk menyatakan selisih koefisien persamaan reaksi, sehingga persamaan 6 dapat ditulis ulang menjadi:

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n} \quad \dots \text{persamaan 7}$$

Konstanta Reaksi Keesetimbangan Antar Reaksi Terkait

❖ Reaksi kesetimbangan yang berkaitan nilai konstanta kesetimbangannya dapat berubah menurut ketentuan-ketentuan berikut:

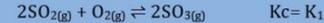
1) Jika reaksi kesetimbangan dibalik, maka harga Kc juga dibalik. Contoh:



$$K_1 = \frac{[\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{BaSO}_4]^0}, \quad K_2 = \frac{[\text{BaSO}_4]^0}{[\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}]}$$

$$K_2 = \frac{1}{K_1}$$

2) Jika koefisien reaksi kesetimbangan dikali faktor n, maka harga Kc dipangkat n. Contoh:



$$K_1 = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]}, \quad K_2 = \frac{[\text{SO}_3]^4}{[\text{SO}_2]^4 [\text{O}_2]^2}$$

$$K_2 = \left(\frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]} \right)^2$$

$$K_2 = (K_1)^n$$

3) Jika reaksi-reaksi yang berkaitan dijumlah, maka harga Kc total adalah hasil kali Kc dari reaksi-reaksi yang dijumlah. Contoh:

Nilai Kc reaksi $A + B \rightleftharpoons E + F$ yang melalui tahap berikut adalah,



Reaksi Kestimbangan

- ❖ Kestimbangan disosiasi adalah reaksi kestimbangan yang menguraikan suatu zat menjadi zat lain, dan reaksi baliknya adalah kestimbangan asosiasi/pembentukan.
- ❖ Derajat disosiasi adalah perbandingan jumlah mol terdisosiasi (bereaksi) dengan jumlah mol zat sebelum terdisosiasi (mula-mula).

$$\alpha = \frac{\text{jumlah zat terdisosiasi}}{\text{jumlah zat awal}}$$
- ❖ Derajat disosiasi nilainya berkisar $0 \leq \alpha \leq 1$.
 - 1) Jika nilai $\alpha = 0$, maka tidak ada penguraian.
 - 2) Jika nilai $\alpha = 1$, maka zat terurai seluruhnya.
 - 3) Jika nilai $0 < \alpha < 1$, maka zat terurai sebagian (setimbang).

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan benar:

Para penyelam scuba mengalami kestimbangan kimia dalam tubuhnya ketika mereka menyelam. Udara yang dihirup dari tabung selam terdiri dari 20% oksigen dan sekitar 80% nitrogen. Kestimbangan yang terjadi: $O_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)}$
 Berdasarkan analisismu terhadap fenomena yang disajikan, bagaimana tetapan kestimbangan Kc dan Kp reaksi tersebut?
 Jawab:

Diketahui konsentrasi masing-masing adalah $O_2 = 0,47$ M, $N_2 = 0,55$ M dan $NO = 0,36$ M. Berapakah nilai kestimbangan reaksi tersebut!

Jawab:

Bila terdapat 2 mol gas O_2 , 4 mol N_2 dan 6 mol gas NO dan tekanan total pada saat kestimbangan diketahui sebesar 3 atm, Analisislah berapakah tetapan kestimbangan parsial tersebut!
 Jawab:

Dalam reaksi disosiasi N_2O_4 menjadi NO_2 , banyaknya mol N_2O_4 dan NO_2 pada keadaan setimbang adalah sama, pada keadaan ini berapakah derajat disosiasinya ?

Jawab:

Diketahui reaksi kesetimbangan: $\text{N}_2\text{O}_{4(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(g)}$. Pada suhu 300 K, reaksi di atas memiliki $K_c = 0,3 \text{ mol/L}$. Jika $R = 0,082 \text{ L} \cdot \text{atm/mol} \cdot \text{K}$, maka harga K_p pada suhu 300 K untuk reaksi di atas adalah

Kesimpulan: (Buatlah kesimpulan untuk menjawab permasalahan di awal LKPD!)

PENYAJIAN AKHIR

- Guru memonitor peserta didik, sebagai fasilitator jalannya diskusi kelompok
- Setelah melakukan diskusi bersama kelompok, presentasikan hasil kalian dengan percaya diri!

EVALUASI

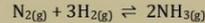
- Perhatikan gambar berikut!



Para pendaki gunung yang belum beradaptasi dengan ketinggian dapat mengalami hipoksia. Hipoksia adalah kondisi kekurangan oksigen pada jaringan tubuh yang dapat terjadi karena perbedaan ketinggian. Keadaan ini dapat menyebabkan rasa mual, pusing dan tidak nyaman. Pada kasus yang fatal, hipoksia dapat mengakibatkan koma hingga kematian. Kasus hipoksia ini tidak terjadi pada penduduk yang sudah terbiasa hidup di dataran tinggi. Oleh karena itu, saat pendakian disediakan pos-pos pemberhentian agar tubuh dapat beradaptasi dengan baik. Seseorang pada ketinggian 3 Km, memiliki tekanan parsial gas oksigen sekitar 0,12 atm, sedangkan pada permukaan laut tekanan parsial gas oksigen sebesar 0,2 atm. Pada ketinggian yang lebih tinggi, peningkatan tekanan atmosfer mengakibatkan penurunan tekanan gas darah kita. Ini termasuk tekanan parsial oksigen. Di dalam tubuh, oksigen diikat oleh hemoglobin menjadi oksihemoglobin. Oksihemoglobin (HbO_2) merupakan senyawa yang berperan membawa oksigen ke seluruh jaringan tubuh termasuk otak. Saat tubuh kekurangan oksigen, kadar HbO_2 dalam darah ikut menurun. Semakin rendah kadarnya, semakin sedikit kita dapat memindahkan oksigen dari paru-paru ke darah kita. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya hipoksia

- Berdasarkan fenomena di atas, bagaimana reaksi kesetimbangan oksigen dalam darah berdasarkan konsep hipoksia? Uraikanlah persamaan tetapan kesetimbangan konsentrasinya! Analisislah hubungan antara jenis fasa zat dengan nilai tetapan kesetimbangan konsentrasi! Berikan alasan Anda!

- Berdasarkan kondisi tekanan parsial gas oksigen seseorang pada ketinggian, apabila suhu tubuhnya sebesar 28°C Menurut Anda, berapakah harga tetapan kesetimbangan konsentrasi pada tubuh tersebut?
- Kebutuhan amonia sebagai salah satu bahan pembuat pupuk meningkat, maka pembuatan amonia sintesis juga harus ditingkatkan. Untuk mendapatkan hasil amonia dalam jumlah banyak maka pada proses pembuatannya menggunakan tekanan yang bervariasi dengan molaritas dan suhu yang sama, hal itu dilakukan guna mengetahui kondisi optimal untuk mendapatkan hasil yang banyak dan efisien. Agar hasil maksimum, reaksi kesetimbangan harus dibuat bergeser ke arah zat hasil. Berikut adalah reaksi yang berlangsung:



Dalam praktiknya, pembuatan amonia dilakukan dengan suhu $300\text{-}400^\circ\text{C}$. Sesuai tujuan diatas, produsen tersebut juga melakukan percobaan mengenai pengaruh suhu dalam pembuatan amonia. Hasil percobaan disajikan pada tabel berikut ini.

T ($^\circ\text{C}$)	Kp	Kc
25	$9,0 \times 10^5$	$9,0 \times 10^{-8}$
300	$4,6 \times 10^{-9}$
400	$2,6 \times 10^6$	$8,0 \times 10^{-7}$

- Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan produsen, apabila pada suhu 25°C , tekanan parsial H_2 dan N_2 masing-masing adalah 2 atm dan 20 atm, berapakah tekanan total sistem pada saat kesetimbangan?
- Berdasarkan data di atas, pada suhu 300°C diketahui memiliki nilai Kp sebesar 5×10^{-9} . Berapakah nilai tetapan kesetimbangan konsentrasi reaksi tersebut!

3. Sebuah percobaan dilakukan untuk menentukan derajat disosiasi (α) asam asetat (CH_3COOH) dalam air pada suhu dan tekanan tertentu. Pada kondisi kesetimbangan, konsentrasi asam asetat yang tidak terdisosiasi adalah 0.05 M, sedangkan konsentrasi ion hidrogen (H^+) adalah 0.025 M. Berdasarkan pemahamanmu, berapa derajat disosiasi (α) asam asetat dalam percobaan ini?

Jawab:

Selamat Mengerjakan !!!

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)

Problem Based Learning - Group Investigation
(PBL-GI)



Pergeseran Kesetimbangan Kimia (Faktor Konsentrasi)



Kelompok:

Mutmainnah
Julia Mardhiya
Denni Ebit Nugroho



TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah kegiatan pembelajaran dengan model PBL-GI peserta didik diharapkan mampu

- Menganalisis faktor-faktor yang menggeser arah kesetimbangan untuk mendapatkan hasil optimal
- Merancang percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan

PETUNJUK PENGGUNAAN LKPD

Untuk menggunakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) ini sebagai sumber belajar, perhatikan petunjuk di bawah ini:

- Cermati tujuan pembelajaran yang ada pada LKPD ini
- Gunakan sumber belajar lain untuk menambah pengetahuan dan pengalaman
- Lakukan kegiatan secara runtut
- Baca dan pahami petunjuk serta langkah-langkah kegiatan pada LKPD dengan cermat
- Amatilah dan analisislah masalah yang diberikan dengan seksama
- Tanyakan kepada guru mu apabila ada yang belum dipahami
- Apabila telah selesai, rapikan lalu kumpulkan LKPD

MERENCANAKAN KERJASAMA

Simaklah dan analisislah reaksi kimia dalam cerita berikut ini!

Seorang Scuba Diving

Indonesia dikenal sebagai negara kepulauan yang memiliki keindahan bawah laut dan sering dijadikan destinasi untuk para penyelam scuba. Aktivitas menyelam hingga ke laut dalam memang seru dan menegangkan. Namun, Anda juga perlu mewaspadaai adanya risiko mengalami nitrogen narcosis (narkosis nitrogen). Nitrogen narcosis adalah kondisi hilangnya kesadaran akibat efek bius dari nitrogen dosis tinggi yang larut dalam tubuh saat menyelam. Hal ini dapat terjadi selama penyelaman dangkal, tetapi lebih sering terjadi pada penyelam yang turun jauh di bawah 20 meter. Kondisi ini bisa menjadi lebih parah pada kedalaman 40 meter yang menjadi batas aman untuk *scuba diving*.

Semakin dalam Anda menyelam, semakin tinggi tekanan yang diterima tubuh sehingga risiko narkosis nitrogen pun makin meningkat. Hal ini berkaitan dengan kesetimbangan kimia yang terjadi di dalam tubuh para penyelam scuba. Udara yang dihirup terdiri dari 20% oksigen dan sekitar 80% nitrogen. Nitrogen sebenarnya tidak bisa terlarut dalam tekanan normal ($P = 1 \text{ atm}$). Semakin dalam menyelam dan tekanan semakin besar ($P > 1 \text{ atm}$) mengakibatkan nitrogen mudah melarut dan penyelam akan menghirup nitrogen lebih banyak. Seiring bertambahnya kedalaman, semakin banyak tekanan nitrogen pada darah.

Kondisi ini disebabkan oleh peningkatan konsentrasi nitrogen dalam darah, yang dapat menyebabkan efek yang mirip dengan alkohol atau obat-obatan terlarang. Nitrogen yang berfungsi sebagai udara sementara tersebut dapat meracuni darah apabila dibiarkan semakin lama, sehingga harus dikeluarkan kembali dari aliran darah dengan cara berhenti sejenak pada kedalaman tertentu.

Berdasarkan fenomena di atas, temukanlah permasalahan yang dapat kalian pecahkan menggunakan prinsip pergeseran arah kesetimbangan, khususnya pengaruh faktor konsentrasi!

Buatlah jawaban sementara atau hipotesis dari rumusan masalah yang telah dibuat!

Berdasarkan hipotesis yang kalian ajukan, buktikan kebenaran hipotesis kalian. Carilah referensi dari buku, internet atau literatur lain yang sesuai.

IMPLEMENTASI

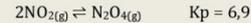
Berdasarkan referensi yang telah kalian dapatkan, lakukan analisis berikut!

Ketika reaksi kimia telah mencapai kesetimbangan, komposisi sistem tetap tidak berubah selama tidak ada gaya luar yang menggangukannya. Di bagian ini kita akan memeriksa apa yang terjadi jika sistem pada kesetimbangan terganggu. Perhatikan gambar dibawah ini:



Sebuah labu berisi campuran reaksi kesetimbangan berwarna coklat $\text{NO}_{2(g)}$ dan $\text{N}_2\text{O}_{4(g)}$. Gambar (a) pada 25°C dan (b) pada 0°C .

Misalnya labu di sebelah kiri pada Gambar (a) yang berisi kesetimbangan campuran dua gas: NO_2 dan N_2O_4 , pada 25°C . NO_2 adalah gas berwarna coklat; dan N_2O_4 tidak berwarna. Reaksi dimerisasi yang sesuai dan kesetimbangannya konstan adalah:



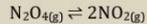
Labu pada Gambar (b) awalnya berisi campuran yang sama seperti yang di sebelah kiri, tetapi kemudian dimasukkan ke dalam penangas es pada suhu 0°C .

Mengapa perubahan suhu menyebabkan perubahan warna pada labu sebelah kanan? Faktor apa lagi yang dapat mengganggu keseimbangan, dan bagaimana kita menjelaskan perubahan apa pun dalam sistem? Salah satu ilmuwan pertama yang mempelajari dan kemudian berhasil memprediksi cara kerja kesetimbangan kimia menanggapi gangguan tersebut adalah ahli kimia Perancis Henri Louis Le Châtelier (1850–1936). Ia mengartikulasikan **prinsip Le Châtelier** yang menyatakan bahwa, jika suatu sistem kesetimbangan menerima suatu aksi, maka sistem tersebut akan mengadakan suatu reaksi sehingga pengaruh aksi menjadi sekecil-kecilnya. Selain suhu, faktor yang mempengaruhi kesetimbangan ada konsentrasi, tekanan dan volume.

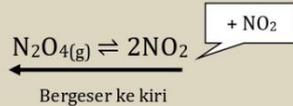
Pengaruh Konsentrasi

Sesuai dengan asas Le Chatelier, apabila pada suhu tetap, konsentrasi pereaksi atau produk reaksi berubah maka kesetimbangan akan bergeser untuk mengurangi pengaruh tersebut sampai diperoleh kesetimbangan yang baru. Jika salah satu komponen (zat) yang terdapat dalam sistem kesetimbangan konsentrasinya diperbesar, maka kesetimbangan akan bergeser dari arah komponen (zat) yang konsentrasinya diperbesar. Sebaliknya, jika konsentrasi salah satu komponen (zat) dalam sistem dikurangi, maka reaksi kesetimbangan akan bergeser menuju ke arah komponen (zat) yang dikurangi (diturunkan konsentrasinya). Jika konsentrasi total diturunkan dengan pengenceran, maka kesetimbangan akan bergeser ke arah jumlah mol yang besar.

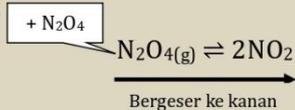
Perhatikan reaksi kesetimbangan kimia berikut:



Misalkan kita menambahkan NO_2 ke dalam reaksi kesetimbangan, apa yang terjadi? menurut Asas Le Chatelier sistem akan bergeser ke arah yang meminimalkan gangguan (bergerak ke kiri/arah sebaliknya).

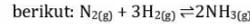


Jika kita menambahkan N_2O_4 ke dalam reaksi kesetimbangan, apa yang terjadi? menurut Asas Le Chatelier sistem akan bergeser ke arah yang meminimalkan gangguan (bergerak ke kanan /arah sebaliknya).



Contoh

Dalam suatu wadah tertutup berlangsung reaksi kesetimbangan



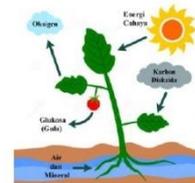
Tentukan arah pergeseran kesetimbangan jika:

- N_2 ditambahkan
- H_2 dikurangi
- NH_3 ditambahkan

Penyelesaian:

- Aksi : menambah konsentrasi N_2 (pereaksi)
Reaksi : konsentrasi pereaksi
Cara sistem bereaksi : bergeser ke.....
- Aksi : mengurangi konsentrasi H_2 (pereaksi)
Reaksi : konsentrasi pereaksi
Cara sistem bereaksi : bergeser ke.....
- Aksi : menambah konsentrasi NH_3 (produk)
Reaksi : konsentrasi produk
Cara sistem bereaksi : bergeser ke.....

Perhatikan gambar berikut!

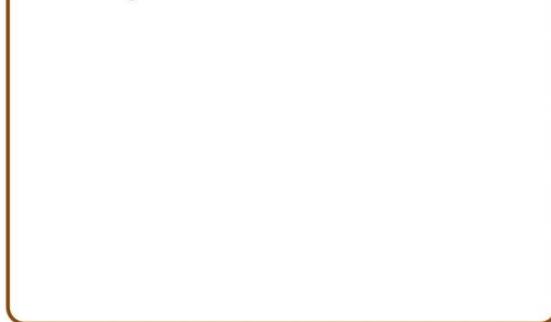


Gambar di atas merupakan proses fotosintesis. Analisislah bagaimana kesetimbangan akan dipengaruhi oleh perubahan berikut:

- O_2 dikurangi dari campuran
- $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (glukosa) dikurangi dari campuran
- Lebih banyak air yang ditambahkan



Kesimpulan: (Buatlah kesimpulan untuk menjawab permasalahan di awal LKPD)



PENYAJIAN AKHIR

- Guru memonitor peserta didik, sebagai fasilitator jalannya diskusi kelompok
- Setelah melakukan diskusi bersama kelompok, presentasikan hasil kalian dengan percaya diri!

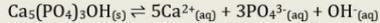
EVALUASI

1. Perhatikan gambar berikut!



Sejak kecil kita sudah dibiasakan oleh orang tua kita untuk menyikat gigi, terutama di malam hari sebelum tidur. Di sekolah dasar juga selalu dilakukan penyuluhan cara menyikat gigi yang baik. Hal ini dikarenakan merawat gigi sangat penting agar gigi tetap kuat dan sehat sehingga dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Reaksi kesetimbangan juga terjadi di dalam mulut.

Enamel atau email adalah lapisan luar gigi yang bisa dilihat. Lapisan ini mengandung 5% air dan 95% senyawa kalsium hidroksiapatit. Email gigi merupakan bagian terkuat dalam tubuh manusia, bahkan lebih kuat daripada tulang. Namun, email gigi rentan terhadap asam, bakteri, dan makanan atau minuman yang terlalu panas. Pergeseran reaksi kesetimbangan tersebut dapat menyebabkan lapisan email menjadi keropos sehingga timbul sakit gigi. Di dalam mulut reaksi kesetimbangan terjadi secara endoterm, reaksi tersebut terjadi sebagai berikut.



Berdasarkan fenomena yang disajikan, terlalu banyak mengonsumsi minuman bersoda panas dapat menyebabkan gigi keropos, analisislah ke arah manakah kesetimbangan akan bergeser? Jelaskan dengan mengaitkan konsep pergeseran kesetimbangan kimia!

2. Suatu sistem dikatakan setimbang ketika sebuah reaksi berlangsung secara terus menerus dalam arah yang berlawanan dengan laju reaksi sama. Sehingga apabila pada suatu sistem kesetimbangan diberi pengaruh dari luar, maka sistem kesetimbangan akan mengalami pergeseran dan membentuk sebuah kesetimbangan baru. Seorang siswa mengetahui bahwa salah satu syarat mencapai kondisi setimbang harus berada dalam sistem tertutup. Percobaan yang dilakukan mengenai pengaruh konsentrasi terhadap pergeseran kesetimbangan.

Pertama, siswa tersebut mencampurkan Fe^{3+} dalam larutan FeCl_3 dengan SCN^- dalam larutan KSCN . Reaksinya adalah sebagai berikut: $\text{Fe}^{3+}_{(aq)} + \text{SCN}^{-}_{(aq)} \rightleftharpoons \text{FeSCN}^{2+}_{(aq)}$

Kemudian siswa tersebut melakukan langkah selanjutnya. Hasil percobaan yang dilakukan dapat dituliskan dalam tabel:

Perlakuan	Pengamatan
Tabung reaksi 1 (tidak diberi perlakuan)	Warna merah bata
Tabung reaksi 2 ditambahkan 1 tetes besi(III) klorida (FeCl_3)	Warna lebih merah dari tabung 1
Tabung reaksi 3 ditambahkan 1 tetes kalium tiosianat (KSCN)	Warna lebih merah dari tabung 1
Tabung reaksi 4 ditambahkan kristal disodium fosfat (Na_2HPO_4)	Warna lebih bening dari tabung 1
Tabung reaksi 5 ditambahkan 5 mL air	Warna lebih bening dari tabung 1

Berdasarkan percobaan yang dilakukan siswa tersebut, prediksilah alat dan bahan yang dibutuhkan serta langkah kerja yang harus dilakukan siswa tersebut! (lengkapi dengan video pendukung)

Selamat Mengerjakan!!!

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)

Problem Based Learning - Group Investigation
(PBL-GI)



Pergeseran Kesetimbangan Kimia (Faktor Tekanan dan Volume)



Kelompok:

Mutmainnah
Julia Mardhiya
Denni Ebit Nugroho

XI
SMA/MA

TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah kegiatan pembelajaran dengan model PBL-GI peserta didik diharapkan mampu

- Menganalisis faktor-faktor yang menggeser arah kesetimbangan untuk mendapatkan hasil optimal
- Merancang percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan

PETUNJUK PENGGUNAAN LKPD

Untuk menggunakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) ini sebagai sumber belajar, perhatikan petunjuk di bawah ini:

- Cermati tujuan pembelajaran yang ada pada LKPD ini
- Gunakan sumber belajar lain untuk menambah pengetahuan dan pengalaman
- Lakukan kegiatan secara runtut
- Baca dan pahami petunjuk serta langkah-langkah kegiatan pada LKPD dengan cermat
- Amatilah dan analisislah masalah yang diberikan dengan seksama
- Tanyakan kepada guru mu apabila ada yang belum dipahami
- Apabila telah selesai, rapihkan lalu kumpulkan LKPD

MERENCANAKAN KERJASAMA

Simaklah dan analisislah reaksi kimia dalam cerita berikut ini!

Hipoksia

Pernahkah Anda mendaki gunung? Apa yang Anda rasakan? Ketika sedang mendaki gunung, semakin tinggi gunung yang kita daki maka akan semakin berat dan terasa sesak. Para pendaki gunung yang belum beradaptasi dengan ketinggian dapat mengalami hipoksia. Hipoksia adalah kondisi kekurangan oksigen pada jaringan tubuh yang dapat terjadi karena perbedaan ketinggian. Keadaan ini dapat menyebabkan rasa mual, pusing dan tidak nyaman. Pada kasus yang fatal, hipoksia dapat mengakibatkan koma hingga kematian. Kasus hipoksia ini tidak terjadi pada penduduk yang sudah terbiasa hidup di dataran tinggi. Oleh karena itu, saat pendakian disediakan pos-pos pemberhentian agar tubuh dapat beradaptasi dengan baik. Di dalam tubuh, oksigen diikat oleh hemoglobin menjadi oksihemoglobin. Oksihemoglobin (HbO_2) merupakan senyawa yang berperan membawa oksigen ke seluruh jaringan tubuh termasuk otak. Saat tubuh kekurangan oksigen, kadar HbO_2 dalam darah ikut menurun. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya hipoksia. Reaksinya sebagai berikut:



Reaksi diatas merupakan reaksi kesetimbangan. Semakin tinggi kita mendaki, maka tekanan akan semakin besar dan volume akan berkurang yang menyebabkan kesetimbangan akan bergeser kearah komponen dengan jumlah koefisien yang lebih kecil sehingga volume O_2 akan berkurang.

Berdasarkan fenomena di atas, temukanlah permasalahan yang dapat kalian pecahkan menggunakan prinsip pergeseran arah kesetimbangan, khususnya pengaruh faktor tekanan dan volume!

Buatlah jawaban sementara atau hipotesis dari rumusan masalah yang telah dibuat!

Berdasarkan hipotesis yang kalian ajukan, buktikan kebenaran hipotesis kalian. Carilah referensi dari buku, internet atau literatur lain yang sesuai.

IMPLEMENTASI

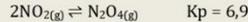
Berdasarkan referensi yang telah kalian dapatkan, lakukan analisis berikut!

Ketika reaksi kimia telah mencapai kesetimbangan, komposisi sistem tetap tidak berubah selama tidak ada gaya luar yang mengganggunya. Di bagian ini kita akan memeriksa apa yang terjadi jika sistem pada kesetimbangan terganggu. Perhatikan gambar dibawah ini:



Sebuah labu berisi campuran reaksi kesetimbangan berwarna coklat $\text{NO}_{2(g)}$ dan $\text{N}_2\text{O}_{4(g)}$. Gambar (a) pada 25°C dan (b) pada 0°C .

Misalnya labu di sebelah kiri pada Gambar (a) yang berisi kesetimbangan campuran dua gas: NO_2 dan N_2O_4 , pada 25°C . NO_2 adalah gas berwarna coklat; dan N_2O_4 tidak berwarna. Reaksi dimerisasi yang sesuai dan kesetimbangannya konstan adalah:



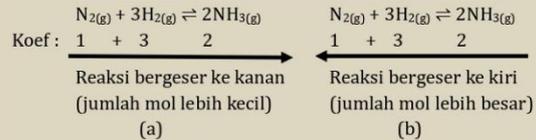
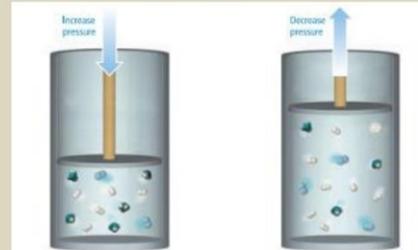
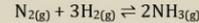
Labu pada Gambar (b) awalnya berisi campuran yang sama seperti yang di sebelah kiri, tetapi kemudian dimasukkan ke dalam penangas es pada suhu 0°C .

Mengapa perubahan suhu menyebabkan perubahan warna pada labu sebelah kanan? Faktor apa lagi yang dapat mengganggu keseimbangan, dan bagaimana kita menjelaskan perubahan apa pun dalam sistem? Salah satu ilmuwan pertama yang mempelajari dan kemudian berhasil memprediksi cara kerja kesetimbangan kimia menanggapi gangguan tersebut adalah ahli kimia Perancis Henri Louis Le Châtelier (1850–1936). Ia mengartikulasikan **prinsip Le Châtelier** yang menyatakan bahwa, jika suatu sistem kesetimbangan menerima suatu aksi, maka sistem tersebut akan mengadakan suatu reaksi sehingga pengaruh aksi menjadi sekecil-kecilnya. Selain suhu, faktor yang mempengaruhi kesetimbangan ada konsentrasi, tekanan dan volume.

Pengaruh Perubahan Tekanan dan Volume

Perubahan volume gas (campuran gas) mengakibatkan perubahan tekanan. Ingat!!! Tekanan dan volume berbanding terbalik: penurunan volume menyebabkan peningkatan tekanan, dan peningkatan volume menyebabkan penurunan tekanan. Jika volume campuran reaksi pada kesetimbangan kimia diubah, maka tekanan berubah dan sistem bergeser ke arah untuk meminimalkan perubahan itu.

Perhatikan reaksi kesetimbangan berikut dalam silinder yang dilengkapi dengan piston yang dapat digerakkan:



Apa yang terjadi, jika menekan piston sehingga volume berkurang dan tekanannya dinaikkan (Gambar a). Bagaimana sistem kimia merespon untuk menurunkan tekanan kembali? Perhatikan koefisiennya. Jika reaksi bergeser ke kanan maka 4 mol gas berubah menjadi 2 mol. Dari hukum gas ideal ($PV = nRT$), kita ketahui bahwa penurunan jumlah mol suatu gas (n) menghasilkan tekanan yang lebih rendah (P).

Oleh karena itu, sistem bergeser ke kanan, mengurangi jumlah mol gas dan menurunkan tekanan kembali, sehingga meminimalkan gangguan.

Apa yang terjadi jika kita menarik piston ke atas sehingga volumenya bertambah (Gambar b)? Volume yang lebih tinggi menghasilkan tekanan yang lebih rendah dan sistem merespon untuk menaikkan tekanan kembali. Hal ini dilakukan dengan menggeser kesetimbangan ke kiri, mengubah 2 mol gas menjadi 4 mol, meningkatkan tekanan dan meminimalkan gangguan.

Perhatikan kembali gambar diatas. Apa yang terjadi volume tetap, tetapi meningkatkan tekanan dengan menambahkan gas inert ke dalam campuran? meskipun tekanan keseluruhan meningkat, tekanan parsial reaktan dan produk tidak berubah. Akibatnya tidak ada efek dan kesetimbangan tidak bergeser ke arah manapun.

Di antara kesetimbangan berikut yang manakah yang akan memampatkan campuran (memperbesar tekanan) reaksi kesetimbangan sehingga mendorong pembentukan lebih banyak produk?

- $\text{N}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{(g)}$
- $2\text{NO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(g)}$
- $\text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{CO}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_{3(aq)}$
- $\text{CaCO}_{3(s)} \rightleftharpoons \text{CaO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$

Analisis: Kita diminta untuk mengidentifikasi reaksi dimana tekanan yang lebih tinggi menyebabkan peningkatan pembentukan produk. Kita tahu bahwa memperbesar tekanan menggeser kesetimbangan kimia yang melibatkan gas ke arah reaksi yang jumlah mol gasnya lebih sedikit.

Penyelesaian: Menjumlahkan jumlah mol gas pada sisi reaktan dan sisi produk setiap reaksi, sebagai berikut:

Reaksi	Reaktan	Produk
a	2	2
b	3	2
c	1	0
d	0	1

Dua reaksi dengan mol produk gas lebih sedikit daripada reaktan adalah reaksi (.....) dan (.....). Oleh karena itu hanya dua di antaranya yang tekanannya diperbesar meningkat pembentukan produk.

Alasan:

Perhatikan reaksi kesetimbangan kimia berikut!



Apa pengaruh penurunan volume campuran reaksi? Memperbesar volume campuran reaksi? Menambahkan gas inert pada volume konstan?

Penyelesaian:

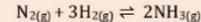
Kesimpulan: (Buatlah kesimpulan untuk menjawab permasalahan di awal LKPD)

PENYAJIAN AKHIR

- Guru memonitor peserta didik, sebagai fasilitator jalannya diskusi kelompok
- Setelah melakukan diskusi bersama kelompok, presentasikan hasil kalian dengan percaya diri!

EVALUASI

1. Kebutuhan amonia sebagai salah satu bahan pembuat pupuk meningkat, maka pembuatan amonia sintesis juga harus ditingkatkan. Untuk mendapatkan hasil amonia dalam jumlah banyak maka pada proses pembuatannya menggunakan tekanan yang bervariasi dengan molaritas dan suhu yang sama, hal itu dilakukan guna mengetahui kondisi optimal untuk mendapatkan hasil yang banyak dan efisien. Seorang produsen pupuk berencana memproduksi amonia dari gas hidrogen dan nitrogen dengan prinsip kesetimbangan kimia. Agar hasil maksimum, reaksi kesetimbangan harus dibuat bergeser ke arah zat hasil. Berikut adalah reaksi yang berlangsung.

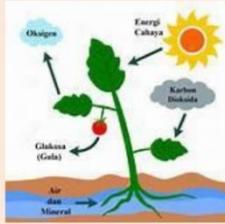


Tabel pembuatan amonia dengan berbagai tekanan

Tekanan	Hasil NH ₃
10 atm	14,7
30 atm	30,3
50 atm	39,4
100 atm	52
300 atm	71

Menurut Anda, apa yang dapat disimpulkan dari tabel pembuatan amonia dengan berbagai tekanan di atas? Kaitkanlah dengan konsep perubahan tekanan dan volume pada kesetimbangan kimia!

2. Perhatikan gambar berikut!



Gambar diatas merupakan proses fotosintesis. Analisislah bagaimana kesetimbangan akan dipengaruhi oleh tekanan parsial CO_2 dinaikkan!

3. Seorang anak melakukan percobaan untuk membuktikan pengaruh volume pada reaksi kesetimbangan. Pertama, siswa tersebut mencampurkan Fe^{3+} dalam larutan FeCl_3 dengan SCN^- dalam larutan KSCN . Reaksinya adalah sebagai berikut:



Kemudian siswa tersebut melakukan langkah selanjutnya. Hasil percobaan yang dilakukan dapat dituliskan dalam tabel sebagai berikut

Tabung reaksi	Warna awal	Warna
1 (40 mL aquades + 10 tetes FeCl_3 + 10 tetes KSCN)	Merah bata	-
2 (40 mL aquades + 10 tetes FeCl_3 + 10 tetes KSCN) + aquades 20 mL	Merah bata	Merah lebih bening
3 (20 mL aquades + 10 tetes FeCl_3 + 10 tetes KSCN)	Merah darah	-

Berdasarkan percobaan yang dilakukan siswa tersebut, prediksilah alat dan bahan yang dibutuhkan serta langkah kerja yang harus dilakukan siswa tersebut! (lengkapi dengan video pendukung)

Selamat Mengerjakan!!!

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)

Problem Based Learning - Group Investigation
(PBL-GI)



Pergeseran Kesetimbangan Kimia (Faktor Suhu)



Kelompok:

Mutmainnah
Julia Mardhiya
Denni Ebit Nugroho

XI
SMA/MA

TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah kegiatan pembelajaran dengan model PBL-GI peserta didik diharapkan mampu

- Menganalisis faktor-faktor yang menggeser arah kesetimbangan untuk mendapatkan hasil optimal
- Merancang percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan

PETUNJUK PENGGUNAAN LKPD

Untuk menggunakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) ini sebagai sumber belajar, perhatikan petunjuk di bawah ini:

- Cermati tujuan pembelajaran yang ada pada LKPD ini
- Gunakan sumber belajar lain untuk menambah pengetahuan dan pengalaman
- Lakukan kegiatan secara runtut
- Baca dan pahami petunjuk serta langkah-langkah kegiatan pada LKPD dengan cermat
- Amatilah dan analisislah masalah yang diberikan dengan seksama
- Tanyakan kepada guru mu apabila ada yang belum dipahami
- Apabila telah selesai, rapihkan lalu kumpulkan LKPD

MERENCANAKAN KERJASAMA

Simaklah dan analisislah reaksi kimia dalam cerita berikut ini!

Pupuk Urea dari Amonia

Amonia adalah senyawa kimia dengan rumus NH_3 . Senyawa ini sering dijumpai dalam bentuk gas dengan bau tajam yang khas. Proses pembuatan amonia pertama kali dilakukan oleh Fritz Haber (1868-1934) yang kemudian disempurnakan oleh Karl Bosch (1874-1940). Amonia adalah bahan utama dalam sebagian besar pupuk. Untuk memproduksi amonia, produsen menggabungkan gas nitrogen dan hidrogen membentuk gas amonia. Produsen menerapkan prinsip *Le Chatelier* untuk menciptakan kondisi di mana mereka dapat memaksimalkan jumlah amonia yang dihasilkan. Karena reaksinya eksotermik, kondisi optimum yang terpilih agar NH_3 yang dihasilkan mempunyai nilai ekonomis yang tinggi adalah suhu rendah. Namun menurunkan suhu juga akan menurunkan laju reaksi sehingga memperlambat produksi, sehingga suhu reaksi ini harus dijaga relatif tinggi pada 400-450°C. Seorang produsen pupuk berencana memproduksi amonia dari gas hidrogen dan nitrogen dengan prinsip kesetimbangan kimia. Agar hasil maksimum, reaksi kesetimbangan harus dibuat bergeser ke arah zat hasil. Berikut merupakan persamaan reaksinya:



Mengapa proses pembentukan amonia menggunakan suhu ruang? Lalu, apa yang akan terjadi apabila pada proses pembuatan amonia menggunakan suhu lebih tinggi atau $> 450^\circ\text{C}$? Apakah produk amonia yang dihasilkan juga semakin banyak?

Berdasarkan fenomena di atas, temukanlah permasalahan yang dapat kalian pecahkan menggunakan prinsip pergeseran arah kesetimbangan, khususnya pengaruh faktor suhu!

Buatlah jawaban sementara atau hipotesis dari rumusan masalah yang telah dibuat!

Berdasarkan hipotesis yang kalian ajukan, buktikan kebenaran hipotesis kalian. Carilah referensi dari buku, internet atau literatur lain yang sesuai.

IMPLEMENTASI

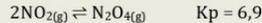
Berdasarkan referensi yang telah kalian dapatkan, lakukan analisis berikut!

Ketika reaksi kimia telah mencapai kesetimbangan, komposisi sistem tetap tidak berubah selama tidak ada gaya luar yang mengganggunya. Di bagian ini kita akan memeriksa apa yang terjadi jika sistem pada kesetimbangan terganggu. Perhatikan gambar dibawah ini:



Sebuah labu berisi campuran reaksi kesetimbangan berwarna coklat $\text{NO}_2(\text{g})$ dan $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$. Gambar (a) pada 25°C dan (b) pada 0°C .

Misalnya labu di sebelah kiri pada Gambar (a) yang berisi kesetimbangan campuran dua gas: NO_2 dan N_2O_4 , pada 25°C . NO_2 adalah gas berwarna coklat; dan N_2O_4 tidak berwarna. Reaksi dimerisasi yang sesuai dan kesetimbangannya konstan adalah:



Labu pada Gambar (b) awalnya berisi campuran yang sama seperti yang di sebelah kiri, tetapi kemudian dimasukkan ke dalam penangas es pada suhu 0°C .

Mengapa perubahan suhu menyebabkan perubahan warna pada labu sebelah kanan? Faktor apa lagi yang dapat mengganggu keseimbangan, dan bagaimana kita menjelaskan perubahan apa pun dalam sistem? Salah satu ilmuwan pertama yang mempelajari dan kemudian berhasil memprediksi cara kerja kesetimbangan kimia menanggapi gangguan tersebut adalah ahli kimia Perancis Henri Louis Le Châtelier (1850–1936). Ia mengartikulasikan **prinsip Le Châtelier** yang menyatakan bahwa, jika suatu sistem kesetimbangan menerima suatu aksi, maka sistem tersebut akan mengadakan suatu reaksi sehingga pengaruh aksi menjadi sekecil-kecilnya. Selain suhu, faktor yang mempengaruhi kesetimbangan ada konsentrasi, tekanan dan volume.

Pengaruh Suhu

Perhatikan kembali Gambar (b) warna campuran gas menjadi lebih cerah, hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi NO_2 mengalami penurunan. Mengapa? Salah satunya karena titik didih N_2O_4 adalah 21°C . Oleh karena itu menurunkan suhu dari 25°C ke 0°C menghilangkan sebagian besar dimer dari fase gas, menciptakan genangan cairan N_2O_4 tidak berwarna di dasar labu. Pergeseran ini menurunkan konsentrasi dan menghasilkan fase gas pada Gambar (b) berwarna lebih terang.

Perubahan suhu mengubah nilai K, sedangkan perubahan konsentrasi, volume dan tekanan tidak merubah nilai K. Secara umum, nilai K menurun seiring dengan kenaikan suhu untuk reaksi eksotermik dan meningkat seiring dengan kenaikan suhu reaksi endotermik. Jika kita menaikkan suhu suatu campuran reaksi pada kesetimbangan, maka reaksi akan bergeser ke arah yang cenderung menurunkan suhu dan sebaliknya.

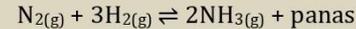
$\Delta H = \text{negatif} \rightarrow \text{eksotermik} \rightarrow \text{melepas panas}$

$\Delta H = \text{positif} \rightarrow \text{endotermik} \rightarrow \text{menyerap panas}$

Reaksi eksotermik: $A + B \rightleftharpoons C + D + \text{panas}$

Reaksi endotermik: $A + B + \text{panas} \rightleftharpoons C + D$

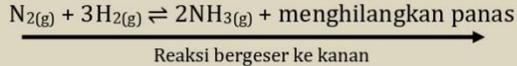
Misalnya reaksi nitrogen dengan hidrogen membentuk amonia bersifat eksotermik



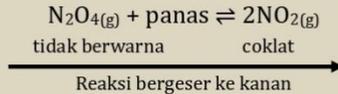
Reaksi bergeser ke kiri (K lebih kecil)

Menaikkan suhu campuran kesetimbangan menyebabkan reaksi bergeser ke kiri, menyerap sebagian panas tambahan dan membentuk lebih sedikit produk dan lebih banyak reaktan. Sehingga nilai K lebih kecil.

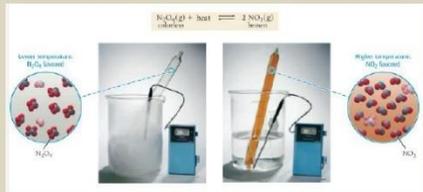
Sebaliknya, menurunkan suhu menyebabkan reaksi bergeser ke kanan, melepaskan panas dan menghasilkan lebih banyak produk karena nilai K meningkat.



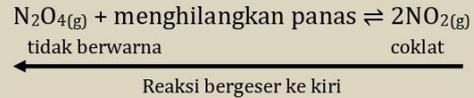
Untuk reaksi endotermik, menaikkan suhu (menambah panas) menyebabkan reaksi bergeser ke kanan untuk menyerap panas tambahan. Seperti contoh:



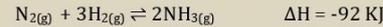
Menaikkan suhu campuran kesetimbangan kedua gas ini menyebabkan reaksi bergeser ke kanan, menyerap sebagian panas tambahan dan menghasilkan lebih banyak produk karena nilai K meningkat. Karena NO_2 tidak berwarna dan NO berwarna coklat, efek perubahan suhu reaksi ini mudah terlihat pada gambar berikut.



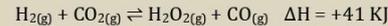
Sebaliknya menurunkan suhu (menghilangkan panas) campuran reaksi kedua gas tersebut menyebabkan reaksi bergeser ke kiri, melepaskan panas, membentuk lebih sedikit produk, dan menurunkan nilai K.



Berikut disajikan data harga K untuk berbagai suhu dari dua reaksi kesetimbangan yang berbeda.



Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	298	500	700	900
$K_p (\times 10^{10})$	$6,76 \times 10^5$	$3,55 \times 10^{-2}$	$7,76 \times 10^{-5}$	$1,00 \times 10^{-6}$



Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	298	500	700	900
$K_p (\times 10^{10})$	$1,00 \times 10^{-5}$	$7,76 \times 10^{-3}$	$1,23 \times 10^{-1}$	$6,01 \times 10^{-1}$

Perbedaan dari kedua reaksi tersebut adalah...

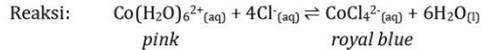
Perhatikan gambar berikut!



Temperature = 5°C



Temperature = 75°C



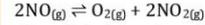
Warna kobalt(II) klorida yang dilarutkan dalam asam klorida encer bergantung pada suhu, seperti yang ditunjukkan pada gambar di atas. Larutannya berwarna magenta pada 25°C, dan biru tua pada suhu 75°C. Merupakan reaksi yang menghasilkan perubahan warna merah jambu menjadi biru eksotermik atau endotermik?

Analisis: Tentukan apakah reaksi pada gambar di atas bersifat eksotermik atau endotermik? Jika eksotermik, maka peningkatan suhu akan menggeser reaksi ke arah pembentukan reaktan berwarna merah muda. Jika reaksi bersifat endotermik, maka peningkatan suhu akan menggeser reaksi ke arah pembentukan produk biru.

Menyelesaikan: produk berwarna biru lebih disukai pada suhu lebih tinggi, sehingga reaksinya seperti yang tertulis

Fakta:

Proses pembuatan gas sesuai dengan reaksi:



diperoleh data sebagai berikut:

T ^o C	K _p
600	18
1000	2

jika suhu dinaikkan pada tekanan tetap, ternyata K_p turun menjadi 1/9 kalinya, sedangkan jika suhu diturunkan kembali, harga K_p akan kembali naik. Pernyataan yang tepat mengenai hal tersebut adalah...

reaksi pembentukan gas NO₂ adalah reaksi sehingga..... suhu menyebabkan konsentrasi

Alasan:

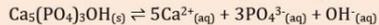
Kesimpulan: (Buatlah kesimpulan untuk menjawab permasalahan di awal LKPD)

PENYAJIAN AKHIR

- Guru memonitor peserta didik, sebagai fasilitator jalannya diskusi kelompok
- Setelah melakukan diskusi bersama kelompok, presentasikan hasil kalian dengan percaya diri!

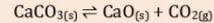
EVALUASI

1. Sejak kecil kita sudah dibiasakan oleh orang tua kita untuk menyikat gigi, terutama di malam hari sebelum tidur. Di sekolah dasar juga selalu dilakukan penyuluhan cara menyikat gigi yang baik. Hal ini dikarenakan merawat gigi sangat penting agar gigi tetap kuat dan sehat sehingga dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Reaksi kesetimbangan juga terjadi di dalam mulut. Enamel atau email adalah lapisan luar gigi yang bisa dilihat. Lapisan ini mengandung 5% air dan 95% senyawa kalsium hidroksiapatit. Email gigi merupakan bagian terkuat dalam tubuh manusia, bahkan lebih kuat daripada tulang. Namun, email gigi rentan terhadap asam, bakteri, dan makanan atau minuman yang terlalu panas. Pergeseran reaksi kesetimbangan tersebut dapat menyebabkan lapisan email menjadi keropos sehingga timbul sakit gigi. Di dalam mulut reaksi kesetimbangan terjadi secara endoterm, reaksi tersebut terjadi sebagai berikut.



Berdasarkan fenomena yang disajikan, mengonsumsi minuman terlalu panas dapat menyebabkan gigi keropos, analisislah ke arah manakah kesetimbangan akan bergeser? Jelaskan dengan mengaitkan konsep pergeseran kesetimbangan kimia!

2. Kapur tohor merupakan bahan kunci untuk proses pembuatan semen. Kapur tohor diperoleh dari batu gamping (limestone), atau cangkang kerang (atau cangkang molluska lainnya) yang mengandung kalsium karbonat (CaCO_3 , mineral kalsit). Reaksi yang terjadi pada pembuatan kapur tohot tersebut adalah bersifat endotermik.



Bagaimanakah pengaruh kenaikan dan penurunan suhu pada sistem kesetimbangan?

3. Seorang anak melakukan percobaan untuk membuktikan pengaruh suhu pada reaksi kesetimbangan. Menggunakan bahan CuSO_4 dan NaCl .

Kemudian siswa tersebut melakukan langkah selanjutnya. Hasil percobaan yang dilakukan dapat dituliskan dalam tabel sebagai berikut

Objek	Keterangan
Tabung 1 (suhu tetap)	Larutan berwarna biru muda
Tabung 2 (suhu dinaikkan)	Larutan berwarna hijau
Tabung 2 (suhu diturunkan)	Larutan kembali berwarna biru muda

Berdasarkan percobaan yang dilakukan siswa tersebut, prediksilah alat dan bahan yang dibutuhkan serta langkah kerja yang harus dilakukan siswa tersebut! (lengkapi dengan video pendukung)

Selamat Mengerjakan!!!

LAMPIRAN 4 Kisi-Kisi Soal Sebelum Validasi

KISI-KISI INSTRUMEN TES LITERASI SAINS MATERI KESETIMBANGAN KIMIA

Jenjang : SMA/MA
 Mata Pelajaran : Kimia
 Fase : Fase F
 Kurikulum : Kurikulum Merdeka
 Materi : Kesetimbangan Kimia
 Bentuk Soal : Uraian

Capaian Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran	Kompetensi Literasi Sains	Indikator Kompetensi	Aspek Pengetahuan Literasi Sains	Konsteks Literasi Sains	Level Kognitif	Konsep Materi Kimia	Indikator Asesmen	Nomor Soal
Mengamati, menyelidiki dan menjelaskan fenomena sehari-hari sesuai kaidah kerja ilmiah dalam menjelaskan konsep kimia dalam keseharian	Peserta didik diharapkan mampu menyimpulkan karakteristik reaksi kesetimbangan	Menjelaskan fenomena secara ilmiah	Mengingat dan menggunakan pengetahuan ilmiah secara tepat	Pengetahuan konten	Pembentukan terumbu karang (bidang lingkungan)	C4	Kesetimbangan dinamis	Disajikan fenomena pembentukan terumbu karang, peserta didik mampu memprediksi reaksi kesetimbangan kimia, menganalisis konsep kesetimbangan dinamis serta menyebutkan ciri-ciri reaksi setimbang berdasarkan fenomena yang diberikan dengan tepat	1a
		Menjelaskan fenomena secara ilmiah	Membuat dan membenarkan prediksi	Pengetahuan epistemik		C5	Grafik laju reaksi pada kesetimbangan kimia	Disajikan sebuah grafik terbentuknya terumbu karang, peserta didik mampu menganalisis hubungan perubahan waktu pada reaksi bolak-balik serta memprediksi kemungkinan akibat adanya pengasaman laut yang terjadi pada terumbu karang yang	1b

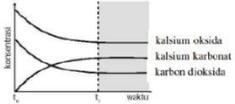
								dikorelasikan dengan konsep pergeseran kesetimbangan kimia	
	Peserta didik diharapkan mampu menjelaskan kesetimbangan homogen dan heterogen	Menjelaskan fenomena secara ilmiah	Mengingat dan menggunakan pengetahuan ilmiah secara tepat	Pengetahuan epistemik		C4	Kesetimbangan homogen dan heterogen	Disajikan fenomena pembentukan terumbu karang, peserta didik mampu menganalisis reaksi kesetimbangan homogen dan kesetimbangan heterogen	1c
Menerapkan operasi matematika dalam perhitungan kimia	Peserta didik diharapkan mampu menentukan tetapan kesetimbangan berdasarkan data	Menjelaskan fenomena secara ilmiah	Mengingat dan menggunakan pengetahuan ilmiah secara tepat	Pengetahuan konten	Pengikatan oksigen dalam darah (bidang kesehatan)	C4	Tetapan kesetimbangan Kc	Disajikan suatu wacana tentang hipoksia, peserta didik mampu menganalisis reaksi kesetimbangan, menguraikan nilai tetapan kesetimbangan konsentrasi dan menganalisis hubungan jenis fasa zat dengan nilai Kc	2a
	Peserta didik diharapkan mampu menganalisis faktor-faktor yang menggeser arah kesetimbangan	Menjelaskan fenomena secara ilmiah	Membuat dan membenarkan prediksi	Pengetahuan epistemik		C4	Faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran kesetimbangan	Disajikan suatu wacana tentang hipoksia, peserta didik mampu menganalisis hubungan antara reaksi kesetimbangan pada pengikatan oksigen dalam darah terkait faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia	2b
	Peserta didik diharapkan	Menafsirkan data dan	Menganalisis dan	Pengetahuan prosedural		C3	Hubungan antara Kp	Disajikan suatu wacana tentang hipoksia,	2c

	mampu mengolah data untuk menentukan hubungan Kp dan Kc	bukti secara ilmiah	menafsirkan data serta membuat kesimpulan yang tepat				dengan Kc	peserta didik mampu menganalisis nilai Kc jika diketahui nilai tekanan suatu gas	
Memahami dan menjelaskan kesetimbangan reaksi kimia	Peserta didik diharapkan mampu menganalisis faktor-faktor yang menggeser arah kesetimbangan	Menjelaskan fenomena secara ilmiah	Membuat dan membenarkan prediksi	Pengetahuan epistemik	Email gigi (bidang kesehatan)	C4	Faktor yang mempengaruhi arah pergeseran kesetimbangan kimia	Disajikan suatu wacana tentang kesetimbangan kimia dalam email gigi dan hubungannya dengan pengeroposan gigi, peserta didik mampu menganalisis hubungan antara reaksi kesetimbangan pada lapisan email gigi dan pengeroposan gigi terkait dengan faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia	3
Memahami dan menjelaskan kesetimbangan reaksi kimia	Peserta didik diharapkan mampu menganalisis faktor pergeseran kesetimbangan	Menjelaskan fenomena secara ilmiah	Membuat dan membenarkan prediksi	Pengetahuan epistemik	Pembuatan amonia (bidang industri)	C4	Faktor yang mempengaruhi pergeseran kesetimbangan kimia	Disajikan suatu wacana tentang proses pembuatan amonia, peserta didik mampu menganalisis membuktikan pengaruh tekanan, konsentrasi dan suhu terhadap pergeseran arah kesetimbangan	4
	Peserta didik diharapkan mampu menganalisis faktor	Menjelaskan fenomena secara ilmiah	Membuat dan membenarkan prediksi	Pengetahuan konten	Pupuk urea dari amonia (bidang industri)	C4	Faktor yang mempengaruhi pergeseran kesetimbangan kimia	Disajikan suatu data tentang pengaruh tekanan terhadap hasil reaksi, peserta didik mampu menafsirkan	5a

	pergeseran kesetimbangan						data untuk membuktikan pengaruh tekanan dan volume terhadap pergeseran arah kesetimbangan		
Menerapkan operasi matematika dalam perhitungan kimia	Peserta didik diharapkan mampu mengolah data untuk menentukan nilai tetapan kesetimbangan suatu reaksi	Menafsirkan data dan bukti secara ilmiah	Menganalisis dan menafsirkan data serta membuat kesimpulan yang tepat	Pengetahuan prosedural		C3	Tetapan kesetimbangan Kp	Disajikan suatu data percobaan tentang pengaruh suhu dalam pembuatan amonia, peserta didik mampu menganalisis nilai tekanan total jika diketahui tekanan parsial reaktan	5b
	Peserta didik diharapkan mampu mengolah data untuk menentukan nilai tetapan kesetimbangan suatu reaksi	Menafsirkan data dan bukti secara ilmiah	Menganalisis dan menafsirkan data serta membuat kesimpulan yang tepat	Pengetahuan prosedural		C3	Tetapan kesetimbangan Kc	Disajikan suatu data percobaan tentang pengaruh suhu dalam pembuatan amonia, peserta didik mampu menganalisis harga Kc jika diketahui harga Kp	5c
Memahami dan menjelaskan kesetimbangan reaksi kimia	Peserta didik diharapkan mampu menganalisis faktor pergeseran kesetimbangan	Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah	Mengevaluasi cara mengeksplorasi pertanyaan yang diberikan secara ilmiah	Pengetahuan epistemik		C4	Tetapan kesetimbangan, pergeseran kesetimbangan	Disajikan data percobaan tentang pengaruh suhu dalam pembuatan amonia, peserta didik mampu menganalisis pergeseran kesetimbangan berdasarkan data Kp dan Kc	5d
	Peserta didik diharapkan mampu menjelaskan reaksi	Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah	Mengevaluasi cara mengeksplorasi pertanyaan yang	Pengetahuan epistemik	Gas belerang dalam kehidupan sehari-hari (sumber daya	C5	Konsep kesetimbangan, derajat disosiasi, dan hubungan	Disajikan suatu data tentang penguraian gas sulfur trioksida, peserta didik mampu mengevaluasi berbagi	6a

	kesetimbangan dinamis		diberikan secara ilmiah		alam)		kuantitatif reaktan dan produk	konsep kesetimbangan dalam menyelesaikan berbagai permasalahan kompleks dari suatu sistem kesetimbangan	
Menerapkan operasi matematika dalam perhitungan kimia	Peserta didik diharapkan mampu menjelaskan reaksi kesetimbangan dinamis	Menafsirkan data dan bukti secara ilmiah	Mengonversi data dari satu representasi ke representasi lain	Pengetahuan prosedural		C4	Grafik laju reaksi pada kesetimbangan kimia	Disajikan data tentang penguraian gas sulfur trioksida, peserta didik mampu membuat grafik kesetimbangan dinamis berdasarkan reaksi	6b
Memahami dan menjelaskan kesetimbangan reaksi kimia	Peserta didik diharapkan mampu menganalisis faktor pergeseran kesetimbangan	Menafsirkan data dan bukti secara ilmiah	Menganalisis dan menafsirkan data serta membuat kesimpulan yang tepat	Pengetahuan epistemik	Percobaan kesetimbangan (perkembangan iptek)	C4	Faktor yang mempengaruhi pergeseran kesetimbangan kimia	Disajikan suatu data tentang percobaan kesetimbangan, peserta didik mampu menganalisis data hasil percobaan pengaruh konsentrasi terhadap pergeseran arah kesetimbangan	7

LAMPIRAN 5 Soal dan Rubrik Sebelum Validasi

No	Pertanyaan	
1.	Kompetensi	a. Menjelaskan fenomena secara ilmiah b. Menjelaskan fenomena secara ilmiah c. Menjelaskan fenomena secara ilmiah
<p>TOPIK 1 : PEMBENTUKAN TERUMBU KARANG (BIDANG LINGKUNGAN) sumber : https://sindonesia.com/manfaat-terumbu-karang/</p>   <p>Indonesia merupakan negara yang terkenal dengan keindahan bawah lautnya. Wilayah lautan Indonesia yang mencapai 70% ini menyimpan keindahan dan kekayaan terumbu karang. Diperkirakan luas terumbu karang yang terdapat di perairan Indonesia adalah lebih dari 60.000 km², yang tersebar luas dari perairan Kawasan Barat Indonesia sampai Kawasan Timur Indonesia. Terumbu karang merupakan kumpulan koral. Koral ialah makhluk hidup di air yang dilapisi oleh karang. Karang ini terbentuk melalui hasil reaksi antara ion kalsium pada kalsium oksida dan gas karbon dioksida. Reaksi tersebut menghasilkan garam kalsium karbonat. Koral yang terbentuk dapat larut kembali karena adanya perubahan suhu dan kadar karbon dioksida di udara. Namun, dalam kehidupan sehari-hari tidak semua reaksi kimia yang zat-zat hasil reaksinya dapat bereaksi kembali menjadi pereaksi.</p> <p>Soal:</p> <ol style="list-style-type: none"> Berdasarkan analisismu terhadap fenomena yang disajikan, bagaimana reaksi kesetimbangan dinamis pada terumbu karang? bagaimana definisi kesetimbangan dinamis menurut Anda? Analisislah mengapa reaksi tersebut dikatakan setimbang! Perhatikan grafik perubahan konsentrasi terhadap waktu di atas, berdasarkan grafik tersebut, bagaimana konsentrasi pereaksi dan hasil reaksi saat menuju keadaan setimbang dan pada saat setimbang? Prediksilah kemungkinan yang akan terjadi pada kalsium karbonat pada terumbu karang jika air laut menjadi lebih asam? Jelaskan dengan mengaitkan konsep pergeseran kesetimbangan kimia! Berdasarkan reaksi kesetimbangan kimia pada terumbu karang, analisislah reaksi tersebut termasuk reaksi homogen atau heterogen? Mengapa? jelaskan contoh lain mengenai reaksi kesetimbangan homogen dan heterogen! 		
2.	Pertanyaan	
	Kompetensi	a. Menjelaskan fenomena secara ilmiah b. Menjelaskan fenomena secara ilmiah c. Menafsirkan data dan bukti secara ilmiah
<p>TOPIK 2: HIPOKSIDA (BIDANG KESEHATAN)</p>  <p>sumber : www.diengindonesia.com</p>		

	<p>Para pendaki gunung yang belum beradaptasi dengan ketinggian dapat mengalami hipoksia. Hipoksia adalah kondisi kekurangan oksigen pada jaringan tubuh yang dapat terjadi karena perbedaan ketinggian. Keadaan ini dapat menyebabkan rasa mual, pusing dan tidak nyaman. Pada kasus yang fatal, hipoksia dapat mengakibatkan koma hingga kematian. Kasus hipoksia ini tidak terjadi pada penduduk yang sudah terbiasa hidup di dataran tinggi. Oleh karena itu, saat pendakian disediakan pos-pos pemberhentian agar tubuh dapat beradaptasi dengan baik.</p> <p>Seseorang pada ketinggian 3 Km, memiliki tekanan parsial gas oksigen sekitar 0,13 atm, sedangkan pada permukaan laut tekanan parsial gas oksigen sebesar 0,2 atm. Pada ketinggian yang lebih tinggi, peningkatan tekanan atmosfer mengakibatkan penurunan tekanan gas darah kita. Ini termasuk tekanan parsial oksigen. Di dalam tubuh, oksigen diikat oleh hemoglobin menjadi oksihemoglobin. Oksihemoglobin (HbO₂) merupakan senyawa yang berperan membawa oksigen ke seluruh jaringan tubuh termasuk otak. Saat tubuh kekurangan oksigen, kadar HbO₂ dalam darah ikut menurun. Semakin rendah kadarnya, semakin sedikit kita dapat memindahkan oksigen dari paru-paru ke darah kita. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya hipoksia.</p> <p>Soal:</p> <ol style="list-style-type: none"> Berdasarkan fenomena di atas, bagaimana reaksi kesetimbangan oksigen dalam darah berdasarkan konsep hipoksia? Uraikanlah persamaan tetapan kesetimbangan konsentrasinya! Analisislah hubungan antara jenis fasa zat dengan nilai tetapan kesetimbangan konsentrasi! Berikan alasan Anda! Berdasarkan fenomena yang disajikan, kekurangan oksigen dapat menyebabkan terjadinya hipoksia, analisislah ke arah manakah kesetimbangan akan bergeser? Jelaskan dengan mengaitkan konsep pergeseran kesetimbangan kimia! Berdasarkan kondisi tekanan parsial gas oksigen seseorang pada ketinggian, apabila suhu tubuhnya sebesar 27°C Menurut Anda, berapakah harga tetapan kesetimbangan konsentrasi pada tubuh tersebut? 		
3.	Pertanyaan		
	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="117 766 369 790">Kompetensi</td> <td data-bbox="369 766 920 790">Menjelaskan fenomena secara ilmiah</td> </tr> </table>	Kompetensi	Menjelaskan fenomena secara ilmiah
Kompetensi	Menjelaskan fenomena secara ilmiah		
	<p>TOPIK 3 : KESETIMBANGAN DALAM MULUT (BIDANG KESEHATAN)</p> <p>Sejak kecil kita sudah dibiasakan oleh orang tua kita untuk menyikat gigi, terutama di malam hari sebelum tidur. Di sekolah dasar juga selalu dilakukan penyuluhan cara menyikat gigi yang baik. Hal ini dikarenakan merawat gigi sangat penting agar gigi tetap kuat dan sehat sehingga dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Reaksi kesetimbangan juga terjadi di dalam mulut. Enamel atau email adalah lapisan luar gigi yang bisa dilihat. Lapisan ini mengandung 5% air dan 95% senyawa kalsium hidroksiapatit. Email gigi merupakan bagian terkuat dalam tubuh manusia, bahkan lebih kuat daripada tulang. Namun, email gigi rentan terhadap asam, bakteri, dan makanan atau minuman yang terlalu panas. Pergeseran reaksi kesetimbangan tersebut dapat menyebabkan lapisan email menjadi keropos sehingga timbul sakit gigi. Di dalam mulut reaksi kesetimbangan terjadi secara endoterm, reaksi tersebut terjadi sebagai berikut.</p> $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}_{(s)} \rightleftharpoons 5\text{Ca}^{2+}_{(aq)} + 3\text{PO}_4^{3-}_{(aq)} + \text{OH}^{-}_{(aq)}$ <p>sumber : https://www.mayarumi.com/2020/08/7-tips-agar-anak-rajin-sikat-gigi.html</p> <p>Soal:</p> <p>Berdasarkan fenomena yang disajikan, terlalu banyak mengonsumsi minuman bersoda dan terlalu panas dapat menyebabkan gigi keropos, analisislah ke arah manakah kesetimbangan akan bergeser? Jelaskan dengan mengaitkan konsep pergeseran kesetimbangan kimia!</p>		
4.	Pertanyaan		
	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="117 1276 369 1300">Kompetensi</td> <td data-bbox="369 1276 920 1300">Menjelaskan fenomena secara ilmiah</td> </tr> </table>	Kompetensi	Menjelaskan fenomena secara ilmiah
Kompetensi	Menjelaskan fenomena secara ilmiah		
	<p>TOPIK 4 : PEMBUATAN AMONIA (BIDANG INDUSTRI)</p> <p>Nitrogen sangat diperlukan untuk kelangsungan makhluk hidup. Sebelum Perang Dunia I, dunia kekurangan senyawa nitrogen. Setelah itu, sumber nitrogen dapat diproduksi secara besar-besaran melalui sintesis amonia. Fritz Haber merupakan ilmuwan yang paling berjasa dalam industri amonia. Haber</p>		

menerapkan asas *Le Chatelier* untuk merancang industri amonia yang dikenal dengan proses Haber. Selanjutnya, pembuatan amonia ini disempurnakan oleh Karl Bosch yang melakukan sintesis amonia dengan pengembangan metode tekanan sehingga proses pembuatan amonia ini dikenal dengan proses Haber-Bosch.

Bahan baku proses Haber pada pembuatan amonia (NH_3) adalah gas hidrogen dan nitrogen yang berasal dari gas alam, air dan udara. Gas hidrogen diperoleh dari reaksi gas alam (mengandung metana) dengan uap air, sedangkan gas nitrogen diperoleh dari udara. Kemudian gas CO yang terbentuk direaksikan lagi dengan uap air sehingga menghasilkan gas hidrogen dan karbondioksida. Reaksi pembuatan amonia ini terjadi secara eksoterm. 50% amonia yang diproduksi di dunia digunakan untuk pupuk. Sisanya digunakan untuk memproduksi granul garam NH_4NO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dan $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$, asam nitrat dan senyawa nitrogen lainnya. Namun, perkembangan industri yang pesat, memacu pembuangan limbah-limbah industri tanpa diolah terlebih dahulu. Limbah-limbah ini akan menimbulkan dampak yang kurang baik bagi lingkungan.

Soal:

Berdasarkan reaksi kesetimbangan amonia, analisislah bagaimana kesetimbangan akan dipengaruhi oleh perubahan tekanan, NH_3 dikurangi, dan suhu dinaikkan!

5. Pertanyaan

Kompetensi

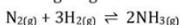
- Menjelaskan fenomena secara ilmiah
- Menafsirkan data dan bukti secara ilmiah
- Menafsirkan data dan bukti secara ilmiah
- Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah

TOPIK 5 : PUPUK UREA DARI AMONIA (PERKEMBANGAN IPTEK)



sumber : www.kompas.com

Kebutuhan amonia sebagai salah satu bahan pembuat pupuk meningkat, maka pembuatan amonia sintesis juga harus ditingkatkan. Untuk mendapatkan hasil amonia dalam jumlah banyak maka pada proses pembuatannya menggunakan tekanan yang bervariasi dengan molaritas dan suhu yang sama, hal itu dilakukan guna mengetahui kondisi optimal untuk mendapatkan hasil yang banyak dan efisien. Seorang produsen pupuk berencana memproduksi amonia dari gas hidrogen dan nitrogen dengan prinsip kesetimbangan kimia. Agar hasil maksimum, reaksi kesetimbangan harus dibuat bergeser ke arah zat hasil. Berikut adalah reaksi yang berlangsung.



Tabel pembuatan amonia dengan berbagai tekanan

Tekanan	Hasil NH_3
10 atm	14,7
30 atm	30,3
50 atm	39,4
100 atm	52
300 atm	71

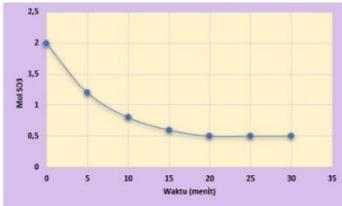
Dalam praktiknya, pembuatan amonia dilakukan dengan suhu 300-400°C. Sesuai tujuan diatas, produsen tersebut juga melakukan percobaan mengenai pengaruh suhu dalam pembuatan amonia. Hasil percobaan disajikan pada tabel berikut ini.

T (°C)	Kp	Kc
25	$9,0 \times 10^5$	$5,4 \times 10^8$
300	$4,6 \times 10^{-9}$

	400	$2,6 \times 10^{-10}$	$8,0 \times 10^{-7}$
<p>Soal :</p> <ol style="list-style-type: none"> Menurut Anda, apa yang dapat disimpulkan dari tabel pembuatan amonia dengan berbagai tekanan di atas? Kaitkanlah dengan konsep perubahan tekanan dan volume pada kesetimbangan kimia! Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan produsen, apabila pada suhu 25°C, tekanan parsial H_2 dan N_2 masing-masing adalah 1 atm dan 10 atm, berapakah tekanan total sistem pada saat kesetimbangan? Berdasarkan data di atas, pada suhu 300°C diketahui memiliki nilai K_p sebesar $4,6 \times 10^{-9}$. menurut Anda, berapakah nilai tetapan kesetimbangan konsentrasi reaksi tersebut! Berdasarkan tabel pengaruh suhu dalam pembuatan amonia, analisislah pernyataan berikut yang sesuai dengan alasannya! <ol style="list-style-type: none"> Untuk meningkatkan hasil reaksi (NH_3), maka dapat dilakukan dengan cara menaikkan suhu Reaksi pembentukan amonia adalah reaksi eksotermis Perubahan entalpi reaksi peruraian amonia berharga negatif Produk peruraian amonia menjadi lebih besar pada suhu rendah Penambahan katalis akan menaikkan harga tetapan kesetimbangan 			
6. Pertanyaan			
Kompetensi		<ol style="list-style-type: none"> Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah Menafsirkan data dan bukti secara ilmiah 	
<p>TOPIK 6 : GAS BELERANG DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI (SUMBER DAYA ALAM)</p>  <p>sumber : https://www.flickr.com/photos/t-bet/</p> <p>Sulfur trioksida (SO_3) biasanya digunakan pada pembakaran arang, minyak bakar gas, kayu, dan sebagainya. Sulfur trioksida diserap ke dalam 97-98% H_2SO_4 menjadi $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ (oleum), atau dikenal juga dengan asam sulfat berasap. Oleum yang kemudian diencerkan dalam air akan menjadi asam sulfat pekat. Dalam kehidupan sehari-hari oleum sendiri digunakan untuk sintesa organik. Oleum diproduksi secara industri dengan proses kontak, dimana sulfur trioksida yang berupa gas dilewatkan sebuah tower oleum. Selain gas SO_3, ada pula gas SO_2. Gas SO_2 sendiri memiliki bau yang sangat tajam dan tidak mudah terbakar, sedangkan gas SO_3 bersifat sangat reaktif. Sepertiga dari jumlah sulfur yang terdapat di atmosfer merupakan hasil dari aktivitas manusia dan kebanyakan dalam bentuk SO_2. Karena SO_3 sulit untuk terbentuk.</p>			

Berdasarkan reaksi penguraian SO_3 dalam suatu wadah 2 liter dimasukkan sebanyak 2 mol gas SO_3 , didapatkan grafik jumlah mol SO_3 terhadap waktu sebagai berikut:

Soal :



- Dari data tersebut, analisislah pernyataan berikut yang sesuai dengan alasannya!
 - Pada menit ke-15 telah terjadi keadaan setimbang
 - Reaksi tersebut memiliki derajat disosiasi sebesar $\frac{2}{3}$
 - Jumlah mol SO_2 saat setimbang adalah 0,5 mol
 - Nilai tetapan kesetimbangan reaksi tersebut adalah $\frac{27}{8}$
 - Sebelum menit ke-20 laju reaksi ke kiri lebih besar dari laju reaksi ke kanan
- Berdasarkan reaksi kesetimbangan SO_3 di atas, gambarkan diagram reaksi yang terjadi berdasarkan perubahan konsentrasi sebagai fungsi waktu! Jelaskan!

7. Pertanyaan

Kompetensi

Menafsirkan data dan bukti secara ilmiah

TOPIK 7 : PERCOBAAN KESETIMBANGAN (PERKEMBANGAN IPTEK)

Suatu sistem dikatakan setimbang ketika sebuah reaksi berlangsung secara terus menerus dalam arah yang berlawanan dengan laju reaksi sama. Sehingga apabila pada suatu sistem kesetimbangan diberi pengaruh dari luar, maka sistem kesetimbangan akan mengalami pergeseran dan membentuk sebuah kesetimbangan baru. Kesetimbangan kimia juga terjadi pada kehidupan kita sehari-hari. Contohnya pada pengaturan pH dalam darah, siklus oksigen dalam tubuh, dan pada proses fotosintesis. Seorang siswa mengetahui bahwa salah satu syarat mencapai kondisi setimbang harus berada dalam sistem tertutup. Percobaan yang dilakukan mengenai pengaruh konsentrasi terhadap pergeseran kesetimbangan.

Pertama, siswa tersebut mencampurkan Fe^{3+} dalam larutan FeCl_3 dengan SCN^- dalam larutan KSCN . Reaksinya adalah sebagai berikut:



Kemudian siswa tersebut melakukan percobaan selanjutnya. Hasil percobaan yang dilakukan dapat dituliskan dalam tabel sebagai berikut

Perlakuan	Pengamatan
Tabung reaksi 2 ditambahkan besi(III) klorida (FeCl_3)	Warna merah muda
Tabung reaksi 3 ditambahkan kalium tiosianat (KSCN)	Warna merah tua
Tabung reaksi 4 ditambahkan kristal disodium fosfat (Na_2HPO_4)	Warna coklat lebih muda

Soal :

Berdasarkan data pada tabel yang disajikan siswa tersebut, analisislah perbedaan dari ketiga gelas tersebut dan berikan alasan Anda?

No.	Penyelesaian	Kriteria	Skor
1.	a. Reaksi kesetimbangan: $\text{CaO}_{(aq)} + \text{CO}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CaCO}_{3(s)}$... (1) Kesetimbangan dinamis adalah apabila laju reaksi ke kanan/ke arah hasil reaksi (ke arah kalsium karbonat) sama dengan laju reaksi ke kiri/ke arah reaktan (ke arah kalsium oksida dan gas karbon dioksida) dan terjadi secara terus-menerus (reaksi tetap berlangsung) tetapi tidak ada perubahan yang diamati. ... (1) Suatu reaksi dikatakan setimbang jika memiliki ciri-ciri: ... (1) 1) Secara makroskopis zat-zat yang ada dalam reaksi tidak mengalami perubahan konsentrasi 2) Reaksi maju dan balik tetap berlangsung dengan skala mikro 3) Laju maju (laju pembentukan zat produk) sama dengan laju balik (laju pembentukan kembali zat reaktan) 4) Terjadi pada ruang tertutup, suhu dan tekanan yang tetap	Menuliskan persamaan reaksi, menjelaskan konsep kesetimbangan dinamis berdasarkan konsep terumbu karang di laut serta menyebutkan ciri-ciri reaksi kesetimbangan dengan benar	3
		Menuliskan dua jawaban benar dari penyelesaian butir soal	2
		Hanya menuliskan satu jawaban benar dari penyelesaian butir soal	1
		Respon lain	0
	b. Konsentrasi kalsium oksida dan karbon dioksida (reaktan) berkurang, sedangkan konsentrasi kalsium karbonat (produk) bertambah pada saat menuju kesetimbangan. Konsentrasi reaktan dan produk konstan pada saat setimbang. ... (1) Ketika karbon dioksida di lautan meningkat, pH laut menurun atau menjadi lebih asam. Hal ini disebut pengasaman laut. Dengan pengasaman laut, karang tidak dapat menyerap kalsium karbonat yang mereka perlukan untuk mempertahankan kerangkanya dan kerangka batu yang menopang karang dan terumbu karang akan hancur. ... (1) Sehingga kesetimbangan bergeser ke kiri. ... (1)	Menjelaskan konsentrasi (produk/reaktan) dan memprediksi peristiwa dengan benar	3
		<ul style="list-style-type: none"> Menjelaskan konsentrasi (produk/reaktan) dengan benar namun memprediksi peristiwa kurang tepat Menjelaskan konsentrasi (produk/reaktan) salah namun memprediksi peristiwa dengan benar 	2
		Hanya menuliskan satu jawaban benar dari penyelesaian butir soal	1
		Respon lain	0
	c. Termasuk reaksi heterogen, karena terdiri lebih dari satu jenis fasa yaitu fasa gas (g) dan solid (s) dan aquos (aq). ... (1) Contoh lain reaksi heterogen: ... (1) $\text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{CO}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_{3(aq)}$ karena terdiri dari tiga fasa yaitu fasa liquid, gas dan aquos $\text{CCl}_4(l) \rightleftharpoons \text{CCl}_4(g)$ karena terdiri dari dua fasa yaitu fasa gas dan liquid Homogen : terdiri dari satu fasa zat saja. ... (1) Contoh: $\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(g)}$ $\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^{-}_{(aq)} + \text{H}^{+}_{(aq)}$	Menentukan reaksi kesetimbangan kimia merupakan kesetimbangan homogen/heterogen beserta alasan serta memberikan contoh lain terkait kesetimbangan homogen/heterogen dengan benar	3
		<ul style="list-style-type: none"> Menuliskan dua jawaban benar dari penyelesaian butir soal 	2
		Hanya menuliskan satu jawaban benar dari penyelesaian butir soal	1
		Respon lain	0

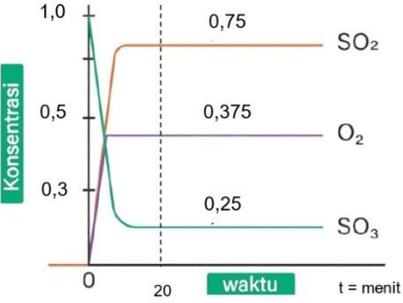
2.	<p>a. Reaksi kesetimbangannya : $\text{Hb}_{(aq)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{HbO}_{2(aq)}$... (1) Tetapan kesetimbangan konsentrasi:</p> $K_c = \frac{[\text{HbO}_2]}{[\text{Hb}][\text{O}_2]} \quad \dots(1)$ <p>Alasan: Dalam kesetimbangan kimia, fasa zat mempengaruhi ketika ingin menentukan harga Kc. Persamaan kesetimbangan konsentrasi ditentukan oleh zat yang konsentrasinya berubah selama reaksi berlangsung. Fasa zat gas (g) dan aquos (aq) mengalami perubahan, sehingga dilibatkan dalam penentuan nilai Kc, sedangkan fasa zat padat (s) dan cairan (l) konstantanya tetap sehingga tidak ditulis dalam hukum kesetimbangan. ... (1)</p>	Menuliskan reaksi kesetimbangan kimia pengikatan oksigen dalam darah, menuliskan tetapan kesetimbangan konsentrasi, dan alasan yang diberikan benar	3
		Menuliskan dua jawaban benar dari penyelesaian butir soal	2
		Hanya menuliskan satu jawaban benar dari penyelesaian butir soal	1
		Respon lain	0
	<p>b. Berdasarkan asas <i>Le-Chatelier</i>, dengan berkurangnya gas oksigen berarti kesetimbangan akan bergeser ke kiri, dan berakibat kadar HbO_2 di dalam darah menurun. ... (1) Akibat yang ditimbulkan dari keadaan tersebut, suplai oksigen ke seluruh jaringan akan berkurang. Hal inilah yang mengakibatkan terjadinya rasa mual dan pusing, serta perasaan tidak nyaman pada tubuh. Kondisi tersebut akan mengakibatkan tubuh berusaha beradaptasi dengan memproduksi hemoglobin sebanyak-banyaknya. ... (1) Dengan meningkatnya konsentrasi hemoglobin akan menggeser kembali kesetimbangan ke kanan dan HbO_2 akan meningkat kembali seperti semula. ... (1)</p>	Menentukan arah pergeseran kesetimbangan dan memberikan alasan yang menyebabkan terjadinya pergeseran kesetimbangan dengan benar	3
		<ul style="list-style-type: none"> Menentukan arah pergeseran kesetimbangan benar namun alasan yang diberikan kurang tepat <p>Menentukan arah pergeseran kesetimbangan salah namun alasan yang diberikan benar</p>	2
		Hanya menuliskan satu jawaban benar dari penyelesaian butir soal	1
		Respon lain	0
c.	<p>Diketahui: Persamaan reaksi : $\text{Hb}_{(aq)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{HbO}_{2(aq)}$ $P_{\text{O}_2} = 0,13$ $R = 0,082 \text{ L} \cdot \text{atm} / \text{mol} \cdot \text{K}$ $T = 27^\circ\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$ $\Delta n =$ selisih jumlah koefisien produk dengan reaktan (0 - 1) ... (1) Ditanya: Kc...? Dijawab: Mencari Kp $K_p = \frac{1}{P_{\text{O}_2}}$ (Karena yang digunakan hanya zat berfasa gas saja)</p>	Menuliskan tahapan perhitungan nilai Kc kesetimbangan oksigen dalam darah secara lengkap dan benar	3
		Menuliskan tahapan perhitungan nilai Kc kesetimbangan oksigen dalam darah secara lengkap namun perhitungan hasil akhir salah	2
		Menuliskan tahapan perhitungan nilai Kc kesetimbangan oksigen dalam darah tetapi tidak lengkap	1

	$K_p = \frac{1}{p_{O_2}} = \frac{1}{0,13} = 7,69$ <p>Menggunakan rumus hubungan Kc dengan Kp</p> $K_p = K_c (RT)^{\Delta n} \quad \dots(1)$ $7,69 = K_c (0,082 \times 300)^{0-1}$ $7,69 = K_c \frac{1}{24,6}$ $K_c = 189,17 \quad \dots(1)$ <p>Jadi harga Kc sebesar 189,17</p>	Respon lain	0
3.	<p>Berdasarkan data tersebut, kesetimbangan akan bergeser ke arah kanan (konsentrasi $Ca_5(PO_4)_3OH$ berkurang), ...(1) dikarenakan minuman bersoda (H_2CO_3) mengandung asam (H^+) yang dapat mengikat ion OH^- sehingga konsentrasi OH^- akan berkurang. Pergeseran tersebut menyebabkan lapisan email menipis akibatnya gigi mudah keropos. Hal ini berkaitan dengan faktor pergeseran kesetimbangan akibat penambahan konsentrasi suatu zat. ...(1) Saat minuman terlalu panas masuk ke mulut, maka akan terjadi pergeseran arah kesetimbangan kimia ke arah reaksi endoterm (ke kanan). Hal ini menyebabkan $Ca_5(PO_4)_3OH$ berkurang, dan lapisan email gigi menipis, akibatnya gigi mudah keropos. Hal ini berkaitan dengan faktor pergeseran kesetimbangan akibat penambahan suhu. ...(1)</p>	<p>Menentukan arah pergeseran kesetimbangan dan memberikan alasan yang menyebabkan terjadinya pergeseran kesetimbangan dengan benar</p> <ul style="list-style-type: none"> Menentukan arah pergeseran kesetimbangan dengan benar namun alasan yang diberikan kurang tepat <p>Menentukan arah pergeseran kesetimbangan salah namun alasan yang diberikan benar</p> <p>Hanya menuliskan satu jawaban benar dari penyelesaian butir soal</p> <p>Respon lain</p>	3 2 1 0
4.	<p>Persamaan reaksi:</p> $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ <ul style="list-style-type: none"> Pengaruh perubahan tekanan: reaksi tersebut memiliki jumlah koefisien di kanan (NH_3) sebanyak 2 dan jumlah koefisien di kiri (N_2 dan H_2) sebanyak 4. Jika tekanan ditambahkan, kesetimbangan akan bergeser ke arah reaksi yang memiliki jumlah koefisien atau jumlah mol lebih kecil. Jadi kesetimbangan akan bergeser ke arah produk (kanan). Jika tekanan dikurangi, kesetimbangan akan bergeser ke arah reaksi yang memiliki jumlah koefisien atau jumlah mol lebih besar. Jadi kesetimbangan akan bergeser ke arah reaktan (kiri) ...(1) NH_3 dikurangi: maka konsentrasi amonia akan berkurang. Hal ini membuat kesetimbangan akan bergeser ke kanan untuk menaikkan konsentrasi amonia yang hilang dan reaksi akan terus berlangsung secara berulang. Sehingga amonia bertambah ...(1) Suhu dinaikkan: reaksi pembentukan NH_3 adalah eksoterm (ΔH -nya negatif). Kebalikan dari reaksi eksoterm adalah endoterm. Jika reaksi pembentukan NH_3 adalah eksoterm maka reaksi N_2 dan H_2 adalah endoterm. Dengan demikian jika suhu dinaikkan, kesetimbangan akan bergeser ke arah reaktan atau 	<p>Menjelaskan pengaruh perubahan tekanan, NH_3 dikurangi dan suhu dinaikkan dengan alasan yang benar</p> <p>Menjelaskan dua jawaban disertai alasan yang benar dari penyelesaian butir soal</p> <p>Menjelaskan satu jawaban disertai alasan yang benar dari penyelesaian butir soal</p> <p>Respon lain</p>	3 2 1 0

	endoterm (N_2 dan H_2) karena sistem akan menyerap panas melalui reaksi N_2 dan H_2 (ΔH -nya positif) ... (1)		
5.	a. Berdasarkan tabel pembuatan amonia dengan berbagai tekanan di atas, dapat disimpulkan bahwa semakin besar tekanan yang diberikan maka hasil NH_3 akan semakin banyak. ... (1) Hal tersebut dikarenakan kesetimbangan kimia akan bergeser kearah kanan yaitu menuju NH_3 . Faktor volume dan tekanan bersifat kebalikan satu sama lain. ... (1) Jika tekanan diperbesar, dan volume diperkecil maka kesetimbangan bergeser ke jumlah koefisien (jumlah mol) yang kecil, sedangkan tekanan diperkecil dan volume diperbesar maka kesetimbangan akan bergeser ke jumlah koefisien (jumlah mol) yang lebih besar. ... (1)	Menyimpulkan tabel yang disajikan dan mengaitkan konsep perubahan tekanan dan volume pada kesetimbangan kimia dengan benar	3
		<ul style="list-style-type: none"> Menyimpulkan tabel yang disajikan dengan benar namun mengaitkan konsep perubahan tekanan dan volume pada kesetimbangan kimia kurang tepat Menyimpulkan tabel yang disajikan salah namun mengaitkan konsep perubahan tekanan dan volume pada kesetimbangan kimia benar 	2
		Hanya menuliskan satu jawaban benar dari penyelesaian butir soal	1
		Respon lain	0
	b. Dikeahui: Persamaan reaksi: $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ $PN_2 = 10 \text{ atm}$ $PH_2 = 1 \text{ atm}$ $K_p = 9,0 \times 10^5 \quad \dots(1)$ Ditanya: P total...? Dijawab: Mencari PNH_3 $K_p = \frac{(PNH_3)^2}{(PN_2)(PH_2)^3}$ $9,0 \times 10^5 = \frac{(PNH_3)^2}{(10)(1)^3}$ $9,0 \times 10^6 = \frac{(PNH_3)^2}{10}$ $9,0 \times 10^6 = (PNH_3)^2$ $\sqrt{9,0 \times 10^6} = (PNH_3)$ $3000 = (PNH_3) \quad \dots(1)$ Mencari Ptot $P_{tot} = PNH_3 + PN_2 + PH_2$ $= 3000 + 10 + 1 = 3011 \text{ atm}$ Jadi tekanan total sistem pada saat kesetimbangan sebesar 3011 atm ... (1)	Menuliskan seluruh tahapan dalam perhitungan Ptot secara lengkap dan benar	3
		Menuliskan tahapan perhitungan Ptot secara lengkap namun perhitungan hasil akhir salah	2
		Menuliskan tahapan perhitungan Ptot tetapi tidak lengkap	1
		Respon lain	0
	c. Diketahui: Persamaan reaksi: $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$	Menuliskan seluruh tahapan dalam perhitungan Kc secara lengkap dan benar	3

	<p> $K_p = 4,6 \times 10^{-9}$ Suhu = $300^\circ\text{C} + 273 = 573 \text{ K}$ $R = 0,082 \text{ L}\cdot\text{atm/mol}\cdot\text{K}$ $\Delta n = \text{koef kanan} - \text{koef kiri} = 2 - 4 = -2 \quad (1)$ Ditanya: $K_c \dots?$ Dijawab: $K_p = K_c (RT)^{\Delta n} \quad (1)$ $4,6 \times 10^{-9} = K_c (0,082 \times 573)^{-2}$ $4,6 \times 10^{-9} = K_c \left(\frac{1}{46986}\right)^2$ $K_c = 1,0 \times 10^{-5}$ Jadi nilai tetapan kesetimbangan konsentrasinya sebesar $1,0 \times 10^{-5} \dots(1)$ </p>	Menuliskan tahapan perhitungan K_c secara lengkap namun perhitungan hasil akhir salah	2
		Menuliskan tahapan perhitungan K_c tetapi tidak lengkap	1
		Respon lain	0
d.	<p> Untuk mengetahui jawaban jawaban/pernyataan yang benar Anda harus menganalisis data K_p dan K_c dalam berbagai suhu pada tabel yang terdapat pada soal. Dan memperhatikan persamaan reaksi pembentukan amonia berikut: $3\text{H}_{2(g)} + \text{N}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(g)}$ 1) "Untuk meningkatkan hasil reaksi (NH_3), maka dapat dilakukan dengan cara menaikkan suhu". Pernyataan ini tidak benar karena dari tabel terlihat semakin tinggi suhu, data K_c dan K_p-nya semakin kecil. Itu artinya reaksi bergeser ke kiri, dan NH_3 berkurang. ... (1) 2) "Reaksi pembentukan amonia adalah reaksi eksotermis". Pernyataan ini benar karena nilai K_c dan K_p berkurang jika suhu dinaikkan, itu artinya reaksi bergeser ke endoterm. Sehingga reaksi pembentukan NH_3 merupakan reaksi eksoterm. ... (1) 3) "Perubahan entalpi reaksi peruraian amonia berharga negatif". Pernyataan ini salah karena peruraian amonia merupakan reaksi endoterm sehingga ΔH-nya berharga positif (+). ... (1) 4) "Produk peruraian amonia menjadi lebih besar pada suhu rendah". Pernyataan ini tidak benar karena terlihat di tabel, pada suhu rendah harga K_c dan K_p lebih besar sehingga reaksi bergeser ke kanan, jadi yang bertambah amonia-nya. ... (1) 5) "Penambahan katalis akan menaikkan harga tetapan kesetimbangan." Pernyataan ini tidak benar karena katalis hanya mempercepat tercapainya kesetimbangan, katalis itu sendiri tidak ikut bereaksi dan tidak mempengaruhi harga tetapan kesetimbangan. ... (1) </p>	Memberikan keterangan pada 5 pernyataan dengan tepat dan memberikan alasan dengan benar	5
		Memberikan keterangan pada 4 pernyataan dengan tepat dan memberikan alasan dengan benar	4
		Memberikan keterangan pada 3 pernyataan dengan tepat dan memberikan alasan dengan benar	3
		Memberikan keterangan pada 2 pernyataan dengan tepat dan memberikan alasan dengan benar	2
		Memberikan keterangan pada 1 pernyataan dengan tepat dan memberikan alasan dengan benar	1
		Respon lain	0

6.	<p>a. Untuk mengetahui jawaban/pernyataan yang benar Anda harus menganalisis grafik jumlah mol SO₃ terhadap waktu, dan mengevaluasi pernyataan soal yang benar.</p> <p>1) Tidak benar, dikarenakan berdasarkan grafik terlihat mol SO₃ berkurang tiap saat, dan suatu saat jumlah mol SO₃ tidak lagi berkurang atau konstan dan itu terjadi setelah menit ke-20, atau bisa dibidang setelah menit ke-20 kesetimbangan tercapai ... (1)</p> <p>2) Tidak benar, Derajat disosiasi dapat diketahui dari perbandingan antara mol SO₃ yang terurai dengan mol SO₃ awal. Dari grafik diketahui terdapat 2 mol SO₃ awal dan 0,5 mol SO₃ saat kesetimbangan sehingga mol yang terurai adalah 1,5. Sehingga derajat disosiasinya</p> $\alpha = \frac{1,5}{2} = \frac{3}{4} \dots (1)$ <p>3) Tidak benar, karena yang jumlah molnya saat setimbang 0,5 mol adalah SO₂ ... (1)</p> <p>4) Benar, Nilai tetapan kesetimbangan (Kc) adalah perbandingan hasil kali konsentrasi produk dengan hasil kali konsentrasi reaktan dipangkatkan koefisien masing-masing pada saat setimbang</p> $ \begin{array}{rcccc} & 2\text{SO}_3(\text{g}) & \rightleftharpoons & 2\text{SO}_2(\text{g}) & + & \text{O}_2(\text{g}) \\ \text{m :} & 2 \text{ mol} & & - & & - \\ \text{r :} & 1,5 \text{ mol} & & 1,5 \text{ mol} & & 0,75 \text{ mol} \\ \text{s :} & 0,5 \text{ mol} & & 1,5 \text{ mol} & & 0,75 \text{ mol} \end{array} $ <p>Menentukan konsentrasi tiap zat:</p> $[\text{SO}_3] = \frac{\text{mol}}{\text{v}} = \frac{0,5}{2} = 0,25 \text{ M}$ $[\text{SO}_2] = \frac{\text{mol}}{\text{v}} = \frac{1,5}{2} = 0,75 \text{ M}$ $[\text{O}_2] = \frac{\text{mol}}{\text{v}} = \frac{0,75}{2} = 0,375 \text{ M}$ <p>Menentukan nilai Kc:</p> $Kc = \frac{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]}{[\text{SO}_3]^2} \quad Kc = \frac{\left[\frac{1,5}{2}\right]^2 \left[\frac{0,75}{2}\right]}{\left[\frac{0,5}{2}\right]^2}$ $Kc = \frac{27}{8} \quad \text{atau } 3,375 \quad \dots (1)$	Memberikan keterangan pada 5 pernyataan dengan tepat dan memberikan alasan dengan benar	5
		Memberikan keterangan pada 4 pernyataan dengan tepat dan memberikan alasan dengan benar	4
		Memberikan keterangan pada 3 pernyataan dengan tepat dan memberikan alasan dengan benar	3
		Memberikan keterangan pada 2 pernyataan dengan tepat dan memberikan alasan dengan benar	2
		Memberikan keterangan pada 1 pernyataan dengan tepat dan memberikan alasan dengan benar	1
		Respon lain	0
b.	<p>Membuat grafik hubungan konsentrasi dengan waktu:</p> <p>Konsentrasi belerang dioksida dan oksigen (produk) bertambah, sedangkan konsentrasi sulfur trioksida (reaktan) berkurang pada saat menuju</p>	Menggambarkan grafik hubungan konsentrasi dan penjelasan yang diberikan benar	2

	<p>kesetimbangan. Konsentrasi reaktan dan produk konstan pada saat setimbang. ...(1)</p> <p>Grafik (1)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> Menggambarkan grafik hubungan konsentrasi dengan benar namun alasan yang diberikan salah Menjelaskan konsentrasi (produk/reaktan) salah namun menggambarkan grafik hubungan konsentrasi dengan benar 	1
	Respon lain		0
7.	<p>Gelas kimia 1 dan 2 dengan perubahan masing-masing zat pereaksi FeCl_3 dan KSCN akan menggeser kesetimbangan ke arah hasil/produk (ke kanan) sehingga larutan berubah menjadi merah pekat. ...(1)</p> <p>Sedangkan gelas kimia 3 ketika kristal Na_2HPO_4 ditambahkan akan bergeser ke reaktan (ke kiri) sehingga warna larutan menjadi lebih pudar (kuning pucat). ...(1)</p> <p>Hal ini disebabkan karena ketika penambahan Na_2HPO_4 ion-ion Fe^{3+} akan bereaksi dengan ion HPO_4^{2-} sehingga konsentrasi Fe^{3+} berkurang. ...(1)</p>	Menjelaskan perbedaan dari ketiga gelas dengan alasan yang diberikan benar	3
		Menuliskan dua jawaban benar dari penyelesaian butir soal	2
		Hanya menuliskan satu jawaban benar dari penyelesaian butir soal	1
		Respon lain	0

LAMPIRAN 6 Validasi Ahli dan Perhitungan Aiken's V

C. Penilaian

No.	Aspek Penilaian Indikator	Nilai/Butir Soal														
		1			2			3	4	5				6		7
		a	b	c	a	b	c			a	b	c	d	a	b	
Materi																
1.	Kebenaran konsep kimia dalam setiap butir	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4
2.	Kesesuaian pertanyaan dengan tujuan dan capaian pembelajaran	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4
3.	Kesesuaian materi pada pertanyaan dan artikel yang disajikan	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	3	4	3	4	4
Literasi Sains																
4.	Kesesuaian pertanyaan dengan indikator kompetensi literasi sains	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	2	4
5.	Kesesuaian pertanyaan dengan indikator pengetahuan literasi sains	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
6.	Kesesuaian pertanyaan dengan indikator konteks literasi sains	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4
Konstruksi																
7.	Ada petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4
8.	Kejelasan pertanyaan dalam setiap indikator asesmen	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4
Tata Bahasa																
9.	Kalimat yang digunakan komunikatif dan efektif	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3
10.	Kalimat yang digunakan sesuai dengan kaedah EYD	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3

D. Komentar dan Saran

Revisi sesuai dengan saran yg diberikan

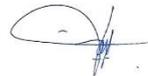
E. Kesimpulan

Berdasarkan penilaian yang telah dilakukan, instrument ini dinyatakan:

- Valid digunakan untuk uji coba tanpa revisi
- Valid digunakan untuk uji coba setelah revisi
- Tidak valid untuk digunakan uji coba

Mohon memberi tanda silang (X) berdasarkan kesimpulan penilaian yang Bapak/Ibu telah lakukan.

Semarang, 20 Maret 2024



ULFA LUTFANABARI
NIP. 198809282015032013

C. Penilaian

No.	Aspek Penilaian	Nilai/Butir Soal														
		1			2			3	4	5				6		7
		a	b	c	a	b	c			a	b	c	d	a	b	
Materi																
1.	Kebenaran konsep kimia dalam setiap butir	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2.	Kesesuaian pertanyaan dengan tujuan dan capaian pembelajaran	4	4	3	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4
3.	Kesesuaian materi pada pertanyaan dan artikel yang disajikan	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Literasi Sains																
4.	Kesesuaian pertanyaan dengan indikator kompetensi literasi sains	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5.	Kesesuaian pertanyaan dengan indikator pengetahuan literasi sains	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
6.	Kesesuaian pertanyaan dengan indikator konteks literasi sains	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
Konstruksi																
7.	Ada petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
8.	Kejelasan pertanyaan dalam setiap indikator asesmen	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Tata Bahasa																
9.	Kalimat yang digunakan komunikatif dan efektif	3	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
10.	Kalimat yang digunakan sesuai dengan kaidah EVD	4	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4

D. Komentar dan Saran

Sesuai dengan saran yang ada

E. Kesimpulan

Berdasarkan penilaian yang telah dilakukan, instrument ini dinyatakan:

- Valid digunakan untuk uji coba tanpa revisi
- Valid digunakan untuk uji coba setelah revisi
- Tidak valid untuk digunakan uji coba

Mohon memberi tanda silang (X) berdasarkan kesimpulan penilaian yang Bapak/Ibu telah lakukan.

Semarang, 25 Maret 2024

RERI PRATIWI, M.Pd
NIP. 198703192019032013

C. Penilaian		Nilai/Butir Soal														
No.	Aspek Penilaian	1			2			3	4	5				6		7
		a	b	c	a	b	c			a	b	c	d	a	b	
Materi																
1.	Kebenaran konsep kimia dalam setiap butir	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2.	Kesesuaian pertanyaan dengan tujuan dan capaian pembelajaran	4	2	3	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
3.	Kesesuaian materi pada pertanyaan dan artikel yang disajikan	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4
Literasi Sains																
4.	Kesesuaian pertanyaan dengan indikator kompetensi literasi sains	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
5.	Kesesuaian pertanyaan dengan indikator pengetahuan literasi sains	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
6.	Kesesuaian pertanyaan dengan indikator konteks literasi sains	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3
Konstruksi																
7.	Ada petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
8.	Kejelasan pertanyaan dalam setiap indikator asesmen	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Tata Bahasa																
9.	Kalimat yang digunakan komunikatif dan efektif	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
10.	Kalimat yang digunakan sesuai dengan kaidah EYD	3	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4

D. Komentar dan Saran

terbaik! semoga saran yang diberikan

E. Kesimpulan

Berdasarkan penilaian yang telah dilakukan, instrument ini dinyatakan:

1. Valid digunakan untuk uji coba tanpa revisi

Valid digunakan untuk uji coba setelah revisi

3. Tidak valid untuk digunakan uji coba

Mohon memberi tanda silang (X) berdasarkan kesimpulan penilaian yang Bapak/Ibu telah lakukan.

Semarang, 25 Maret 2024

Nita Widiyanti, S.Pd.

NIP. 19810905 202211 2020

Butir	Penilai			S ₁	S ₂	S ₃	ΣS	n(c-1)	V	Ket
	I	II	III							
Butir_01	3.8	3.8	3.7	2.8	2.8	2.7	8.3	9	0.92	Valid
Butir_02	4	3.7	3.7	3	2.7	2.7	8.4	9	0.93	Valid
Butir_03	3.6	3.5	3.7	2.6	2.5	2.7	7.8	9	0.87	Valid
Butir_04	3.8	3.9	3.8	2.8	2.9	2.8	8.5	9	0.94	Valid
Butir_05	3.9	3.9	3.9	2.9	2.9	2.9	8.7	9	0.97	Valid
Butir_06	4	3.7	3.9	3	2.7	2.9	8.6	9	0.96	Valid
Butir_07	3.9	4	4	2.9	3	3	8.9	9	0.99	Valid
Butir_08	3.7	3.9	3.9	2.7	2.9	2.9	8.5	9	0.94	Valid
Butir_09	3.9	3.9	4	2.9	2.9	3	8.8	9	0.98	Valid
Butir_10	3.8	4	3.8	2.8	3	2.8	8.6	9	0.96	Valid
Butir_11	3.9	4	4	2.9	3	3	8.9	9	0.99	Valid
Butir_12	3.7	4	4	2.7	3	3	8.7	9	0.97	Valid
Butir_13	3.7	4	3.8	2.7	3	2.8	8.5	9	0.94	Valid
Butir_14	3.6	4	4	2.6	3	3	8.6	9	0.96	Valid
Butir_15	3.7	3.9	3.9	2.7	2.9	2.9	8.5	9	0.94	Valid

Butir	Penilai			S ₁	S ₂	S ₃	ΣS	n(c-1)	V	Ket
	I	II	III							
Butir 1-15	57	58.2	58.1	42	43.2	43.1	128.3	135	0.95037	Valid

LAMPIRAN 7 Analisis Validitas Empiris

Nama	Nomor Soal															Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Adelia I.	3	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3	5	3	2	2	42
Adelia N.	1	1	2	2	2	1	1	1	3	1	1	4	2	2	2	26
Adrian F.	2	3	3	3	2	1	2	2	2	2	2	3	2	0	1	30
Aisha A.	1	3	3	2	2	2	2	2	1	2	2	2	3	1	1	29
Alya B.	2	3	2	2	2	2	3	2	1	3	1	4	2	0	1	30
Arima B.	3	3	1	2	3	3	2	3	3	2	1	2	2	1	0	31
Azalia S.	3	3	3	2	3	2	3	2	3	3	1	4	3	2	1	38
Azzahra F.	3	2	1	3	3	3	3	3	3	2	2	2	5	2	2	39
Carlos I.	1	3	3	2	3	2	2	2	3	3	1	4	2	1	2	34
Dandi D.	3	2	1	2	3	2	3	1	2	2	1	2	0	1	2	27
Desi N.	1	3	2	2	2	2	2	2	1	3	2	1	2	1	2	28
DwiraHma	3	3	3	3	2	3	2	3	3	2	3	3	5	2	1	41
Febrina D.	2	3	2	2	3	2	0	2	2	2	1	2	3	1	2	29
Firda G.	2	3	2	3	2	1	1	1	2	2	2	3	2	0	0	26
Ghazi P.	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3	2	4	5	1	2	40
Haydar M.	2	1	1	1	2	2	2	2	3	1	1	2	2	2	1	25
Kirani Z.	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	2	3	41

LAMPIRAN 8 Analisis Reliabilitas

Nama	Nomor Soal															Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Adelia I.	3	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3	5	3	2	2	42
Adelia N.	1	1	2	2	2	1	1	1	3	1	1	4	2	2	2	26
Adrian F.	2	3	3	3	2	1	2	2	2	2	2	3	2	0	1	30
Aisha A.	1	3	3	2	2	2	2	2	1	2	2	2	3	1	1	29
Alya B.	2	3	2	2	2	2	3	2	1	3	1	4	2	0	1	30
Arima B.	3	3	1	2	3	3	2	3	3	2	1	2	2	1	0	31
Azalia S.	3	3	3	2	3	2	3	2	3	3	1	4	3	2	1	38
Azzahra F.	3	2	1	3	3	3	3	3	3	2	2	2	5	2	2	39
Carlos I.	1	3	3	2	3	2	2	2	3	3	1	4	2	1	2	34
Dandi D.	3	2	1	2	3	2	3	1	2	2	1	2	0	1	2	27
Desi N.	1	3	2	2	2	2	2	2	1	3	2	1	2	1	2	28
DwiraHma	3	3	3	3	2	3	2	3	3	2	3	3	5	2	1	41
Febrina D.	2	3	2	2	3	2	0	2	2	2	1	2	3	1	2	29
Firda G.	2	3	2	3	2	1	1	1	2	2	2	3	2	0	0	26
Ghazi P.	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3	2	4	5	1	2	40
Haydar M.	2	1	1	1	2	2	2	2	3	1	1	2	2	2	1	25
Kirani Z.	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	2	3	41

M. Arjuna	1	2	1	3	2	2	1	2	3	3	2	4	5	2	1	34
M. Zidan	1	2	1	1	2	3	2	2	3	2	1	3	4	1	2	30
Nabila N.	2	3	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	4	0	2	29
Nadhila S.	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	1	3	42
Nasywa C.	2	3	1	2	2	1	1	2	2	2	0	2	3	2	2	27
Nathania	1	1	2	1	2	1	2	1	3	3	1	2	2	1	2	25
Orlin O.	2	3	3	2	2	3	3	1	2	2	2	3	2	2	2	34
Putri N.	2	3	3	1	2	3	2	2	3	3	2	2	3	2	1	34
Rachel G.	3	1	2	2	2	2	2	2	3	3	2	4	2	1	2	33
Regita P.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	42
Revania A.	1	2	0	1	3	1	2	3	1	1	1	2	0	0	1	19
Sisca N.	2	3	1	2	2	2	2	1	2	3	1	4	2	2	2	31
Sulthon Q.	1	3	1	1	2	2	3	2	2	1	2	4	2	2	2	30
Tanzhila	2	3	2	1	3	1	0	2	2	2	1	2	0	1	1	23
Virosy A.	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	4	4	2	3	45
Varians	0,67	0,51	0,83	0,51	0,24	0,51	0,80	0,45	0,56	0,48	0,61	0,96	1,78	0,54	0,56	
Jumlah varians	10,01															
Varians total	42,738															
Nilai Cronbach Alpha	0,820			Kriteria:: Reliabel												

LAMPIRAN 9 Analisis Tingkat Kesukaran

Nama	Nomor soal															Total
	1a	1b	1c	2a	2b	2c	3	4	5a	5b	5c	5d	6a	6b	7	
Adelia I.	3	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3	5	3	2	2	42
Adelia N.	1	1	2	2	2	1	1	1	3	1	1	4	2	2	2	26
Adrian	2	3	3	3	2	1	2	2	2	2	2	3	2	0	1	30
Aisha	1	3	3	2	2	2	2	2	1	2	2	2	3	1	1	29
Alya	2	3	2	2	2	2	3	2	1	3	1	4	2	0	1	30
Arima	3	3	1	2	3	3	2	3	3	2	1	2	2	1	0	31
Azalia	3	3	3	2	3	2	3	2	3	3	1	4	3	2	1	38
Azzahra	3	2	1	3	3	3	3	3	3	2	2	2	5	2	2	39
Carlos	1	3	3	2	3	2	2	2	3	3	1	4	2	1	2	34
Dandi	3	2	1	2	3	2	3	1	2	2	1	2	0	1	2	27
Desi	1	3	2	2	2	2	2	2	1	3	2	1	2	1	2	28
Dwirahma	3	3	3	3	2	3	2	3	3	2	3	3	5	2	1	41
Febrina	2	3	2	2	3	2	0	2	2	2	1	2	3	1	2	29
Firda	2	3	2	3	2	1	1	1	2	2	2	3	2	0	0	26
Ghazi	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3	2	4	5	1	2	40
Haydar	2	1	1	1	2	2	2	2	3	1	1	2	2	2	1	25
Kirani	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	2	3	41

M. Arjuna	1	2	1	3	2	2	1	2	3	3	2	4	5	2	1	34
M. Zidan	1	2	1	1	2	3	2	2	3	2	1	3	4	1	2	30
Nabila	2	3	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	4	0	2	29
Nadhila	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	1	3	42
Nasywa	2	3	1	2	2	1	1	2	2	2	0	2	3	2	2	27
Nathania	1	1	2	1	2	1	2	1	3	3	1	2	2	1	2	25
Orlin	2	3	3	2	2	3	3	1	2	2	2	3	2	2	2	34
Putri	2	3	3	1	2	3	2	2	3	3	2	2	3	2	1	34
Rachel	3	1	2	2	2	2	2	2	3	3	2	4	2	1	2	33
Gegita	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	42
Revania	1	2	0	1	3	1	2	3	1	1	1	2	0	0	1	19
Sisca	2	3	1	2	2	2	2	1	2	3	1	4	2	2	2	31
Sulthon	1	3	1	1	2	2	3	2	2	1	2	4	2	2	2	30
Tanzhila	2	3	2	1	3	1	0	2	2	2	1	2	0	1	1	23
Virosy	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	4	4	2	3	45
Skor Total	67	82	66	66	76	66	67	66	76	74	54	94	85	42	53	
Mean Butir Soal	2.09	2.56	2.06	2.06	2.38	2.06	2.09	2.06	2.38	2.31	1.69	2.94	2.66	1.31	1.66	
Taraf Kesukaraan	0.70	0.85	0.69	0.69	0.79	0.69	0.70	0.69	0.79	0.77	0.56	0.59	0.53	0.66	0.55	
Keterangan	sedang	mudah	sedang	sedang	mudah	sedang	sedang	sedang	mudah	mudah	sedang	sedang	sedang	sedang	sedang	

LAMPIRAN 10 Analisis Daya Pembeda

Nama Kelompok Atas	Nomor soal															Total
	1a	1b	1c	2a	2b	2c	3	4	5a	5b	5c	5d	6a	6b	7	
Virosy	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	4	4	2	3	45
Adelia	3	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3	5	3	2	2	42
Nadhila	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	1	3	42
Regita	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	42
Dwirahma	3	3	3	3	2	3	2	3	3	2	3	3	5	2	1	41
Kirani	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	2	3	41
Ghazi	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3	2	4	5	1	2	40
Azzahra	3	2	1	3	3	3	3	3	3	2	2	2	5	2	2	39
Azalia	3	3	3	2	3	2	3	2	3	3	1	4	3	2	1	38
Σ	27	25	25	24	24	23	26	24	26	24	22	31	34	16	19	
Rata-rata	3.00	2.78	2.78	2.67	2.67	2.50	2.89	2.67	2.89	2.67	2.44	3.44	3.78	1.78	2.11	

Nama Kelompok Bawah	Nomor soal															Total
	1a	1b	1c	2a	2b	2c	3	4	5a	5b	5c	5d	6a	6b	7	
Desi	1	3	2	2	2	2	2	2	1	3	2	1	2	1	2	28
Dandi	3	2	1	2	3	2	3	1	2	2	1	2	0	1	2	27
Nasya	2	3	1	2	2	1	1	2	2	2	0	2	3	2	2	27

Haydar	1	1	2	2	2	1	1	1	3	1	1	4	2	2	2	26
Nathania	2	3	2	3	2	1	1	1	2	2	2	3	2	0	0	26
Tanzhila	2	1	1	1	2	2	2	2	3	1	1	2	2	2	1	25
Revania	1	1	2	1	2	1	2	1	3	3	1	2	2	1	2	25
Σ	15	16	11	13	19	10	12	13	18	14	8	19	11	9	11	
Rata-rata	1.6 7	2.11	1.4 4	1.67	2.3 3	1.3 3	1.5 6	1.67	2.11	1.89	1.1 1	2.22	1.4 4	1.11	1.44	

Daya Pembeda (DP)	0.4 4	0.22	0.4 5	0.33	0.1 1	0.4 1	0.4 4	0.33	0.26	0.26	0.4 4	0.24	0.4 7	0.34	0.22
Keterangan	bai k	cuku p	bai k	cuku p	jele k	bai k	bai k	cuku p	cuku p	cuku p	bai k	cuku p	bai k	cuku p	cuku p

LAMPIRAN 11 Kisi-Kisi Soal yang Digunakan

KISI-KISI INSTRUMEN TES LITERASI SAINS MATERI KESETIMBANGAN KIMIA

Jenjang : SMA/MA
 Mata Pelajaran : Kimia
 Fase : Fase F
 Kurikulum : Kurikulum Merdeka
 Materi : Kesetimbangan Kimia
 Bentuk Soal : Uraian

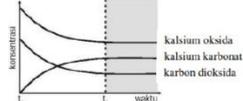
Capaian Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran	Kompetensi Literasi Sains	Indikator Kompetensi	Aspek Pengetahuan Literasi Sains	Konteks Literasi Sains	Level Kognitif	Konsep Materi Kimia	Indikator Asesmen	Nomor Soal
Mengamati, menyelidiki dan menjelaskan fenomena sehari-hari sesuai kaidah kerja ilmiah dalam menjelaskan konsep kimia dalam keseharian	Peserta didik diharapkan mampu menyimpulkan karakteristik reaksi kesetimbangan	Menjelaskan fenomena secara ilmiah	Mengingat dan menggunakan pengetahuan ilmiah yang sesuai	Pengetahuan konten	Pembentukan terumbu karang (bidang lingkungan)	C4	Kesetimbangan dinamis	Disajikan fenomena pembentukan terumbu karang, peserta didik mampu memprediksi reaksi kesetimbangan kimia, menganalisis konsep kesetimbangan dinamis serta menyebutkan ciri-ciri reaksi setimbang berdasarkan fenomena yang diberikan dengan tepat	1a
	Peserta didik diharapkan mampu menjelaskan kesetimbangan homogen dan heterogen	Menjelaskan fenomena secara ilmiah	Mengingat dan menggunakan pengetahuan ilmiah yang sesuai	Pengetahuan epistemik		C4	Kesetimbangan homogen dan heterogen	Disajikan fenomena pembentukan terumbu karang, peserta didik mampu menganalisis reaksi kesetimbangan homogen dan kesetimbangan heterogen	1b
Menerapkan operasi matematika dalam perhitungan	Peserta didik diharapkan mampu menentukan tetapan	Menjelaskan fenomena secara ilmiah	Mengingat dan menggunakan pengetahuan ilmiah yang sesuai	Pengetahuan konten	Pengikatan oksigen dalam darah (bidang kesehatan)	C4	Tetapan kesetimbangan Kc	Disajikan suatu wacana tentang hipoksia, peserta didik mampu menganalisis reaksi kesetimbangan,	2a

kimia	kesetimbangan berdasarkan data							menguraikan nilai tetapan kesetimbangan konsentrasi dan menganalisis hubungan jenis fasa zat dengan nilai Kc	
	Peserta didik diharapkan mampu mengolah data untuk menentukan hubungan Kp dan Kc	Menafsirkan data dan bukti secara ilmiah	Menganalisis dan menafsirkan data serta membuat kesimpulan yang tepat	Pengetahuan prosedural		C3	Hubungan antara Kp dengan Kc	Disajikan suatu wacana tentang hipoksia, peserta didik mampu menganalisis nilai Kc jika diketahui nilai tekanan suatu gas	2b
Memahami dan menjelaskan kesetimbangan reaksi kimia	Peserta didik diharapkan mampu menganalisis faktor-faktor yang menggeser arah kesetimbangan	Menjelaskan fenomena secara ilmiah	Membuat dan membenarkan prediksi	Pengetahuan epistemik	Email gigi (bidang kesehatan)	C4	Faktor yang mempengaruhi arah pergeseran kesetimbangan kimia	Disajikan suatu wacana tentang kesetimbangan kimia dalam email gigi dan hubungannya dengan pengeroposan gigi, peserta didik mampu menganalisis hubungan antara reaksi kesetimbangan pada lapisan email gigi dan pengeroposan gigi terkait dengan faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan kimia	3
Memahami dan menjelaskan kesetimbangan reaksi kimia	Peserta didik diharapkan mampu menganalisis faktor pergeseran kesetimbangan	Menjelaskan fenomena secara ilmiah	Membuat dan membenarkan prediksi	Pengetahuan epistemik	Pembuatan amonia (bidang industri)	C4	Faktor yang mempengaruhi pergeseran kesetimbangan kimia	Disajikan suatu wacana tentang proses pembuatan amonia, peserta didik mampu menganalisis membuktikan pengaruh tekanan, konsentrasi dan suhu terhadap pergeseran arah kesetimbangan	4

	Peserta didik diharapkan mampu menganalisis faktor pergeseeran kesetimbangan	Menjelaskan fenomena secara ilmiah	Membuat dan membenarkan prediksi	Pengetahuan konten	Pupuk urea dari amonia (bidang industri)	C4	Faktor yang mempengaruhi pergeseeran kesetimbangan kimia	Disajikan suatu data tentang pengaruh tekanan terhadap hasil reaksi, peserta didik mampu menafsirkan data untuk membuktikan pengaruh tekanan dan volume terhadap pergeseeran arah kesetimbangan	5a
Menerapkan operasi matematika dalam perhitungan kimia	Peserta didik diharapkan mampu mengolah data untuk menentukan nilai tetapan kesetimbangan suatu reaksi	Menafsirkan data dan bukti secara ilmiah	Menganalisis dan menafsirkan data serta membuat kesimpulan yang tepat	Pengetahuan prosedural		C3	Tetapan kesetimbangan Kp	Disajikan suatu data percobaan tentang pengaruh suhu dalam pembuatan amonia, peserta didik mampu menganalisis nilai tekanan total jika diketahui tekanan parsial reaktan	5b
	Peserta didik diharapkan mampu mengolah data untuk menentukan nilai tetapan kesetimbangan suatu reaksi	Menafsirkan data dan bukti secara ilmiah	Menganalisis dan menafsirkan data serta membuat kesimpulan yang tepat	Pengetahuan prosedural		C3	Tetapan kesetimbangan Kc	Disajikan suatu data percobaan tentang pengaruh suhu dalam pembuatan amonia, peserta didik mampu menganalisis harga Kc jika diketahui harga Kp	5c
Memahami dan menjelaskan kesetimbangan reaksi kimia	Peserta didik diharapkan mampu menganalisis faktor pergeseeran kesetimbangan	Mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah	Mengevaluasi cara mengeksplorasi pertanyaan yang diberikan secara ilmiah	Pengetahuan epistemik		C5	Tetapan kesetimbangan, pergeseeran kesetimbangan	Disajikan data percobaan tentang pengaruh suhu dalam pembuatan amonia, peserta didik mampu menganalisis pergeseeran kesetimbangan berdasarkan data Kp dan Kc	5d
	Peserta didik diharapkan mampu	Mengevaluasi dan merancang	Mengevaluasi cara mengeksplorasi	Pengetahuan epistemik	Gas belerang dalam kehidupan	C5	Konsep kesetimbangan, derajat	Disajikan suatu data tentang penguraian gas sulfur trioksida, peserta	6a

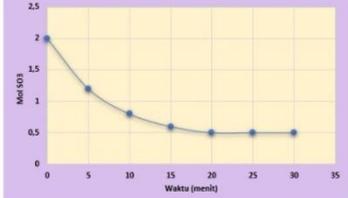
	menjelaskan reaksi kesetimbangan dinamis	penyelidikan ilmiah	pertanyaan yang diberikan secara ilmiah		sehari-hari (sumber daya alam)		disosiasi, dan hubungan kuantitatif reaktan dan produk	didik mampu mengevaluasi berbagi konsep kesetimbangan dalam menyelesaikan berbagai permasalahan kompleks dari suatu sistem kesetimbangan	
Menerapkan operasi matematika dalam perhitungan kimia	Peserta didik diharapkan mampu menjelaskan reaksi kesetimbangan dinamis	Menafsirkan data dan bukti secara ilmiah	mengonversi data dari satu representasi ke representasi lain	Pengetahuan prosedural		C4	Grafik laju reaksi pada kesetimbangan kimia	Disajikan data tentang penguraian gas sulfur trioksida, peserta didik mampu membuat grafik kesetimbangan dinamis berdasarkan reaksi	6b

LAMPIRAN 12 Soal dan Rubrik yang Digunakan

No	Pertanyaan	
1.	Kompetensi	a. Menjelaskan fenomena secara ilmiah b. Menjelaskan fenomena secara ilmiah
<p>TOPIK 1 : PEMBENTUKAN TERUMBU KARANG (BIDANG LINGKUNGAN) sumber : https://sindonesia.com/manfaat-terumbu-karang/</p>   <p>Indonesia merupakan negara yang terkenal dengan keindahan bawah lautnya. Wilayah lautan Indonesia yang mencapai 70% ini menyimpan keindahan dan kekayaan terumbu karang. Diperkirakan luas terumbu karang yang terdapat di perairan Indonesia adalah lebih dari 60.000 km², yang tersebar luas dari perairan Kawasan Barat Indonesia sampai Kawasan Timur Indonesia. Terumbu karang merupakan kumpulan koral. Koral ialah makhluk hidup di air yang dilapisi oleh karang. Karang ini terbentuk melalui hasil reaksi antara ion kalsium pada kalsium oksida dan gas karbon dioksida. Reaksi tersebut menghasilkan garam kalsium karbonat. Karang yang terbentuk dapat larut kembali karena adanya perubahan suhu dan kadar karbon dioksida di udara. Namun, dalam kehidupan sehari-hari tidak semua reaksi kimia yang zat-zat hasil reaksinya dapat bereaksi kembali menjadi pereaksi.</p> <p>Soal:</p> <ol style="list-style-type: none"> Berdasarkan analisismu terhadap fenomena yang disajikan, bagaimana reaksi kesetimbangan dinamis pada terumbu karang? bagaimana definisi kesetimbangan dinamis menurut Anda? Analisislah mengapa reaksi tersebut dikatakan setimbang! Berdasarkan reaksi kesetimbangan kimia pada terumbu karang, analisislah reaksi tersebut termasuk reaksi homogen atau heterogen? Mengapa? jelaskan contoh lain mengenai reaksi kesetimbangan homogen dan heterogen! 		
2.	Pertanyaan	
	Kompetensi	a. Menjelaskan fenomena secara ilmiah b. Menafsirkan data dan bukti secara ilmiah
<p>TOPIK 2: HIPOKSIA (BIDANG KESEHATAN)</p>  <p>sumber : www.diengindonesia.com</p> <p>Pada pendaki gunung yang belum beradaptasi dengan ketinggian dapat mengalami hipoksia. Hipoksia adalah kondisi kekurangan oksigen pada jaringan tubuh yang dapat terjadi karena perbedaan ketinggian. Keadaan ini dapat menyebabkan rasa mual, pusing dan tidak nyaman. Pada kasus yang fatal, hipoksia dapat mengakibatkan koma hingga kematian. Kasus hipoksia ini tidak terjadi pada penduduk yang sudah terbiasa hidup di dataran</p>		

	<p>tinggi. Oleh karena itu, saat pendakian disediakan pos-pos pemberhentian agar tubuh dapat beradaptasi dengan baik.</p> <p>Seseorang pada ketinggian 3 Km, memiliki tekanan parsial gas oksigen sekitar 0,13 atm, sedangkan pada permukaan laut tekanan parsial gas oksigen sebesar 0,2 atm. Pada ketinggian yang lebih tinggi, peningkatan tekanan atmosfer mengakibatkan penurunan tekanan gas darah kita. Ini termasuk tekanan parsial oksigen. Di dalam tubuh, oksigen diikat oleh hemoglobin menjadi oksihemoglobin. Oksihemoglobin (HbO₂) merupakan senyawa yang berperan membawa oksigen ke seluruh jaringan tubuh termasuk otak. Saat tubuh kekurangan oksigen, kadar HbO₂ dalam darah ikut menurun. Semakin rendah kadarnya, semakin sedikit kita dapat memindahkan oksigen dari paru-paru ke darah kita. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya hipoksia.</p> <p>Soal:</p> <p>a. Berdasarkan fenomena di atas, bagaimana reaksi kesetimbangan oksigen dalam darah berdasarkan konsep hipoksia? Uraikanlah persamaan tetapan kesetimbangan konsentrasinya! Analisislah hubungan antara jenis fasa zat dengan nilai tetapan kesetimbangan konsentrasi! Berikan alasan Anda!</p> <p>b. Berdasarkan kondisi tekanan parsial gas oksigen seseorang pada ketinggian, apabila suhu tubuhnya sebesar 27°C Menurut Anda, berapakah harga tetapan kesetimbangan konsentrasi pada tubuh tersebut?</p>
3.	Pertanyaan
Kompetensi	Menjelaskan fenomena secara ilmiah
	<p>TOPIK 3: KESETIMBANGAN DALAM MULUT (BIDANG KESEHATAN)</p> <p>Sejak kecil kita sudah dibiasakan oleh orang tua kita untuk menyikat gigi, terutama di malam hari sebelum tidur. Di sekolah dasar juga selalu dilakukan penyuluhan cara menyikat gigi yang baik. Hal ini dikarenakan merawat gigi sangat penting agar gigi tetap kuat dan sehat sehingga dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Reaksi kesetimbangan juga terjadi di dalam mulut. Enamel atau email adalah lapisan luar gigi yang bisa dilihat. Lapisan ini mengandung 5% air dan 95% senyawa kalsium hidroksiapatit. Email gigi merupakan bagian terkuat dalam tubuh manusia, bahkan lebih kuat daripada tulang. Namun, email gigi rentan terhadap asam, bakteri, dan makanan atau minuman yang terlalu panas. Pergeseran reaksi kesetimbangan tersebut dapat menyebabkan lapisan email menjadi keropos sehingga timbul sakit gigi. Di dalam mulut reaksi kesetimbangan terjadi secara endoterm, reaksi tersebut terjadi sebagai berikut.</p> $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}_{(s)} \rightleftharpoons 5\text{Ca}^{2+}_{(aq)} + 3\text{PO}_4^{3-}_{(aq)} + \text{OH}^{-}_{(aq)}$ <p>sumber : https://www.mayarumi.com/2020/08/7-tips-agar-anak-rajin-sikat-gigi.html</p> <p>Soal:</p> <p>Berdasarkan fenomena yang disajikan, terlalu banyak mengonsumsi minuman bersoda dan terlalu panas dapat menyebabkan gigi keropos, analisislah ke arah manakah kesetimbangan akan bergeser? Jelaskan dengan mengaitkan konsep pergeseran kesetimbangan kimia!</p>
4.	Pertanyaan
Kompetensi	Menjelaskan fenomena secara ilmiah
	<p>TOPIK 4 : PEMBUATAN AMONIA (BIDANG INDUSTRI)</p> <p>Nitrogen sangat diperlukan untuk kelangsungan makhluk hidup. Sebelum Perang Dunia I, dunia kekurangan senyawa nitrogen. Setelah itu, sumber nitrogen dapat diproduksi secara besar-besaran melalui sintesis amonia. Fritz Haber merupakan ilmuwan yang paling berjasa dalam industri amonia. Haber menerapkan asas <i>Le Chatelier</i> untuk merancang industri amonia yang dikenal dengan proses Haber. Selanjutnya, pembuatan amonia ini disempurnakan oleh Karl Bosch yang melakukan sintesis amonia dengan pengembangan metode tekanan sehingga proses pembuatan amonia ini dikenal dengan proses Haber-Bosch.</p> <p>Bahan baku proses Haber pada pembuatan amonia (NH₃) adalah gas hidrogen dan nitrogen yang berasal dari gas alam, air dan udara. Gas hidrogen diperoleh dari reaksi gas alam (mengandung metana) dengan uap air, sedangkan gas nitrogen diperoleh dari udara. Kemudian gas CO yang terbentuk direaksikan lagi dengan uap air sehingga menghasilkan gas hidrogen dan karbondioksida. Reaksi pembuatan amonia ini terjadi secara eksoterm. 50% amonia yang diproduksi di dunia digunakan untuk pupuk. Sisanya digunakan untuk</p>

<p>memproduksi granul garam NH_4NO_3, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dan $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$, asam nitrit dan senyawa nitrogen lainnya. Namun, perkembangan industri yang pesat, memacu pembuangan limbah-limbah industri tanpa diolah terlebih dahulu. Limbah-limbah ini akan menimbulkan dampak yang kurang baik bagi lingkungan.</p> <p>Soal: Berdasarkan reaksi kesetimbangan amonia, analisislah bagaimana kesetimbangan akan dipengaruhi oleh perubahan tekanan, NH_3 dikurangi, dan suhu dinaikkan!</p>													
5. Pertanyaan													
<p>Kompetensi</p>	<p>a. Menjelaskan fenomena secara ilmiah b. Menafsirkan data dan bukti secara ilmiah c. Menafsirkan data dan bukti secara ilmiah d. Menafsirkan data dan bukti secara ilmiah</p>												
<p>TOPIK 5 : PUPUK UREA DARI AMONIA (PERKEMBANGAN IPTEK)</p>													
													
<p>sumber : www.kompas.com</p>													
<p>Kebutuhan amonia sebagai salah satu bahan pembuat pupuk meningkat, maka pembuatan amonia sintesis juga harus ditingkatkan. Untuk mendapatkan hasil amonia dalam jumlah banyak maka pada proses pembuatannya menggunakan tekanan yang bervariasi dengan molaritas dan suhu yang sama, hal itu dilakukan guna mengetahui kondisi optimal untuk mendapatkan hasil yang banyak dan efisien. Seorang produsen pupuk berencana memproduksi amonia dari gas hidrogen dan nitrogen dengan prinsip kesetimbangan kimia. Agar hasil maksimum, reaksi kesetimbangan harus dibuat bergeser ke arah zat hasil. Berikut adalah reaksi yang berlangsung.</p>													
$\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(g)}$													
<p>Tabel pembuatan amonia dengan berbagai tekanan</p>													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tekanan</th> <th>Hasil NH_3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10 atm</td> <td>14,7</td> </tr> <tr> <td>30 atm</td> <td>30,3</td> </tr> <tr> <td>50 atm</td> <td>39,4</td> </tr> <tr> <td>100 atm</td> <td>52</td> </tr> <tr> <td>300 atm</td> <td>71</td> </tr> </tbody> </table>		Tekanan	Hasil NH_3	10 atm	14,7	30 atm	30,3	50 atm	39,4	100 atm	52	300 atm	71
Tekanan	Hasil NH_3												
10 atm	14,7												
30 atm	30,3												
50 atm	39,4												
100 atm	52												
300 atm	71												
<p>Dalam praktiknya, pembuatan amonia dilakukan dengan suhu 300-400°C. Sesuai tujuan diatas, produsen tersebut juga melakukan percobaan mengenai pengaruh suhu dalam pembuatan amonia. Hasil percobaan disajikan pada tabel berikut ini.</p>													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>T (°C)</th> <th>Kp</th> <th>Kc</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>25</td> <td>$9,0 \times 10^5$</td> <td>$5,4 \times 10^8$</td> </tr> <tr> <td>300</td> <td>$4,6 \times 10^{-9}$</td> <td>....</td> </tr> <tr> <td>400</td> <td>$2,6 \times 10^{-10}$</td> <td>$8,0 \times 10^{-7}$</td> </tr> </tbody> </table>		T (°C)	Kp	Kc	25	$9,0 \times 10^5$	$5,4 \times 10^8$	300	$4,6 \times 10^{-9}$	400	$2,6 \times 10^{-10}$	$8,0 \times 10^{-7}$
T (°C)	Kp	Kc											
25	$9,0 \times 10^5$	$5,4 \times 10^8$											
300	$4,6 \times 10^{-9}$											
400	$2,6 \times 10^{-10}$	$8,0 \times 10^{-7}$											
<p>Soal :</p>													
<p>a. Menurut Anda, apa yang dapat disimpulkan dari tabel pembuatan amonia dengan berbagai tekanan di atas? Kaitkanlah dengan konsep perubahan tekanan dan volume pada kesetimbangan kimia!</p> <p>b. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan produsen, apabila pada suhu 25°C, tekanan parsial H_2 dan N_2 masing-masing adalah 1 atm dan 10 atm, berapakah tekanan total sistem pada saat kesetimbangan?</p> <p>c. Berdasarkan data di atas, pada suhu 300°C diketahui memiliki nilai Kp sebesar $4,6 \times 10^{-9}$. menurut Anda, berapakah nilai tetapan kesetimbangan konsentrasi reaksi tersebut!</p>													

	<p>d. Berdasarkan tabel pengaruh suhu dalam pembuatan amonia, analisislah pernyataan berikut yang sesuai dengan alasannya!</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Untuk meningkatkan hasil reaksi (NH_3), maka dapat dilakukan dengan cara menaikkan suhu 2) Reaksi pembentukan amonia adalah reaksi eksotermis 3) Perubahan entalpi reaksi peruraian amonia berharga negatif 4) Produk peruraian amonia menjadi lebih besar pada suhu rendah 5) Penambahan katalis akan menaikkan harga tetapan kesetimbangan
6.	Pertanyaan
Kompetensi	<ol style="list-style-type: none"> a. Menafsirkan data dan bukti secara ilmiah b. Menafsirkan data dan bukti secara ilmiah
TOPIK 6 : GAS BELERANG DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI (SUMBER DAYA ALAM)	
	
sumber : https://www.flickr.com/photos/t-bet/	
<p>Sulfur trioksida (SO_3) biasanya digunakan pada pembakaran arang, minyak bakar gas, kayu, dan sebagainya. Sulfur trioksida diserap ke dalam 97-98% H_2SO_4 menjadi $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ (oleum), atau dikenal juga dengan asam sulfat berasap. Oleum yang kemudian diencerkan dalam air akan menjadi asam sulfat pekat. Dalam kehidupan sehari-hari oleum sendiri digunakan untuk sintesa organik. Oleum diproduksi secara industri dengan proses kontak, dimana sulfur trioksida yang berupa gas dilewatkan sebuah tower oleum. Selain gas SO_3, ada pula gas SO_2. Gas SO_2 sendiri memiliki bau yang sangat tajam dan tidak mudah terbakar, sedangkan gas SO_3 bersifat sangat reaktif. Sepertiga dari jumlah sulfur yang terdapat di atmosfer merupakan hasil dari aktivitas manusia dan kebanyakan dalam bentuk SO_2. Karena SO_3 sulit untuk terbentuk.</p>	
<p>Berdasarkan reaksi penguraian SO_3 dalam suatu wadah 2 liter dimasukkan sebanyak 2 mol gas SO_3. didapatkan grafik jumlah mol SO_3 terhadap waktu sebagai berikut:</p>	
Soal :	
	
<ol style="list-style-type: none"> a. Dari data tersebut, analisislah pernyataan berikut yang sesuai dengan alasannya! <ol style="list-style-type: none"> 1) Pada menit ke-15 telah terjadi keadaan setimbang 2) Reaksi tersebut memiliki derajat disosiasi sebesar $\frac{2}{3}$ 3) Jumlah mol SO_2 saat setimbang adalah 0,5 mol 4) Nilai tetapan kesetimbangan reaksi tersebut adalah $\frac{27}{8}$ 5) Sebelum menit ke-20 laju reaksi ke kiri lebih besar dari laju reaksi ke kanan b. Berdasarkan reaksi kesetimbangan SO_3 di atas, gambarkan diagram reaksi yang terjadi berdasarkan perubahan konsentrasi sebagai fungsi waktu! Jelaskan! 	

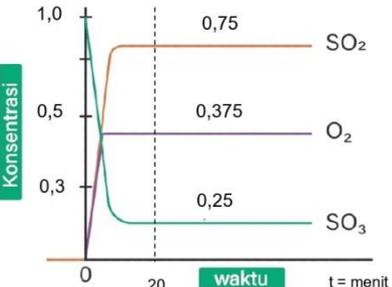
No.	Penyelesaian	Kriteria	Skor
1.	<p>a. Reaksi kesetimbangan: $\text{CaO}_{(aq)} + \text{CO}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CaCO}_{3(s)}$...(1) Kesetimbangan dinamis adalah apabila laju reaksi ke kanan/ke arah hasil reaksi (ke arah kalsium karbonat) sama dengan laju reaksi ke kiri/ke arah reaktan (ke arah kalsium oksida dan gas karbon dioksida) dan terjadi secara terus-menerus (reaksi tetap berlangsung) tetapi tidak ada perubahan yang diamati. ...(1) Suatu reaksi dikatakan setimbang jika memiliki ciri-ciri: ...(1) 1) Secara makroskopis zat-zat yang ada dalam reaksi tidak mengalami perubahan konsentrasi 2) Reaksi maju dan balik tetap berlangsung dengan skala mikro 3) Laju maju (laju pembentukan zat produk) sama dengan laju balik (laju pembentukan kembali zat reaktan) 4) Terjadi pada ruang tertutup, suhu dan tekanan yang tetap</p>	Menuliskan persamaan reaksi, menjelaskan konsep kesetimbangan dinamis berdasarkan konsep terumbu karang di laut serta menyebutkan ciri-ciri reaksi kesetimbangan dengan benar	3
		Menuliskan dua jawaban benar dari penyelesaian butir soal	2
		Hanya menuliskan satu jawaban benar dari penyelesaian butir soal	1
		Respon lain	0
	<p>b. Termasuk reaksi heterogen, karena terdiri lebih dari satu jenis fasa yaitu fasa gas (g) dan solid (s) dan aquos (aq). ...(1) Contoh lain reaksi heterogen: ...(1) $\text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{CO}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_{3(aq)}$ karena terdiri dari tiga fasa yaitu fasa likuit, gas dan aquos $\text{CCl}_4(l) \rightleftharpoons \text{CCl}_4(g)$ karena terdiri dari dua fasa yaitu fasa gas dan likuit Homogen : terdiri dari satu fasa zat saja. ...(1) Contoh: $\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(g)}$ $\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-_{(aq)} + \text{H}^+_{(aq)}$</p>	Menentukan reaksi kesetimbangan kimia merupakan kesetimbangan homogen/heterogen beserta alasan serta memberikan contoh lain terkait kesetimbangan homogen/heterogen dengan benar	3
		• Menuliskan dua jawaban benar dari penyelesaian butir soal	2
		Hanya menuliskan satu jawaban benar dari penyelesaian butir soal	1
		Respon lain	0
2.	<p>a. Reaksi kesetimbangannya : $\text{Hb}_{(aq)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{HbO}_{2(aq)}$...(1) Tetapan kesetimbangan konsentrasi: $K_c = \frac{[\text{HbO}_2]}{[\text{Hb}][\text{O}_2]} \quad \dots(1)$ Alasan: Dalam kesetimbangan kimia, fasa zat mempengaruhi ketika ingin menentukan harga Kc. Persamaan kesetimbangan konsentrasi ditentukan oleh zat yang konsentrasinya berubah selama reaksi berlangsung. Fasa zat gas (g) dan aquos (aq) mengalami perubahan, sehingga dilibatkan dalam penentuan nilai Kc, sedangkan fasa zat padat (s) dan cairan (l) konstantanya tetap sehingga tidak dituliskan dalam hukum kesetimbangan. ...(1)</p>	Menuliskan reaksi kesetimbangan kimia pengikatan oksigen dalam darah, menuliskan tetapan kesetimbangan konsentrasi, dan alasan yang diberikan benar	3
		Menuliskan dua jawaban benar dari penyelesaian butir soal	2
		Hanya menuliskan satu jawaban benar dari penyelesaian butir soal	1
		Respon lain	0

	<p>b. Diketahui:</p> <p>Persamaan reaksi : $\text{Hb}_{(\text{aq})} + \text{O}_{2(\text{g})} \rightleftharpoons \text{HbO}_{2(\text{aq})}$</p> <p>$\text{PO}_2 = 0,13$</p> <p>$R = 0,082 \text{ L} \cdot \text{atm} / \text{mol} \cdot \text{K}$</p> <p>$T = 27^\circ\text{C} + 273 = 300 \text{ K}$</p> <p>$\Delta n =$ selisih jumlah koefisien produk dengan reaktan $(0 - 1) \dots(1)$</p> <p>Ditanya:</p> <p>Kc...?</p> <p>Dijawab:</p> <p>Mencari Kp</p> <p>$K_p = \frac{1}{p_{\text{O}_2}}$ (Karena yang digunakan hanya zat berfasa gas saja)</p> <p>$K_p = \frac{1}{p_{\text{O}_2}} = \frac{1}{0,13} = 7,69$</p> <p>Menggunakan rumus hubungan Kc dengan Kp</p> <p>$K_p = K_c (RT)^{\Delta n} \dots(1)$</p> <p>$7,69 = K_c (0,082 \times 300)^{0-1}$</p> <p>$7,69 = K_c \frac{1}{24,6}$</p> <p>$K_c = 189,17 \dots(1)$</p> <p>Jadi harga Kc sebesar 189,17</p>	Menuliskan tahapan perhitungan nilai Kc kesetimbangan oksigen dalam darah secara lengkap dan benar	3
		Menuliskan tahapan perhitungan nilai Kc kesetimbangan oksigen dalam darah secara lengkap namun perhitungan hasil akhir salah	2
		Menuliskan tahapan perhitungan nilai Kc kesetimbangan oksigen dalam darah tetapi tidak lengkap	1
		Respon lain	0
3.	<p>Berdasarkan data tersebut, kesetimbangan akan bergeser ke arah kanan (konsentrasi $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ berkurang), ...(1) dikarenakan minuman bersoda (H_2CO_3) mengandung asam (H^+) yang dapat mengikat ion OH^- sehingga konsentrasi OH^- akan berkurang. Pergeseran tersebut menyebabkan lapisan email menipis akibatnya gigi mudah keropos. Hal ini berkaitan dengan faktor pergeseran kesetimbangan akibat penambahan konsentrasi suatu zat. ...(1) Saat minuman terlalu panas masuk ke mulut, maka akan terjadi pergeseran arah kesetimbangan kimia ke arah reaksi endoterm (ke kanan). Hal ini menyebabkan $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ berkurang, dan lapisan email gigi menipis, akibatnya gigi mudah keropos. Hal ini berkaitan dengan faktor pergeseran kesetimbangan akibat penambahan suhu. ...(1)</p>	Menentukan arah pergeseran kesetimbangan dan memberikan alasan yang menyebabkan terjadinya pergeseran kesetimbangan dengan benar	3
		<ul style="list-style-type: none"> Menentukan arah pergeseran kesetimbangan dengan benar namun alasan yang diberikan kurang tepat <p>Menentukan arah pergeseran kesetimbangan salah namun alasan yang diberikan benar</p>	2
		Hanya menuliskan satu jawaban benar dari penyelesaian butir soal	1
		Respon lain	0
4.	<p>Persamaan reaksi:</p> <p>$\text{N}_{2(\text{g})} + 3\text{H}_{2(\text{g})} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(\text{g})}$</p> <ul style="list-style-type: none"> Pengaruh perubahan tekanan: reaksi tersebut memiliki jumlah koefisien di kanan (NH_3) sebanyak 2 dan jumlah koefisien di kiri (N_2 dan H_2) sebanyak 4. Jika tekanan ditambahkan, kesetimbangan akan bergeser ke arah reaksi yang memiliki jumlah koefisien atau jumlah mol lebih kecil. Jadi kesetimbangan akan bergeser ke arah produk (kanan). Jika tekanan dikurangi, kesetimbangan akan bergeser ke arah reaksi yang memiliki jumlah 	Menjelaskan pengaruh perubahan tekanan, NH_3 dikurangi dan suhu dinaikkan dengan alasan yang benar	3
		Menjelaskan dua jawaban disertai alasan yang benar dari penyelesaian butir soal	2
		Menjelaskan satu jawaban disertai alasan yang benar dari penyelesaian butir soal	1

	<p>koefisien atau jumlah mol lebih besar. Jadi kesetimbangan akan bergeser ke arah reaktan (kiri) ... (1)</p> <ul style="list-style-type: none"> NH₃ dikurangi: maka konsentrasi amonia akan berkurang. Hal ini membuat kesetimbangan akan bergeser ke kanan untuk menaikkan konsentrasi amonia yang hilang dan reaksi akan terus berlangsung secara berulang. Sehingga amonia bertambah ... (1) Suhu dinaikkan: reaksi pembentukan NH₃ adalah eksoterm (ΔH -nya negatif). Kebalikan dari reaksi eksoterm adalah endoterm. Jika reaksi pembentukan NH₃ adalah eksoterm maka reaksi N₂ dan H₂ adalah endoterm. Dengan demikian jika suhu dinaikkan, kesetimbangan akan bergeser ke arah reaktan atau endoterm (N₂ dan H₂) karena sistem akan menyerap panas melalui reaksi N₂ dan H₂ (ΔH -nya positif) ... (1) 	Respon lain	0
5.	a. Berdasarkan tabel pembuatan amonia dengan berbagai tekanan di atas, dapat disimpulkan bahwa semakin besar tekanan yang diberikan maka hasil NH ₃ akan semakin banyak. ... (1) Hal tersebut dikarenakan kesetimbangan kimia akan bergeser ke arah kanan yaitu menuju NH ₃ . Faktor volume dan tekanan bersifat kebalikan satu sama lain. ... (1) Jika tekanan diperbesar, dan volume diperkecil maka kesetimbangan bergeser ke jumlah koefisien (jumlah mol) yang kecil, sedangkan tekanan diperkecil dan volume diperbesar maka kesetimbangan akan bergeser ke jumlah koefisien (jumlah mol) yang lebih besar. ... (1)	Menyimpulkan tabel yang disajikan dan mengaitkan konsep perubahan tekanan dan volume pada kesetimbangan kimia dengan benar	3
		<ul style="list-style-type: none"> Menyimpulkan tabel yang disajikan dengan benar namun mengaitkan konsep perubahan tekanan dan volume pada kesetimbangan kimia kurang tepat Menyimpulkan tabel yang disajikan salah namun mengaitkan konsep perubahan tekanan dan volume pada kesetimbangan kimia benar 	2
		Hanya menuliskan satu jawaban benar dari penyelesaian butir soal	1
		Respon lain	0
b. Dikeahui: Persamaan reaksi: $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ PN ₂ = 10 atm PH ₂ = 1 atm K _p = 9,0 0 x 10 ⁵ ... (1) Ditanya: P total...? Dijawab: Mencari PNH ₃ $K_p = \frac{(PNH_3)^2}{(PN_2)(PH_2)^3}$ $9,0 \times 10^5 = \frac{(PNH_3)^2}{(10)(1)^3}$ $9,0 \times 10^6 = \frac{(PNH_3)^2}{10}$	Menuliskan seluruh tahapan dalam perhitungan P _{tot} secara lengkap dan benar	3	
	Menuliskan tahapan perhitungan P _{tot} secara lengkap namun perhitungan hasil akhir salah	2	
	Menuliskan tahapan perhitungan P _{tot} tetapi tidak lengkap	1	
	Respon lain	0	

	$9,0 \times 10^6 = (PNH_3)^2$ $\sqrt{9,0 \times 10^6} = (PNH_3)$ $3000 = (PNH_3) \quad \dots(1)$ <p>Mencari Ptot Ptot = PNH₃ + PN₂ + PH₂ = 3000 + 10 + 1 = 3011 atm</p> <p>Jadi tekanan total sistem pada saat kesetimbangan sebesar 3011 atm ... (1)</p>		
c.	<p>Diketahui: Persamaan reaksi: $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ Kp = $4,6 \times 10^{-9}$ Suhu = $300^\circ C + 273 = 573 K$ R = $0,082 L \cdot atm / mol \cdot K$ $\Delta n = \text{koef kanan} - \text{koef kiri} = 2 - 4 = -2 \quad (1)$ Ditanya: Kc...? Dijawab: $Kp = Kc (RT)^{\Delta n} \quad (1)$ $4,6 \times 10^{-9} = Kc (0,082 \times 573)^{-2}$ $4,6 \times 10^{-9} = Kc \left(\frac{1}{46986}\right)^2$ $Kc = 1,0 \times 10^{-5}$ Jadi nilai tetapan kesetimbangan konsentrasinya sebesar $1,0 \times 10^{-5} \dots(1)$</p>	Menuliskan seluruh tahapan dalam perhitungan Kc secara lengkap dan benar	3
		Menuliskan tahapan perhitungan Kc secara lengkap namun perhitungan hasil akhir salah	2
		Menuliskan tahapan perhitungan Kc tetapi tidak lengkap	1
		Respon lain	0
c.	<p>Untuk mengetahui jawaban jawaban/pernyataan yang benar Anda harus menganalisis data Kp dan Kc dalam berbagai suhu pada tabel yang terdapat pada soal. Dan memperhatikan persamaan reaksi pembentukan amonia berikut: $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$</p> <p>1) "Untuk meningkatkan hasil reaksi (NH₃), maka dapat dilakukan dengan cara menaikkan suhu". Pernyataan ini tidak benar karena dari tabel terlihat semakin tinggi suhu, data Kc dan Kp-nya semakin kecil. Itu artinya reaksi bergeser ke kiri, dan NH₃ berkurang. ... (1)</p> <p>2) "Reaksi pembentukan amonia adalah reaksi eksotermis". Pernyataan ini benar karena nilai Kc dan Kp berkurang jika suhu dinaikkan, itu artinya reaksi bergeser ke endoterm. Sehingga reaksi pembentukan NH₃ merupakan reaksi eksoterm. ... (1)</p> <p>3) "Perubahan entalpi reaksi peruraian amonia berharga negatif". Pernyataan ini salah karena peruraian amonia merupakan reaksi endoterm sehingga ΔH-nya berharga positif (+). ... (1)</p> <p>4) "Produk peruraian amonia menjadi lebih besar pada suhu rendah". Pernyataan ini tidak benar karena terlihat di tabel, pada suhu rendah harga</p>	Memberikan keterangan pada 5 pernyataan dengan tepat dan memberikan alasan dengan benar	5
		Memberikan keterangan pada 4 pernyataan dengan tepat dan memberikan alasan dengan benar	4

	<p>Kc dan Kp lebih besar sehingga reaksi bergeser ke kanan. Jadi yang bertambah amonia-nya. ...(1)</p> <p>5) "Penambahan katalis akan menaikkan harga tetapan kesetimbangan." Pernyataan ini tidak benar karena katalis hanya mempercepat tercapainya kesetimbangan, katalis itu sendiri tidak ikut bereaksi dan tidak mempengaruhi harga tetapan kesetimbangan. ...(1)</p>	<p>Memberikan keterangan pada 3 pernyataan dengan tepat dan memberikan alasan dengan benar</p>	3
		<p>Memberikan keterangan pada 2 pernyataan dengan tepat dan memberikan alasan dengan benar</p>	2
		<p>Memberikan keterangan pada 1 pernyataan dengan tepat dan memberikan alasan dengan benar</p>	1
		<p>Respon lain</p>	0
6.	<p>a. Untuk mengetahui jawaban/ pernyataan yang benar Anda harus menganalisis grafik jumlah mol SO₃ terhadap waktu, dan mengevaluasi pernyataan soal yang benar.</p> <p>1) Tidak benar, dikarenakan berdasarkan grafik terlihat mol SO₃ berkurang tiap saat, dan suatu saat jumlah mol SO₃ tidak lagi berkurang atau konstan dan itu terjadi setelah menit ke-20, atau bisa dibidang setelah menit ke-20 kesetimbangan tercapai. ...(1)</p> <p>2) Tidak benar, Derajat disosiasi dapat diketahui dari perbandingan antara mol SO₃ yang terurai dengan mol SO₃ awal. Dari grafik diketahui terdapat 2 mol SO₃ awal dan 0,5 mol SO₃ saat kesetimbangan sehingga mol yang terurai adalah 1,5. Sehingga derajat disosiasinya</p> $\alpha = \frac{1,5}{2} = \frac{3}{4} \dots(1)$ <p>3) Tidak benar, karena yang jumlah molnya saat setimbang 0,5 mol adalah SO₃ ...(1)</p> <p>4) Benar, Nilai tetapan kesetimbangan (Kc) adalah perbandingan hasil kali konsentrasi produk dengan hasil kali konsentrasi reaktan dipangkatkan koefisien masing-masing pada saat setimbang</p> $2\text{SO}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ <p>m : 2 mol - -</p> <p>r : 1,5 mol 1,5 mol 0,75 mol</p> <p>s : 0,5 mol 1,5 mol 0,75 mol</p> <p>Menentukan konsentrasi tiap zat:</p> $[\text{SO}_3] = \frac{\text{mol}}{\text{v}} = \frac{0,5}{2} = 0,25 \text{ M}$ $[\text{SO}_2] = \frac{\text{mol}}{\text{v}} = \frac{1,5}{2} = 0,75 \text{ M}$ $[\text{O}_2] = \frac{\text{mol}}{\text{v}} = \frac{0,75}{2} = 0,375 \text{ M}$ <p>Menentukan nilai Kc:</p>	<p>Memberikan keterangan pada 5 pernyataan dengan tepat dan memberikan alasan dengan benar</p> <p>Memberikan keterangan pada 4 pernyataan dengan tepat dan memberikan alasan dengan benar</p> <p>Memberikan keterangan pada 3 pernyataan dengan tepat dan memberikan alasan dengan benar</p> <p>Memberikan keterangan pada 2 pernyataan dengan tepat dan memberikan alasan dengan benar</p> <p>Memberikan keterangan pada 1 pernyataan dengan tepat dan memberikan alasan dengan benar</p> <p>Respon lain</p>	5
			4
			3
			2
			1
			0

	$K_c = \frac{[SO_2]^2 [O_2]}{[SO_3]^2} \quad K_c = \frac{(\frac{1,5}{2})^2 (\frac{0,25}{2})}{(\frac{0,5}{2})^2}$ $K_c = \frac{27}{8} \quad \text{atau } 3,375 \quad \dots(1)$		
	<p>b. Membuat grafik hubungan konsentrasi dengan waktu: Konsentrasi belerang dioksida dan oksigen (produk) bertambah, sedangkan konsentrasi sulfur trioksida (reaktan) berkurang pada saat menuju kesetimbangan. Konsentrasi reaktan dan produk konstan pada saat setimbang. ... (1)</p> <p>Grafik (1)</p> 	<p>Menggambarkan grafik hubungan konsentrasi dan penjelasan yang diberikan benar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menggambarkan grafik hubungan konsentrasi dengan benar namun alasan yang diberikan salah • Menjelaskan konsentrasi (produk/reaktan) salah namun menggambarkan grafik hubungan konsentrasi dengan benar <p>Respon lain</p>	<p>2</p> <p>1</p> <p>0</p>

LAMPIRAN 13 Hasil Diskusi LKPD

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)
 Berbasis Problem Based Learnig (PBL)-
 Group Inverstigation (GI)

KESETIMBANGAN DINAMIS



Kelompok:

Calhluna Aisha (08)
 Jihan Naila (12)
 Laudza Misa (17)
 Marsha Kinan (18)
 M Dhiyauddin (20)
 Hafario Hanera (24)

Kelas XI-B

XI
SMA/MA

MUTMAINNAH
 JULIA MARDHYA
 DENNI EBIT NUGROHO

Simaklah dan analisislah reaksi kimia dalam cerita berikut ini!

Ali, Kertas dan Air

Suatu hari, Ali ditugaskan untuk melakukan eksperimen di laboratorium berkaitan dengan beberapa reaksi kimia. Eksperimen yang pertama, Ali diminta untuk membakar kertas untuk mengubah abu kertas tadi menjadi kertas namun dia mengalami kesulitan. Karena abu tersebut tetap menjadi abu. Tidak bisa menjadi kertas. Sehingga Ali menuliskan persamaan berikut di buku catatannya:



Kertas → Abu (berlangsung)

Abu → Kertas (tidak berlangsung)

Persamaan reaksi ditulis dengan satu anak panah produk/kanan (→); reaksi akan berhenti setelah salah satu atau semua reaktan habis; produk tidak dapat terurai menjadi zat-zat reaktan; dan reaksi berlangsung tuntas/berkesudahan.

Tugas kedua Ali adalah menguji air direbus dalam wadah tertutup. Saat suhu mencapai 100°C, beberapa molekul air akan menguap dengan laju v_1 . Persamaan reaksi: $H_2O_{(l)} \rightarrow H_2O_{(g)}$
 Uap yang terbentuk akan mengembun Kembali dengan laju v_2 .

Persamaan reaksi: $H_2O_{(g)} \rightarrow H_2O_{(l)}$

Kondisi awal: $v_1 > v_2$

Kondisi kesetimbangan dinamis: $v_1 = v_2$

Ali menuliskan persamaan reaksinya sebagai berikut:

$H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_2O_{(g)}$ (berlangsung)



Berdasarkan dua reaksi tersebut Ali kemudian melakukan analisis bahwa kedua reaksi tersebut memiliki sifat yang berbeda. Mari kita bantu Ali menganalisis reaksi tersebut!

Berdasarkan fenomena di atas, coba tuliskan rumusan masalah terkait reaksi kesetimbangan dinamis dalam bentuk pertanyaan!
 mengapa pada percobaan pertama produk yang dihasilkan tidak dapat diurai kembali menjadi reaktan?

Buatlah jawaban sementara atau hipotesis dari rumusan masalah di atas!

karena semua reaktan habis bereaksi sehingga reaksi berlangsung luntas / berkesudahan, hal itu dapat disebut kesetimbangan statis (satu arah)

Untuk membuktikan hipotesismu, kajiilah beberapa buku sumber dan jawablah pertanyaan berikut ini!

1. Sebagaimana yang telah kalian amati, apakah abu hasil pembakaran kertas dapat diubah menjadi kertas semula?

Jawab: Tidak

2. Peristiwa seperti itulah yang disebut sebagai reaksi *irreversibel*. Jadi berdasarkan peristiwa tersebut apakah yang disebut reaksi *irreversibel*?

Jawab:

Reaksi *irreversibel* adalah reaksi yang hanya berlangsung satu arah

3. Tuliskan kembali persamaan reaksi diatas!

Jawab:

Kertas \rightarrow Abu (berlangsung)

4. Eksperimen kedua Ali itulah yang disebut sebagai reaksi *reversibel*. Jadi, berdasarkan peristiwa tersebut apakah yang disebut reaksi *reversibel*?

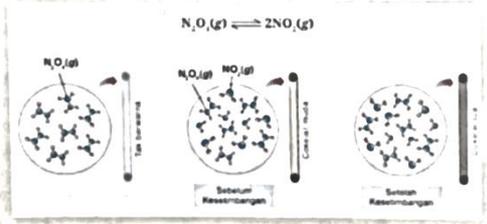
Jawab:

Reaksi *reversibel* adalah reaksi yang dapat berlangsung 2 arah

5. Bagaimanakah ciri-ciri kedua reaksi tersebut? Jelaskan!
Jawab:

- | | |
|--|---|
| <p>REAKSI IRREVERSIBEL</p> <ul style="list-style-type: none"> • berlangsung satu arah • terjadi pada sistem terbuka • produk tidak dapat kembali menjadi reaktan • laju reaksi ke kanan tdk sama dengan laju reaksi ke kiri | <p>REAKSI REVERSIBEL</p> <ul style="list-style-type: none"> • berlangsung dua arah • terjadi pada sistem tertutup. • produk dapat kembali menjadi reaktan • laju reaksi ke kanan sama dengan laju reaksi ke kiri |
|--|---|

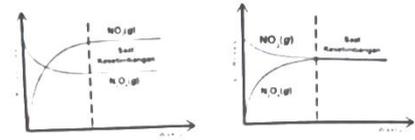
Umumnya, proses-proses alami berlangsung searah, tidak dapat balik (*irreversible*). Namun di laboratorium maupun dalam proses industri, banyak sekali reaksi yang dapat balik (*reversible*). Berikut reaksi lainnya yang dapat balik:



Dalam laboratorium, gas N_2O_4 yang tak berwarna dalam ruangan tertutup dapat terdisosiasi menjadi gas NO_2 yang berwarna cokelat bila suhu dinaikkan. Sebaliknya, jika gas NO_2 yang berwarna cokelat didinginkan, maka akan terbentuk gas N_2O_4 sehingga wadah yang semula penuh dengan gas berwarna cokelat akan menjadi tidak berwarna.

6. Persamaan reaksi disosiasi N_2O_4 dapat digabung sebagai berikut:
 $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ (berlangsung)

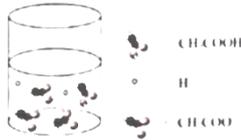
Pada suatu kondisi, ketika laju reaksi pembentukan ke arah produk sama dengan laju pembentukan ke arah reaktan maka reaksi bolak balik ini dikatakan dalam keadaan setimbang. Perhatikan gambar berikut!



Gambar di atas terdapat grafik konsentrasi vs waktu. Pada grafik terlihat bahwa seiring dengan berjalannya waktu, konsentrasi N_2O_4 semakin berkurang, sedangkan konsentrasi NO_2 semakin bertambah, namun hal tersebut tidak terus menerus terjadi, sampai pada suatu keadaan yang dalam grafik digambarkan dengan dengan keadaan konsentrasi konstan (garis mendatar) menunjukkan bahwa pada saat tersebut, konsentrasi N_2O_4 dan NO_2 adalah tetap (tidak berubah lagi), keadaan tersebut dikenal dengan keadaan setimbang. Adapun berdasarkan posisi garis dalam grafik menunjukkan konsentrasi NO_2 lebih besar dari pada N_2O_4 karena garis pada grafik NO_2 berada di atas dari pada garis N_2O_4 . Berdasarkan penjelasan tersebut, maka konsentrasi pereaksi dan hasil reaksi saat menuju keadaan setimbang dan pada saat setimbang adalah N_2O_4 berkurang dan NO_2 bertambah, sedangkan pada saat setimbang konsentrasi keduanya tetap.

Jadi, pada grafik laju reaksi vs waktu, kesetimbangan kimia terjadi ketika laju pembentukan ke arah produk sama dengan laju pembentukan ke arah reaktan. Orang kimia menyebutnya dengan kesetimbangan. Karena reaksi bisa terjadi dinamis dua arah, baik ke arah pembentukan produk maupun reaktan.

Kesetimbangan dinamis ini terbagi menjadi dua, yaitu kesetimbangan homogen dan kesetimbangan heterogen. Telah kita ketahui bahwa reaksi disosiasi N_2O_4 menjadi NO_2 dan sintesis gas N_2O_4 dari gas NO_2 yang berlangsung secara bersamaan merupakan contoh reaksi kesetimbangan. Selain itu ada cuka (asam asetat), asam lemah yang dalam larutan berair akan terurai dan membentuk kesetimbangan:
 $CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)}$



Contoh lain dari reaksi kesetimbangan adalah reaksi kesetimbangan antara hemoglobin dan oksigen dengan kompleks oksihemoglobin pada proses respirasi (pernapasan). Hemoglobin (Hb) meningkat merupakan senyawa kompleks yang terdapat pada sel darah merah yang bertugas mengikat lalu mengangkut oksigen ke seluruh bagian tubuh dan melepaskannya. Berikut reaksi kesetimbangan hemoglobin dan oksigen dengan kompleks oksihemoglobin.
 $Hb_{(aq)} + O_{2(aq)} \rightleftharpoons HbO_{2(aq)}$

Selanjutnya ada pualam (batu kapur), merupakan bagian terbesar penyusun cangkang siput. Kapur tak larut dalam air sehingga tak pernah kita jumpai seput dalam keadaan telanjang (tanpa rumah). Apabila kita panaskan batu kapur paada suhu tertentu maka akan terurai menjadi kapur tohor (CaO) dan karbondioksida (CO_2) dalam reaksi kesetimbangan.
 $CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$

The diagram shows a beaker with a lid. Inside, there are several small black dots representing molecules. Below the beaker, there are labels: $CaCO_3$ (with a dot) and Ca^{2+} (with a dot). This illustrates the dynamic equilibrium between calcium carbonate and its ions in a solution.

Berikut reaksi-reaksi terkait:

1. Kesetimbangan penyangga darah
 $H_2PO_{4(aq)} \rightleftharpoons 3H^+_{(aq)} + PO_4^{3-}_{(aq)}$
2. Kesetimbangan penyangga cairan sel (sitoplasma)
 $H_2CO_{3(aq)} \rightleftharpoons 2H^+_{(aq)} + CO_3^{2-}_{(aq)}$
3. Kesetimbangan air
 $2H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

8. Berdasarkan persamaan reaksi di atas, kelompokkanlah berbagai kesetimbangan di atas, berdasarkan fasa (wujud) dari reaktan dan produknya!

	Kelompok 1 (Fasa zat sama)	Kelompok 2 (Fasa zat berbeda)
1.	$N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$	$CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$
2.	$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)}$	$2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$
3.	$Hb_{(aq)} + O_{2(aq)} \rightleftharpoons HbO_{2(aq)}$	
4.	$H_2PO_{4(aq)} \rightleftharpoons 3H^+_{(aq)} + PO_4^{3-}_{(aq)}$	
5.	$H_2CO_{3(aq)} \rightleftharpoons 2H^+_{(aq)} + CO_3^{2-}_{(aq)}$	

7. Berdasarkan hasil pengelompokkan berbagai reaksi kesetimbangan kimia diatas, apakah perbedaan antara kelompok reaksi pertama dengan reaksi kedua?

perbedaan antara kelompok reaksi pertama dengan reaksi kedua terdapat pada fasa zat nya. pada reaksi pertama fasa zat bersifat homogen sedangkan pada ~~fasa-zat~~ reaksi kedua fasa zat bersifat heterogen.

9. Ditinjau dari fase (wujud) dari reaktan dan produknya, reaksi kesetimbangan kelompok reaksi pertama merupakan bentuk dari reaksi kesetimbangan homogen. Jadi kesetimbangan homogen adalah...

Kesetimbangan homogen adalah kesetimbangan dinamis yang dimana zat-zat dalam persamaan reaksinya mempunyai wujud yang sama.

10. Dari reaksi kesetimbangan pada kelompok reaksi kedua merupakan bentuk dari reaksi kesetimbangan heterogen. Jadi kesetimbangan heterogen adalah...

Kesetimbangan heterogen adalah kesetimbangan dinamis yang dimana zat-zat dalam persamaan reaksinya mempunyai wujud yang berbeda.

Kesimpulan: (buatlah kesimpulan untuk menjawab permasalahan di awal LKPD!)

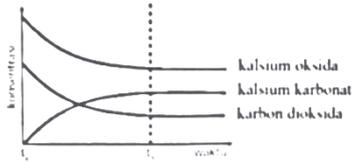
Pada percobaan pertama (membakar kertas), produk yang dihasilkan tidak dapat diuraikan kembali menjadi reaktan karena reaksi yang terjadi adalah reaksi irreversibel dan membutuhkan energi yang sangat tinggi untuk membalitkannya, yang tidak mungkin di capai dalam kondisi normal.

Reaksi irreversibel berlangsung satu arah dan terjadi pada sistem tertutup, dimana produk tidak dapat kembali menjadi reaktan dan laju reaksi ke kiri.

MENYAJIKAN HASIL

- Guru memonitor peserta didik, sebagai fasilitator jalannya diskusi kelompok
- Setelah melakukan diskusi bersama kelompok, presentasikan hasil kalian dengan percaya diri!

1. Pembentukan terumbu karang



Indonesia merupakan negara yang terkenal dengan keindahan bawah lautnya. Wilayah lautan Indonesia yang mencapai 70% ini menyimpan keindahan dan kekayaan terumbu karang. Diperkirakan luas terumbu karang yang terdapat di perairan Indonesia adalah lebih dari 60.000 Km², yang tersebar luas dari perairan Kawasan Barat Indonesia sampai Kawasan Timur Indonesia. Terumbu karang merupakan kumpulan koral. Koral ialah makhluk hidup di air yang dilapisi oleh karang. Karang ini terbentuk melalui hasil reaksi antara ion kalsium pada kalsium oksida dan gas karbon dioksida. Reaksi tersebut menghasilkan garam kalsium karbonat. Koral yang terbentuk dapat larut kembali karena adanya perubahan suhu dan kadar karbon dioksida di udara. Namun, dalam kehidupan sehari-hari tidak semua reaksi kimia yang zat-hasil reaksinya dapat bereaksi kembali menjadi pereaksi.

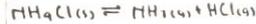
- a. Berdasarkan analisismu terhadap fenomena yang disajikan, bagaimana reaksi kesetimbangan dinamis pada terumbu karang? bagaimana definisi kesetimbangan dinamis menurut Anda? Analisislah mengapa reaksi tersebut dikatakan setimbang!

- b. Perhatikan grafik perubahan konsentrasi terhadap waktu di atas, berdasarkan grafik tersebut, bagaimana konsentrasi pereaksi dan hasil reaksi saat menuju keadaan setimbang dan pada saat setimbang?
- c. Berdasarkan reaksi kesetimbangan kimia pada terumbu karang, analisislah reaksi tersebut termasuk reaksi homogen atau heterogen? Mengapa? jelaskan contoh lain mengenai reaksi kesetimbangan homogen dan heterogen!

Jawab

- a. Reaksi kesetimbangan merupakan laju reaksi ke kanan / ke arah hasil reaksi (ke arah kalsium karbonat) sama dengan laju reaksi ke kiri / ke arah reaktan (ke arah kalsium oksida dan gas karbondioksida) dan terjadi secara terus menerus (reaksi tetap berlangsung) tetapi tidak ada perubahan yang diamati.
Kesetimbangan dikatakan setimbang karena konsentrasi kalsium oksida dan karbondioksida (reaktan) berkurang, sedangkan konsentrasi kalsium karbonat (produk) bertambah pada saat menuju kesetimbangan. Dimana nantinya CaCO_3 dapat kembali membentuk CaO dan CO_2
Reaksi kesetimbangan : $\text{CaO(aq)} + \text{CO}_2(g) \rightleftharpoons \text{CaCO}_3(s)$
- b. Saat menuju keadaan setimbang, konsentrasi pereaksi (kalsium oksida & karbon dioksida) menurun dan hasil reaksi (kalsium karbonat) semakin tinggi, dan pada saat setimbang konsentrasi kalsium oksida, karbon dioksida dan kalsium karbonat tidak berubah
- c. $\text{CaCO}_3(s) \rightleftharpoons \text{CaO(s)} + \text{CO}_2(g)$
Reaksi kesetimbangan pada terumbu karang termasuk reaksi heterogen karena dalam unsur-unsur di dalam reaksi tersebut memiliki fasa yang berbeda yaitu solid dan gas.

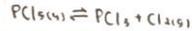
contoh lainnya yaitu:



sedangkan,

reaksi homogen adalah reaksi yang unsur-unsur di dalamnya memiliki fase yang sama

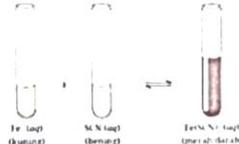
contoh:



yang ketika sebuah reaksi dalam arah yang berlawanan jika apabila pada suatu sistem terganggu dari luar, maka sistem akan bergeser dan membentuk kesetimbangan kimia juga terjadi. Contohnya pada pengaturan

perubahan dalam siklus oksigen dalam tubuh, dan pada proses fotosintesis. Seorang siswa mengetahui bahwa salah satu syarat mencapai kondisi setimbang harus berada dalam sistem tertutup. Percobaan yang dilakukan mengenai pengaruh konsentrasi terhadap pergeseran kesetimbangan.

Pertama, siswa tersebut mencampurkan Fe^{3+} dalam larutan FeCl_3 dengan SCN^- dalam larutan KSCN . Reaksinya adalah sebagai berikut:



Berdasarkan analisismu terhadap percobaan tersebut, bagaimana definisi sistem tertutup menurut Anda? Mengapa reaksi tersebut dapat terjadi?

Sistem tertutup merupakan sistem yang memungkinkan terjadinya pertukaran energi saja tidak dengan materi. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, reaksi tersebut dapat terjadi karena reaksinya dilakukan dalam sistem tertutup yang merupakan salah satu syarat untuk terjadi kesetimbangan dinamis.

3. Perhatikan reaksi berikut ini: $\text{C}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{(g)} + \text{H}_{2(g)}$

Pada saat setimbang, ada beberapa kemungkinan yang terjadi dilihat dari konsentrasi pereaksi atau hasil reaksi. Pada reaksi tersebut ada tiga kemungkinan yang terjadi seperti penjelasan berikut:

Kemungkinan I

- ❖ Mula-mula konsentrasi A dan B harganya tertentu, kemudian berkurang sampai tidak ada perubahan
- ❖ Konsentrasi C dan D dari nol bertambah terus sampai tidak ada perubahan
- ❖ Pada saat setimbang, konsentrasi C dan D lebih besar daripada A dan B

Kemungkinan II

- ❖ Perubahan konsentrasi A dan B menjadi C dan D sama seperti kemungkinan I
- ❖ Pada saat setimbang, konsentrasi C dan D lebih kecil daripada A dan B

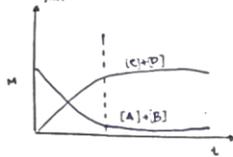
Kemungkinan III

- ❖ Perubahan konsentrasi A dan B menjadi C dan D sama seperti kemungkinan I dan II, tetapi pada saat setimbang konsentrasi A dan B sama dengan konsentrasi C dan D.

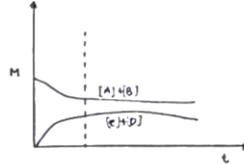
Buatlah sebuah grafik dari ketiga kondisi dari ketiga kemungkinan kesetimbangan tersebut sesuai dengan pemahaman Anda! Apa yang dapat Anda pahami dari ketiga grafik tersebut?

Selamat Mengerjakan!!!

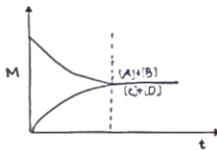
Kemungkinan I
grafik



Kemungkinan II
grafik



Kemungkinan III
grafik



Dari ketiga grafik tersebut, kami memahami bahwasannya pada kemungkinan I, II, dan III reaksi dan produk akan terlihat konstan saat kesetimbangan.

LAMPIRAN 14 Foto Jawaban Peserta Didik

(Pagarini Manero M. S / 24 / XI - B)

31

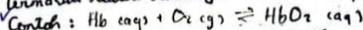
80

1. a) $\text{CaO(s)} + \text{CO}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3\text{(s)}$, Kesetimbangan dinamis adalah kesetimbangan yang kalau dilihat secara mikroskopis terjadi serasi terus-menerus / berkesinambungan dan konstanta kesetimbangan serta produksi tidak berubah (terjadi di sistem tertutup).

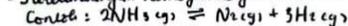
Setimbang:

- Laju reaksi ke kiri sama dengan laju reaksi ke kanan
- Reaksi terjadi 2 arah (reversible)
- Terdapat tanda " \rightleftharpoons "

- b) Terjadi reaksi heterogen karena terdapat fase zat yang berbeda yaitu solid dan gas.



- Kesetimbangan homogen terjadi ketika unsur-unsur dalam reaksi memiliki fase zat yang sama.



2. a) $\text{Hb(aq)} + \text{O}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{HbO}_2\text{(aq)}$

$$K_c = \frac{[\text{HbO}_2]}{[\text{Hb}][\text{O}_2]}$$

↳ Tetapan kesetimbangan konsentrasi hanya memengaruhi jenis fase zat larutan dan gas. Jadi fase zat solid dan liquid tidak perlu dihitung.

$$b) K_p = K_c (\text{AT})^{\Delta n}$$

$$\frac{K_p}{(\text{AT})^{\Delta n}} = K_c$$

$$\left. \begin{aligned} \bullet K_p &= \frac{1}{\text{PO}_2} = \frac{1}{0,13} \\ \bullet (\text{AT})^{\Delta n} &= (0,082 \cdot (27+273))^{-1} \\ &= (0,082 \cdot 300)^{-1} \\ &= 24,6 \end{aligned} \right\}$$

$$K_c = \frac{K_p}{(\text{AT})^{\Delta n}}$$

$$= \frac{1}{0,13} \cdot 24,6$$

$$= 189,23$$

3. $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH(s)} \rightleftharpoons 5\text{Ca}^{2+}\text{(aq)} + 3\text{PO}_4^{3-}\text{(aq)} + \text{OH}^-\text{(aq)}$

- Minuman beresida $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ akan mengikat Ca^{2+} sehingga konsentrasinya berkurang dan bergerak ke arah kanan.
- Minuman panas (menaikkan suhu) akan mengalihkan bergerak ke arah endoterm dan reaksi akan bergerak ke arah kanan.

4. $\text{N}_2\text{(g)} + 3\text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_3\text{(g)}$

- Tekanan
 - a) Jika tekanan diperbesar, kesetimbangan akan bergerak ke kanan (kecimpisan kecil)
 - b) Jika tekanan diperkecil, kesetimbangan akan bergerak ke kiri (kecimpisan besar)
- NH_3 dikurangi
Jika konsentrasi NH_3 dikurangi, kesetimbangan akan bergerak ke arah yang dikurangi yaitu kanan.
- Suhu dinaikkan
Jika suhu dinaikkan, kesetimbangan akan bergerak ke arah endoterm yang mana pada kasus ini akan bergerak ke arah kiri sehingga NH_3 yang dihasilkan lebih sedikit.

5. a) semakin besar tekanan yang diberikan, semakin banyak pula hasil yang didapatkan dan kesetimbangan akan bergeser ke kanan [arah NH_3] \rightarrow koefisien kecil. Begitu juga dengan volume, jika diturunkan akan bergeser ke koef. kecil \leftarrow

$P \uparrow V \downarrow =$ ke arah koef. kecil

$$b) K_p = \frac{(P_{\text{NH}_3})^2}{(P_{\text{N}_2})(P_{\text{H}_2})^3} \quad \left\{ \begin{array}{l} (P_{\text{NH}_3})^2 = 9 \times 10^5 (10) \\ P_{\text{NH}_3} = \sqrt{9 \times 10^6} \\ = 3.000 \\ P_{\text{total}} = 3.000 + 10 + 1 \\ = 3.011 \text{ atm} \end{array} \right.$$

$$9 \times 10^5 = \frac{(P_{\text{NH}_3})^2}{(10)(1)^3}$$

c) $K_p = 4,6 \times 10^{-9}$

$$K_c = \frac{K_p}{(P_1)^{\Delta n}} \rightarrow \frac{4,6 \times 10^{-9}}{(10,082 \cdot 1500 + 173)^{-1}} \rightarrow \frac{4,6 \times 10^{-9}}{(46.986)^{-1}} \rightarrow 4,6 \times 46,986 = 216,1356 \times 10^{-7} \Rightarrow 2,16 \times 10^{-7}$$

- d) ① Salah, harusnya dengan naiknya suhu hasil NH_3 akan lebih kecil karena bergeser ke kiri
 ② Benar
 ③ Benar, karena eksoterm $\Delta H = -$
 ④ Benar, jika suhu diturunkan akan lebih banyak NH_3 karena bergeser ke kanan
 ⑤ Salah, katalis akan mempercepat kesetimbangan tidak menaibkan harga tetapan kesetimbangan

6. a) ① Salah \rightarrow kesetimbangan terjadi di menit 20 \checkmark

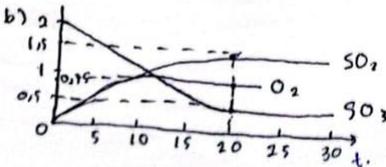
② Salah
 $d = \frac{2-0,5}{2} \rightarrow \frac{1,5}{2} \rightarrow \frac{3}{4} \checkmark$

- ③ Benar
 ④ Benar

$$K_c = \frac{[\text{SO}_2]^2 [\text{O}_2]}{[\text{SO}_3]^2} = \frac{[1,5/2]^2 \cdot 0,75/2}{(0,5/2)^2}$$

$$= \frac{(\frac{3}{2})^2 (\frac{3}{4})}{(\frac{1}{2})^2} \rightarrow \frac{(\frac{3}{2})^2 \cdot (\frac{3}{4})}{(\frac{1}{2})^2} \rightarrow \frac{\frac{3}{15} \cdot \frac{3}{8}}{\frac{1}{15}} \rightarrow \frac{27}{8} \checkmark$$

⑤ Salah \checkmark
 sebelum menit 20, laju reaksi ke kanan > laju reaksi ke kiri



LAMPIRAN 15 Nilai *Pre-test* dan *Post-test* Kelas Eksperimen dan Kontrol

No.	Kelas Eksperimen		Kelas Kontrol	
	<i>Pre-test</i>	<i>Post-test</i>	<i>Pre-test</i>	<i>Post-test</i>
1	36	72	18	44
2	21	77	21	67
3	39	74	18	44
4	21	80	18	46
5	23	72	38	77
6	23	64	26	62
7	41	72	36	64
8	15	80	31	62
9	28	67	26	69
10	10	85	31	69
11	21	72	15	64
12	23	67	26	64
13	28	74	23	44
14	28	74	18	46
15	28	69	31	74
16	41	85	15	59
17	46	95	18	64
18	23	74	36	87
19	21	80	21	67
20	28	64	10	64
21	44	80	13	64
22	18	69	26	64
23	33	80	23	74
24	31	72	18	59
25	21	80	21	51
26	23	62	15	56
27	21	59	18	74
28	21	77	21	56
29	13	62	31	67
30	23	80	28	59
31	10	72	28	85
32	31	80	26	36

LAMPIRAN 16 Uji Normalitas Populasi**Tests of Normality**

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Kelas_XI_A	.944	32	.096
Kelas_XI_B	.941	32	.079
Kelas_XI_C	.949	32	.139
Kelas_XI_D	.943	32	.089
Kelas_XI_I	.954	32	.187
Kelas_XI_K	.943	32	.090

LAMPIRAN 17 Uji Homogenitas Populasi**Test of Homogeneity of Variances**

Belajar_Kimia

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.552	5	186	.176

LAMPIRAN 18 Uji Normalitas *Pre-test***Tests of Normality**

		Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.
Kemampuan Literasi Sains	Pretes_Eksperimen	.943	32	.091
	Pretest_Kontrol	.962	32	.307

LAMPIRAN 19 Uji Homogenitas *Pre-test***Test of Homogeneity of Variances**

Pretest

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.497	1	62	.226

LAMPIRAN 20 Uji Normalitas *Post-test***Tests of Normality**

		Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.
Kemampuan Literasi Sains	Posttest_Eksperimen	.963	32	.326
	Posttest_Kontrol	.963	32	.324

LAMPIRAN 21 Uji Homogenitas *Post-test***Test of Homogeneity of Variances**

Posttest

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.373	1	62	.071

LAMPIRAN 22 Uji t Pihak Kanan

NILAI <i>POSTTEST</i>	
EKSPERIMEN	KONTROL
72	44
77	67
74	44
80	46
72	77
64	62
72	64
80	62
67	69
85	69
72	64
67	64
74	44
74	46
69	74
85	59
95	64
74	87
80	67
64	64
80	64
69	64
80	74
72	59
80	51
62	56
59	74

	77	56
	62	67
	80	59
	72	85
	80	36
Jumlah	2370	1982
n	32	32
Rata-rata	74.06	61.94
Varians (S²)	60.448	141.673
Standar Deviasi	7.775	11.903
dk	n ₁ + n ₂ - 2 = 62	

$$\begin{aligned}\bar{X}_1 - \bar{X}_2 & : 12.13 \\ (n_1 - 1)S_1^2 & : 1873.88 \\ (n_2 - 1)S_2^2 & : 4391.88 \\ \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right) & : 0.0625\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} & : 101.0604839 \\ \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right) & : 6.316280242 \\ \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)} & : 2.513221089 \\ t & : 4.824486016 \\ t_{\text{tabel}} & : 1.669\end{aligned}$$

$t \geq t_{\text{tabel}}$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima
artinya rata-rata kelas eksperimen lebih tinggi dibanding kelas kontrol

LAMPIRAN 23 Uji N-Gain

Descriptives

	Kelas		Statistic	Std. Error	
N_Gain Persen	Kelas Eksperimen	Mean	64.87	1.807	
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	61.18	
			Upper Bound	68.56	
		5% Trimmed Mean	64.48		
		Median	64.09		
		Variance	104.539		
		Std. Deviation	10.224		
		Minimum	48		
		Maximum	91		
		Range	43		
		Interquartile Range	17		
		Skewness	.392	.414	
		Kurtosis	-.172	.809	
			Kelas Kontrol	Mean	50.64
95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound			45.44	
	Upper Bound			55.85	

5% Trimmed Mean	50.82	
Median	51.56	
Variance	208.329	
Std. Deviation	14.434	
Minimum	14	
Maximum	80	
Range	66	
Interquartile Range	15	
Skewness	-.299	.414
Kurtosis	.506	.809

LAMPIRAN 24 Interpretasi Tingkat Literasi Sains

Kelas Eksperimen

No	Kelas	Nomor Soal												Jumlah Skor	Skor Akhir	Kategori
		1a	1b	2a	2b	3	4	5a	5b	5c	5d	6a	6b			
1	XI B	2	2	3	3	2	3	3	2	2	1	4	1	28	72	baik
2	XI B	3	3	2	3	1	3	1	3	3	4	3	1	30	77	mahir
3	XI B	3	3	3	2	2	3	3	2	2	1	4	1	29	74	baik
4	XI B	3	3	3	3	3	3	2	3	2		5	1	31	80	mahir
5	XI B	3	2	3	2	2	3	3	2	2		5	1	28	72	baik
6	XI B	3	2	2	3	3	3	3	2	3		1		25	64	baik
7	XI B	2	3	3	2	3	1	3	2	2	1	5	1	28	72	baik
8	XI B	3	3	3	2	2	3	3	2	2	2	5	1	31	80	mahir
9	XI B	2	2	3	2	2	3	2	2	2		4	2	26	67	baik
10	XI B	1	3	3	3	3	3	3	2	2	4	5	1	33	85	mahir
11	XI B	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	2	1	28	72	baik
12	XI B	1	1	2	2	2	3	2	2	2	3	4	2	26	67	baik
13	XI B	3	3	3	2	2	3	3	2	2	1	4	1	29	74	baik

14	XI B	2	3	3	2	2	3	3	2	2	1	5	1	29	74	baik
15	XI B	2	2	3	3	3	3	3	2	2		3	1	27	69	baik
16	XI B	3	3	3	3	3	3	3	3	3		5	1	33	85	mahir
17	XI B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	5	1	37	95	mahir
18	XI B	3	2	3	2	2	3	3	2	2	1	5	1	29	74	baik
19	XI B	3	3	3	3	3	3	3	2	2		5	1	31	80	mahir
20	XI B	3	2	3	3	2	3		2	3	1	2	1	25	64	baik
21	XI B	3	3	3	2	2	3	3	2	2	3	4	1	31	80	mahir
22	XI B	3	2	3	2	2	1	3	2	2	1	5	1	27	69	baik
23	XI B	2	3	3	2	2	3	3	1	2	4	5	1	31	80	mahir
24	XI B	2	3	3	3	2	3	3	2	2		4	1	28	72	baik
25	XI B	3	3	3	2	2	3	3	2	3	1	5	1	31	80	mahir
26	XI B	3	3	3	3	3	3	1			1	4		24	62	baik
27	XI B	2	2	3	3	1	3	2		1	4	1	1	23	59	baik
28	XI B	3	3	3	3	2	3	3	2	2		5	1	30	77	mahir
29	XI B	3	2	3	3	2	3	3	2	2	1			24	62	baik
30	XI B	2	2	3	3	3	3	3	3	3		5	1	31	80	mahir

31	XI B	3	2	3	2	2	3	3	2	2		5	1	28	72	baik
32	XI B	3	3	3	3	3	3	3	2	3		5		31	80	mahir

Kategori	Jumlah	Persentase
Intervensi khusus	-	-
Minimal	-	-
Baik	19	59,38%
Mahir	13	40,62%

Kelas Kontrol

No.	Kelas	Nomor Soal												Jumlah Skor	Skor Akhir	Kategori
		1a	1b	2a	2b	3	4	5a	5b	5c	5d	6a	6b			
1	XI A	2	2	1	1		1	3	2	2	2	1		17	44	minimal
2	XI A	2	2	3	3	1	1	1	2	3	3	5		26	67	baik
3	XI A	2	2	2	2	2	2	3	1	1				17	44	minimal
4	XI A	3	2	1	3		1	2	2	2		2		18	46	minimal
5	XI A	3	3	3	3	1	3	3	2	2	2	4	1	30	77	mahir
6	XI A	3	3	3	3	2	3	3	2			1	1	24	62	baik

7	XI A	2	2	2	3	1	3	1	3	3		3	2	25	64	baik
8	XI A	2	3	2	2	1	2	1	2	3	2	4		24	62	baik
9	XI A	3	1	3	3	2	3	2	3	3		4		27	69	baik
10	XI A	2	3	3	3	1	1	2	3	3	2	4		27	69	baik
11	XI A	1	3	3	3	3	3	3	2	2	1	1		25	64	baik
12	XI A	2	3	3	3	1	1	2	2	2	1	5		25	64	baik
13	XI A	1	1	2	2	1	2	1	3	2	1	1		17	44	minimal
14	XI A	2	3	3	2		3		3	2				18	46	minimal
15	XI A	2	3	1	3	2	2	2	3	3	2	5	1	29	74	baik
16	XI A	3	2	2	2		3	2	3	2	2	2		23	59	baik
17	XI A	2	2	3	2	2	3	1	3	2		4	1	25	64	baik
18	XI A	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	5	1	34	87	mahir
19	XI A	3	2	2	2		3	3	1	3	2	3	2	26	67	baik
20	XI A	3	3	2	2		3	3	2	2	3		2	25	64	baik
21	XI A	2	2	3	3	2	3		3	3	2	2		25	64	baik

22	XI A	2	3	3	3	1	3	3	2	1	2	1	1	25	64	baik
23	XI A	2	3	3	2	2	3	3	2	2	1	5	1	29	74	baik
24	XI A	2	3	2	1	2	2	2	2	3	1	3		23	59	baik
25	XI A	2	2	1	2		2	2	3	3	2	1		20	51	baik
26	XI A	2	3	3	3		3	3	2	3				22	56	baik
27	XI A	2	3	3	3	2	3	2	3	3		4	1	29	74	baik
28	XI A	3	3		3			3	3	3	2	2		22	56	baik
29	XI A	1	3	3	3	2	1	2	2	3	1	5		26	67	baik
30	XI A		2	2	3	2	1	3	3	3		3	1	23	59	baik
31	XI A	2	3	3	3	2	2	3	3	3	4	4	1	33	85	mahir
32	XI A	1	2	3		1	3	1		1	1		1	14	36	minimal

Kategori	Jumlah	Persentase
Intervensi khusus	-	-
Minimal	6	18,75%
Baik	23	71,87%
Mahir	3	9,38

LAMPIRAN 25 Surat Permohonan Izin Riset Cabang Dinas Pendidikan Wilayah XIII



**PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
CABANG DINAS PENDIDIKAN WILAYAH XIII**

Jalan Soekarno-Hatta No.99 Kelurahan Bugangin Kendal 51314 Telp. (0294) 3691319
Surat Elektronik : cabdin.xiii@gmail.com

SURAT REKOMENDASI

Nomor : 544.2/I417 /III/2024

Menunjuk surat dari Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang Nomor : B.1496/Un.10.8/K/SP.01.08/03/2024, tanggal 04 Maret 2024, perihal Permohonan Izin Penelitian, a.n. :

Nama : **Mutmainnah**
NIM : 2008076071
Program Studi : Sains dan Teknologi/ Pendidikan Kimia
Judul Penelitian : Efektivitas Model Pembelajaran Problem Based Learning- Group Investigation (PBL-GI) Terhadap Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik pada Materi Kesetimbangan Kimia.
Dosen Pembimbing : 1. Julia Mardhiya, M.Pd
2. Denny Ebit Nugroho, S.Si., M.Pd.
Tanggal Penelitian : 25 Maret 2024 s.d. 26 April 2024
Tempat Penelitian : SMA Negeri 1 Kendal

Pada dasarnya kami sangat mengapresiasi dan memberikan rekomendasi untuk kegiatan tersebut, dengan catatan :

1. Melaksanakan Penelitian dengan sungguh-sungguh dan mengikuti prosedur yang ada;
2. Kegiatan Penelitian memperhatikan protocol Kesehatan sesuai standar yang berlaku;
3. Kegiatan Penelitian bermanfaat untuk proses belajar mengajar di sekolah;
4. Melaporkan hasil kegiatan Penelitian ke Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Provinsi Jawa Tengah dan Cabang Dinas Pendidikan Wilayah XIII.

Demikian rekomendasi ini kami buat, untuk di pedomani dalam pelaksanaannya.

Kendal, 4 Maret 2024
a.n. KEPALA CABANG DINAS PENDIDIKAN

Wilayah XIII
Kepala Sub-Bidang Tata Usaha



ARIF NUGROHO, S.I.P.
D/5/Benda/TK.1

NIP. 19841106 201001 1 023

Tembusan, Kepada Yth. :

1. Kepala Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Provinsi Jawa Tengah (sebagai laporan);
2. Pengawas Sekolah Menengah dan Khusus.

LAMPIRAN 26 Surat Permohonan Izin Riset di SMAN 1 Kendal



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 Web : <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.1496/Un.10.8/K/SP.01.08/03/2024 04 Maret 2024
Lamp : Proposal Skripsi
Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.
Kepala Sekolah SMA Negeri 1 Kendal
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Nama : Mutmainnah
NIM : 2008076071
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Kimia
Judul Penelitian : EFEKTIVITAS MODEL PEMBELAJARAN PROBLEM BASED LEARNING-GROUP INVESTIGATION (PBL-GI) TERHADAP KEMAMPUAN LITERASI SAINS PESERTA DIDIK PADA MATERI KESETIMBANGAN KIMIA.

Dosen Pembimbing : 1. JULIA MARDHIYA, M.Pd
2. DENNY EBIT NUGROHO, S.Si., 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 25 Maret s/d 26 April 2024.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

A.n. Dekan
Kabag. TU
Muh. Kharis, SH, M.H
19691017 199403 1 002

Tembusan Yth.

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

LAMPIRAN 27 Surat Keterangan Penelitian



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
SEKOLAH MENENGAH ATAS NEGERI 1 KENDAL
Jalan Soekarno Hatta, Patebon, Kabupaten Kendal Kode Pos 51351 Telepon 0294-381136
Faksimile 0294-381136 Surat Elektronik sma1kdl@gmail.com

SURAT KETERANGAN

Nomor : 423/392

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: YUNIASIH, S.Pd., M.Pd
NIP	: 19640622 198703 2 007
Pangkat / Gol.Ruang	: Pembina Utama Muda IV/c
Jabatan	: Kepala SMA Negeri 1 Kendal

Menerangkan bahwa :

Nama	: MUTMAINNAH
NIM	: 2008076071
Program Studi	: Pendidikan Kimia / S1
Perguruan Tinggi	: UIN Walisongo Semarang

Telah mengadakan penelitian di SMA Negeri 1 Kendal dalam rangka penyusunan Skripsi dengan Judul "EFEKTIVITAS MODEL PEMBELAJARAN PROBLEM BASED LEARNING – GROUP INVESTIGATION (PBL-GI) TERHADAP KEMAMPUAN LITERASI SAINS PESERTA DIDIK PADA MATERI KESETIMBANGAN KIMIA", Pada tanggal 1 April s.d 15 Mei 2024.

Demikian surat keterangan ini kami buat dengan sebenarnya dan dapat dipergunakan seperlunya.

Kendal, 15 Mei 2024

PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
SEKOLAH MENENGAH ATAS NEGERI 1 KENDAL

YUNIASIH, S.Pd., M.Pd
Pembina Utama Muda
NIP. 19640622 198703 2 007

LAMPIRAN 28 Dokumentasi

Pre-test kelas eksperimen dan kontrol



Pertemuan ke- 2 kelas eksperimen dan kontrol



Pertemuan ke-3 kelas eksperimen dan kontrol



Posttest kelas eksperimen dan kontrol

LAMPIRAN 29 Riwayat Hidup**RIWAYAT HIDUP****A. Identitas Diri**

1. Nama lengkap : Mutmainnah
2. Tempat & Tgl. Lahir : Rembang, 18 Juni 2001
3. Alamat Rumah : Desa Babadan RT.02 RW.01
Kecamatan Kaliori
Kabupaten Rembang
Jawa Tengah
4. Hp : 0895385479192
5. E-mail : mutmainna196@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal
 - a. TK Handayani Babadan lulus tahun 2007
 - b. SD Negeri 1 Babadan lulus tahun 2013
 - c. SMP Negeri 1 Rembang lulus tahun 2016
 - d. SMA Negeri 2 Rembang lulus tahun 2019

Semarang, 12 Juni 2024

Mutmainnah
2008076071