

**pengaruh model *problem based learning-stem* pada
materi kesetimbangan kimia terhadap keterampilan
berpikir kritis peserta didik**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana (S-1)**



Oleh:

Riska Rahmawati (2008076079)

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

**PENGARUH MODEL *PROBLEM BASED LEARNING-STEM* PADA MATERI KESETIMBANGAN KIMIA
TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS
PESERTA DIDIK**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana (S-1)



Oleh:

Riska Rahmawati (2008076079)

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

PERNYATAAN KEASLIAN

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Riska Rahmawati

NIM : 2008076079

Program Studi : Pendidikan Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**Pengaruh Model *Problem Based Learning-STEM* Pada
Materi Keseimbangan Kimia Terhadap Keterampilan
Berpikir Kritis Peserta Didik**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian atau karya saya sendiri, kecuali bagian lain yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 13 Mei 2024

Pembuat Pernyataan



Riska Rahmawati

NIM 2008076079

LEMBAR PENGESAHAN



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

Jln. Prof. Dr. Hamka Kampus III Ngaliyan Semarang Telp. 7601295 Fax. 7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul Skripsi : *Pengaruh Model Problem Based Learning-STEM Pada Materi
Keseimbangan Kimia Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis
Peserta Didik*

Nama : Riska Rahmawati

NIM : 2008076079

Program Studi : Pendidikan Kimia

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

Semarang, 20 Mei 2024

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang/Penguji

Teguh Wibowo, M. Pd

NIP. 198611102019031011

Sekretaris Sidang/Penguji

Deni Ebit Nugroho, M. Pd

NIP. 198507202019031007

Penguji Utama I

Dr. Sri Mulyanti, M. Pd

NIP. 198702102019032012



Penguji Utama II

Lis Setiyo Ningrum, M. Pd

NIP. 199308182019032029

Pembimbing

Teguh Wibowo, M. Pd

NIP. 198611102019031011

NOTA DINAS

NOTA DINAS

Semarang, 07 Mei 2024

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

Assalamualaikum Wr. Wb

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

Judul : **Pengaruh Model *Problem Based Learning-STEM* Pada Materi Kesetimbangan Kimia Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik**

Nama : Riska Rahmawati

NIM : 2008076079

Program Studi : Pendidikan Kimia

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diajukan dalam sidang *munaqosyah*.

Wassalamualaikum Wr. Wb

Dosen Pembimbing



Teguh Wibowo, M. Pd

NIP. 198611102019031011

ABSTRAK

Penelitian ini didasarkan pada rendahnya keterampilan berpikir kritis peserta didik kelas XI SMA Negeri 12 Semarang khususnya pada materi kesetimbangan kimia. Penelitian ini dilakukan karena pembelajaran metode *teacher centered* sehingga keterampilan berpikir kritis peserta didik tidak terbangun. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model *problem based learning* dengan pendekatan STEM pada materi kesetimbangan kimia terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan jenis penelitian *quasi eksperiment* berdesain *non-equivalent control group design* dengan teknik pengambilan sampel yaitu *cluster random sampling*. Sampel yang digunakan penelitian adalah peserta didik kelas XI F.7 sebagai kelas kontrol dan peserta didik kelas XI F.8 sebagai kelas eksperimen. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan instrumen tes, observasi, wawancara, angket dan dokumentasi. Data penelitian didapatkan melalui hasil *pre-test* dan *post-test* kelas kontrol dan kelas eksperimen yang selanjutnya dianalisis dengan menggunakan uji t. berdasarkan analisis data tahap akhir diperoleh hasil uji hipotesis menggunakan uji *independent sample t-test* pada data *post-test* yang menunjukkan nilai signifikansi (2-tailed) sebesar 0,000 dengan taraf signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$). Nilai signifikansi $0,000 < 0,05$ maka hipotesis alternatif (H_a) diterima sedangkan hipotesis nol (H_0) ditolak. Hasil *effect size* yang didapatkan sebesar 1,0 yang menunjukkan bahwa model PBL-STEM memiliki pengaruh yang tinggi terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi kesetimbangan kimia.

Kata kunci: berpikir kritis; kesetimbangan kimia; PBL-STEM

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji Syukur tercurahkan kepada kehadiran Allah SWT atas limpahan Rahmat, hidayah, Taufiq, serta inayah-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Pengaruh Model *Problem Based Learning-STEM* Pada Materi Keseimbangan Kimia Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik” ini dengan baik dan lancar. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu tugas dan persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Program Pendidikan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

Proses penyusunan skripsi tidak lepas dari bantuan, dukungan, motivasi, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, peneliti menyampaikan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr Nizar, M. Ag selaku rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Prof. Dr. H. Musahadi, M. Ag. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang
3. Wirda Udaibah, M. Si. selaku Ketua Program studi Pendidikan Kimia Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

4. Teguh Wibowo, M. Pd. selaku Dosen Pembimbing yang telah begitu sabar meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan bimbingan serta pengarahan dalam proses penyusunan skripsi ini.
5. Nur Alawiyah, M.Pd. selaku dosen wali yang selalu memberikan nasihat, masukan serta dukungan kepada penulis.
6. Apriliana Drastisianti, M. Pd. dan Julia Mardhiya, M. Pd. Selaku validator soal yang telah memberikan kritik, masukan dan saran selama menyusun instrumen soal keterampilan berpikir kritis.
7. Segenap dosen, pegawai dan seluruh civitas akademika di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang khususnya di program studi Pendidikan kimia.
8. Sri Hartati, S. Pd. Selaku validator soal sekaligus guru mata pelajaran kimia di lingkungan SMA Negeri 12 Semarang yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian, memberikan arahan dan informasi selama proses penelitian sehingga penyusunan skripsi berjalan dengan lancar.
9. Orang tua tercinta Alm. Supar, seseorang yang biasa saya sebut sebagai Ayah dan berhasil membuat saya bangkit dari kata menyerah. Alhamdulillah kini bisa berada di tahap ini, menyelesaikan tugas akhir skripsi ini sebagaimana perwujudan terakhir Almarhum.

Terimakasih sudah mengantarkan saya berada ditempat ini, walaupun pada akhirnya saya harus berjuang sendiri tanpa engkau temani.

10. Pintu surgaku, Ibu Suparmi. Beliau sangat berperan penting dalam menyelesaikan studi penulis. Terimakasih sebesar-besarnya kepada beliau atas segala dukungan moral dan material, doa dan kasih sayang yang diberikan sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
11. Nurul Ni'mah, Muhammad Hakim Muthohar dan Putri Azzalea Az-zahra. Terimakasih telah menjadi bagian dari perjalanan hidup penulis. Mendukung, menghibur, mendengarkan keluh kesah dan memberikan semangat untuk pantang menyerah serta doa tiada henti.
12. Sahabat kecil Olit Natin Nau'mah dan Liza Lulwatun Nahla yang telah memberi motivasi, dukungan, dan semangat serta selalu setia mendengarkan curahan hati penulis dalam pengerjaan tugas akhir skripsi.
13. Sahabat terbaik Devita Purnama Sari dan Siti Dzakia Romadhoni, terimakasih atas segala dukungan dan motivasinya serta telah kebersamai selama proses penelitian, sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi.
14. Zakia Hafizhah, Raudatul Jannah, Nur Halimah, Wulan Herawati Putri, Shinta Ramadhani dan Nadia Aulawia selaku sahabat terbaik penulis yang selalu memberikan

semangat, dukungan, saran dan masukan serta tempat bertukar cerita dalam penyusunan skripsi.

15. Peserta didik kelas XI F.7 dan XI F.8 selaku subjek penelitian dalam skripsi yang telah meluangkan waktu selama proses penelitian.
16. Teman-teman Pendidikan Kimia Angkatan 2020 khususnya kelas Pendidikan Kimia D (PK-D) atas kebersamaan, kerjasama, dan dukungan yang telah diberikan.
17. Semua pihak yang telah terlibat dalam penulisan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.
18. Terakhir, diri saya sendiri. Riska Rahmawati atas segala kerja keras, semangat dan telah berjuang sampai saat ini, terimakasih sudah kuat menghadapi tantangan dan rintangan dengan ketabahan, sabar dan ikhtiar.

Semarang, 13 Mei 2024
Pembuat Pernyataan

Riska Rahmawati
NIM 2008076079

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
NOTA DINAS.....	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	7
C. Batasan Masalah.....	7
D. Rumusan Masalah	8
E. Tujuan Penelitian.....	8
F. Manfaat Penelitian	8
BAB II LANDASAN PUSTAKA	10
A. Kajian Teori	10
B. Kajian Penelitian yang Relevan.....	32
C. Kerangka Berpikir	34
D. Hipotesis Penelitian.....	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	36
A. Jenis Penelitian	36
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	37
C. Populasi dan Sampel Penelitian	37

D. Definisi Operasional Variabel	38
E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data	39
F. Validitas dan Reliabilitas Instrumen	42
G. Teknik Analisis Data.....	47
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	50
A. Deskripsi Hasil Penelitian.....	50
B. Hasil Analisis Data dan Uji Hipotesis	67
C. Pembahasan	69
D. Keterbatasan Penelitian	80
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	81
A. Simpulan	81
B. Implikasi	81
C. Saran	82
DAFTAR PUSTAKA	83
LAMPIRAN	92

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 2. 1	Sintaks Model PBL	12
Tabel 2. 2	Aspek Pendekatan STEM	16
Tabel 2. 3	Sintaks PBL-STEM	21
Tabel 2. 4	Indikator Berpikir Kritis	25
Tabel 3. 1	<i>Non-Equivalent Control Group Design</i>	36
Tabel 3. 2	Koefisien Korelasi <i>Product Moment</i>	44
Tabel 3. 3	Kategori Reliabilitas Butir Soal	45
Tabel 3. 4	Kriteria Tingkat Kesukaran	46
Tabel 3. 5	Kriteria Indeks Daya Pembeda	47
Tabel 3. 6	Kategori <i>Effect Size</i>	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2. 1	Hubungan Konseptual PBL-STEM	20
Gambar 2. 2	Kerangka Berpikir	34
Gambar 4. 1	Presentase Keterampilan Berpikir Kritis	72
Gambar 4. 2	Jawaban Indikator <i>Reason</i>	73
Gambar 4. 3	Jawaban Indikator <i>Situation</i>	75
Gambar 4. 4	Jawaban Indikator <i>Inference</i>	76
Gambar 4. 5	Jawaban Indikator <i>Clarity</i>	77
Gambar 4. 6	Rata-Rata Nilai <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i>	78

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
lampiran 1	Kisi-Kisi Wawancara dengan Guru Kimia 93
Lampiran 2	Hasil Wawancara dengan Guru Kimia 94
Lampiran 3	Lembar Angket Peserta Didik 96
Lampiran 4	Hasil Responsi Angket Peserta Didik 100
Lampiran 5	Modul Ajar Materi Keseimbangan Kimia 112
Lampiran 6	Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) 132
Lampiran 7	Dokumentasi Jawaban LKPD 151
Lampiran 8	Instrumen Soal Berpikir Kritis 162
Lampiran 9	Lembar Validasi Ahli Materi 176
Lampiran 10	Hasil Validasi Ahli Materi 179
Lampiran 11	Hasil Uji Coba Instrumen 187
Lampiran 12	Dokumentasi Uji Coba 188
Lampiran 13	Hasil Analisis Data Uji Coba 191
Lampiran 14	Soal <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i> 199
Lampiran 15	Hasil <i>Pre-test</i> Kelas Kontrol 207
Lampiran 16	Jawaban <i>Pre-test</i> Kelas Kontrol 208
Lampiran 17	Nilai <i>Post-test</i> Kelas Kontrol 210
Lampiran 18	Jawaban <i>Post-test</i> Kelas Kontrol 211
Lampiran 19	Nilai <i>Pre-test</i> Kelas Eksperimen 214
Lampiran 20	Jawaban <i>Pre-test</i> Kelas Eksperimen 215
Lampiran 21	Nilai <i>Post-test</i> Kelas Eksperimen 216
Lampiran 22	Jawaban <i>Post-test</i> Kelas Eksperimen 217
Lampiran 23	Uji Prasyarat dan Uji Hipotesis 220
Lampiran 24	Surat Penunjukan Pembimbing 223
Lampiran 25	Surat Permohonan Validasi 224
Lampiran 26	Permohonan Izin Penelitian 225
Lampiran 27	Dokumentasi Kegiatan Penelitian 226
Lampiran 28	Daftar Riwayat Hidup 228

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kemajuan zaman di abad ke-21 telah mengakibatkan transformasi signifikan dalam struktur sosial, yang ditandai oleh kemajuan teknologi dan pengetahuan ilmiah. Masyarakat pada era ini dihadapkan pada tuntutan untuk mengadaptasi diri terhadap perkembangan zaman dengan cara merespon dan mengatasi tantangan yang kompleks. Perubahan yang terjadi dengan cepat tersebut mempunyai pengaruh yang mencakup banyak aspek, seperti sistem pendidikan (Putri *et al.*, 2022).

Pendidikan yang dilaksanakan pada abad 21 harus mampu menyiapkan peserta didik bersaing di masyarakat global. Pembelajaran pada abad 21 peserta didik setidaknya memiliki empat keterampilan yaitu *collaboration*, *creative thinking*, *critical thinking*, dan *communication* atau yang biasa disebut dengan 4C (Putri *et al.*, 2022). Pendidikan abad ke-21 menempatkan penekanan pada pengembangan keterampilan 4C sebagai sarana untuk meningkatkan pemahaman peserta didik (Zahirah dan Sulistina, 2023).

Pembelajaran yang dilaksanakan dengan keterampilan belajar dan berinovasi 4C mengharapkan peserta didik memiliki kemampuan berpikir kritis dalam memecahkan

masalah (Meilani *et al.*, 2020). Berpikir kritis adalah proses berpikir yang terarah dan jelas digunakan untuk menyelesaikan masalah, pengambilan keputusan, analisis, dan penelitian ilmiah (Daniati *et al.*, 2018). Keterampilan berpikir kritis penting bagi peserta didik sebagaimana Subiantoro dan Fatkurohman (2009) menyatakan bahwa keterampilan berpikir kritis mempunyai potensi untuk mendukung peserta didik dalam mengkaji serta mengevaluasi yang mencakup mengidentifikasi asumsi, memisahkan antara fakta dan opini dan membuat kesimpulan yang dapat memberikan alasan.

Keterampilan berpikir kritis adalah aspek dasar penting untuk dipelajari. Keterampilan berpikir kritis juga menjadi salah satu faktor dalam peningkatan hasil belajar, sehingga rendahnya keterampilan berpikir kritis dapat menyebabkan hasil belajar yang kurang optimal (Malahayati *et al.*, 2015). Penelitian yang dilakukan oleh Sapparuddin, Patongai dan Sahribulan (2021) juga menunjukkan bahwa peningkatan keterampilan berpikir kritis pada peserta didik berperan dalam pencapaian hasil belajar yang optimal.

Keterampilan berpikir kritis menjadi sasaran tantangan dari pembelajaran kimia. Keterampilan berpikir kritis dibutuhkan dalam ilmu kimia karena ilmu kimia mengandung konsep yang kompleks sehingga membutuhkan pemahaman

yang mendalam (Silberberg, 2009). Prinsip pembelajaran kimia di sekolah menekankan pentingnya peserta didik untuk memperoleh pemahaman yang sistematis, terstruktur, dan mendalam mengenai konsep kimia (Fernanda *et al.*, 2019).

Salah satu aspek kimia yang masih menjadi tantangan bagi peserta didik adalah pemahaman terkait konsep kesetimbangan kimia. Materi kesetimbangan kimia menuntut peserta didik untuk memiliki kemampuan matematis dan pemahaman istilah yang cukup. Materi tersebut merupakan materi yang menjadi landasan untuk memahami materi-materi selanjutnya seperti asam basa, hidrolisis garam dan kelarutan (Indriani *et al.*, 2017). Berdasarkan hasil angket, 96,9% peserta didik menghadapi kesulitan dalam memahami materi tersebut. Sebagaimana dengan penelitian Ballen dan Ospina (2019) menyebutkan bahwa pemahaman tentang konsep kesetimbangan kimia menjadi rumit karena melibatkan pemahaman terkait hal yang tidak dapat dilihat secara langsung.

Hasil wawancara dengan guru kimia di SMA Negeri 12 Semarang menunjukkan bahwa rata-rata nilai hasil belajar peserta didik adalah 60, yang masih di bawah Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) sekolah, yaitu 75. Pernyataan tersebut diperkuat dari hasil angket, dimana sebagian besar peserta didik kelas XI menghadapi kesulitan memahami

konsep dan perhitungan kimia, terutama dalam materi kesetimbangan kimia.

Berdasarkan data tersebut ditarik kesimpulan bahwa tingkat keterampilan berpikir kritis peserta didik tergolong rendah, hal ini disebabkan karena fokus pembelajaran di SMA Negeri 12 Semarang masih sangat bergantung pada peran guru. Pendekatan pembelajaran yang digunakan masih terutama berpusat pada ceramah dan diberikan soal tanpa tanya jawab, yang mengakibatkan keterbatasan partisipasi peserta didik dalam proses pembelajaran.

Menghadapi permasalahan yang muncul dalam pembelajaran kimia, diperlukan peningkatan dalam metode pengajaran dengan menerapkan model pembelajaran yang tepat terutama untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Pembelajaran PBL merupakan model yang dapat mendukung perkembangan keterampilan berpikir kritis. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Muslim, Halim dan Safitri (2015), menerapkan model pembelajaran yang berfokus pada dapat meningkatkan pemahaman konsep serta keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Peserta didik akan dibiasakan memecahkan permasalahan, menemukan solusi yang tepat untuk menghadapi masalah yang dihadapi, serta menentukan keputusan. PBL mendorong peserta didik untuk menggali pemahaman konsep mereka sendiri melalui eksplorasi dan investigasi atas masalah yang

diberikan. Proses seperti ini, peserta didik harus menggunakan keterampilan berpikir kritis seperti analisis, sintesis, evaluasi, dan penerapan konsep-konsep yang mereka pelajari dalam konteks praktis. PBL tidak hanya membantu meningkatkan pemahaman konsep peserta didik, tetapi juga mendorong pengembangan keterampilan berpikir kritis yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah dengan cara yang efektif dan inovatif.

Penerapan model PBL mengubah cara pembelajaran yang sebelumnya didasarkan pada peran guru menjadi berpusat pada peserta didik, sementara guru berubah dari sumber pengetahuan menjadi fasilitator dalam membantu peserta didik memperoleh pemahaman pengetahuan (Savery, 2006). Beberapa keterampilan berpikir, seperti berpikir kritis, menganalisis, memecahkan masalah kompleks, berkolaborasi, berkomunikasi secara verbal dan tertulis dapat dikembangkan melalui model PBL (Rosa dan Pujiati, 2016).

Model pembelajaran PBL dapat disatukan dengan pendekatan STEM. Pembelajaran ilmu pengetahuan, terutama kimia memiliki hubungan yang erat dengan teknologi. Peranan teknologi sangat penting dalam memajukan kemajuan masyarakat. Situasi ini memberikan peluang besar untuk menggabungkan pembelajaran kimia mengintegrasikan dengan pendekatan *Science, Technology, Engineering, dan Mathematics* (STEM) (Ariyatun dan Octavianelis, 2020).

Permanasari (2016) menyatakan bahwa STEM saat ini menjadi alternatif pembelajaran ilmu pengetahuan yang berkembang karena dapat menggali potensi generasi muda sehingga mereka siap menghadapi tuntutan zaman modern pada abad ke-21.

Pendekatan STEM memiliki sejumlah kelebihan, termasuk kemampuan dalam menyelesaikan beragam masalah, merangsang inovasi pada peserta didik, serta membantu mereka menjadi mandiri, penemu, pemikir logis, dan melek teknologi (Suhery, 2017). Penelitian yang dilakukan oleh Cahyaningsih dan Roektiningroem (2018) menunjukkan bahwa model PBL-STEM terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan pencapaian hasil belajar kognitif. Oleh karena itu, model pembelajaran inovatif seperti model *Problem Based Learning (PBL)* dengan pendekatan STEM memiliki potensi sebagai wahana bagi tumbuh dan berkembangnya keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, materi kimia khususnya kesetimbangan kimia membutuhkan model pembelajaran yang inovatif agar peserta didik dapat dengan mudah memahami konsep, menerapkan ide-ide tersebut dalam kehidupan sehari-hari untuk mengatasi berbagai tantangan serta meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul "**Pengaruh Model *Problem Based Learning*-**

STEM pada Materi Keseimbangan Kimia terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik".

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah. Diantaranya sebagai berikut:

1. Pembelajaran kimia masih menerapkan model konvensional dalam proses belajar mengajar.
2. Banyak peserta didik belum mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) karena keterampilan berpikir kritis mereka masih tergolong rendah, khususnya kelas XI SMA Negeri 12 Semarang.
3. Materi keseimbangan kimia di SMA Negeri 12 Semarang tergolong sulit untuk dipahami.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah dijelaskan, perlu adanya batasan penelitian yang harus dipenuhi supaya penelitian yang dilakukan tepat dan terarah. Berikut batasan penelitian, antara lain:

1. Model pembelajaran yang digunakan adalah *problem based learning* dengan pendekatan STEM.
2. Keterampilan peserta didik yang dipelajari adalah keterampilan berpikir kritis peserta didik.
3. Pokok pembahasan materi yang diteliti adalah materi keseimbangan kimia.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan keterbatasan fokus penelitian, maka penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut: “Bagaimana pengaruh model pembelajaran PBL-STEM pada materi kesetimbangan kimia terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik?”.

E. Tujuan Penelitian

Penelitian bertujuan untuk memahami pengaruh dari model pembelajaran PBL-STEM pada materi kesetimbangan kimia terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik.

F. Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat yang diharapkan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Peneliti berharap dapat memberikan masukan dalam memberikan pemikiran atau gagasan untuk mengetahui pengaruh *problem based learning* berbasis pendekatan STEM terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi kesetimbangan kimia.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Peneliti

- 1) Mampu meningkatkan kemampuan peneliti sebagai calon pendidik yang lebih terampil.

- 2) Menambah pengetahuan peneliti dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik melalui penggunaan model pembelajaran PBL-STEM.

b. Bagi Guru

Penelitian ini diharapkan sebagai panduan dan masukan bagi guru dalam memilih model pembelajaran yang tepat untuk menyampaikan materi kesetimbangan kimia sehingga proses pembelajaran yang dilakukan akan mampu memberikan hasil yang efektif dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

c. Bagi Sekolah

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam upaya meningkatkan mutu pembelajaran kimia.

d. Bagi Peserta Didik

- 1) Mampu meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap materi yang telah disampaikan sehingga dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik.
- 2) Mampu mengasah dan mengembangkan kemampuan peserta didik dalam bekerja secara kelompok.

BAB II

LANDASAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Model Pembelajaran Problem Based Learning

a. Pengertian Model *Problem Based Learning*

Problem Based Learning (PBL) merupakan model pembelajaran dimana peserta didik aktif dalam kegiatan pembelajaran. Model Pembelajaran PBL berfokus pada masalah nyata yang dihadapi di sekolah, rumah, dan masyarakat sebagai landasan untuk memperoleh konsep dan pengetahuan melalui keterampilan pemecahan masalah dan berpikir kritis.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Sudarman, 2005) *Problem Based Learning (PBL)* adalah sebuah model pembelajaran yang menggunakan situasi kehidupan nyata sebagai dasar untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan keterampilan penyelesaian masalah bagi peserta didik. Model PBL juga bertujuan untuk memperoleh pemahaman serta konsep yang utama dari materi kuliah atau materi pelajaran. PBL adalah suatu pendekatan pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada guru untuk menciptakan suatu lingkungan pembelajaran yang dimulai dengan permasalahan yang relevan dan sesuai bagi para peserta didik, sehingga juga memberikan kesempatan kepada

para peserta didik, serta memungkinkan peserta didik untuk mengalami proses pembelajaran yang lebih autentik (Sofyan *et al.*, 2017).

Berdasarkan penjelasan tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa PBL yaitu suatu pendekatan pembelajaran di mana permasalahan digunakan sebagai stimulan untuk menggali informasi yang diperlukan dalam memahami dan menemukan solusinya. Permasalahan yang dihadapi bersifat nyata dan tidak terstruktur (*ill-structured*), serta memberikan kesempatan untuk peserta didik dapat mengembangkan keterampilan dalam memecahkan masalah dan berpikir secara kritis, serta pada saat yang sama membangun pemahaman mereka.

Problem Based Learning (PBL) memanfaatkan situasi dunia nyata sebagai stimulan untuk memulai proses pembelajaran peserta didik sebelum mereka memasuki konsep formal. Peserta didik mengidentifikasi informasi dan strategi yang relevan, serta melakukan penyelidikan untuk menyelesaikan permasalahan. Penyelesaian masalah akan meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik dan memperoleh atau membangun pengetahuan tertentu. Pembelajaran berbasis masalah melibatkan kerja sama antar peserta didik dalam kelompok untuk menyelesaikan masalah yang muncul dalam konteks kehidupan nyata.

b. Sintaks Model *Problem Based Learning*

Model PBL memiliki langkah-langkah terstruktur untuk mengajak peserta didik dalam mengidentifikasi masalah. Menurut (Arends, 2008) model PBL terdiri dari 5 sintaks atau tahapan. Sintaks pertama dimulai dengan guru memberikan situasi masalah kepada peserta didik, kemudian mereka menyajikan dan menganalisis hasilnya. Sintaks model *Problem Based Learning* (PBL) dapat disajikan seperti pada Tabel 2.1 berikut ini:

Tabel 2. 1 Sintaks Model PBL

No	Tahapan	Kegiatan
1.	Tahap 1 Orientasi peserta didik pada masalah	Guru menjelaskan tujuan pembelajaran, mendeskripsikan berbagai kebutuhan logistik penting, dan memotivasi peserta didik untuk aktif terlibat dalam menyelesaikan masalah.
2.	Tahap 2 Mengorganisasikan Peserta didik untuk belajar	Guru membantu peserta didik untuk mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas-tugas belajar yang terkait dengan permasalahan yang dihadapi.
3.	Tahap 3 Membantu investigasi mandiri dan kelompok	Guru mendorong peserta didik untuk mendapatkan informasi yang tepat, melaksanakan

- | | |
|---|---|
| <p>4. Tahap 4
Mengembangkan dan
mempresentasikan hasil
karya</p> <p>5. Tahap 5
Menganalisis dan
mengevaluasi proses
pemecahan masalah</p> | <p>eksperimen, dan mencari
penjelasan dan solusi.
Guru membantu peserta
didik dalam merencanakan
dan menyiapkan hasil
karya yang tepat, seperti
laporan, rekaman video,
dan model-model, dan
membantu mereka untuk
menyampaikannya kepada
orang lain.</p> <p>Guru membantu peserta
didik untuk melakukan
refleksi terhadap
penyelidikannya dan
proses-proses yang
mereka gunakan.</p> |
|---|---|

(Arends, 2008)

Penerapan model PBL, guru perlu memilih materi pelajaran dengan masalah yang dapat diselesaikan. Permasalahan dapat diperoleh dari berbagai sumber, seperti buku pelajaran atau kejadian yang terjadi dalam lingkungan sekitar. Peserta didik bekerjasama dalam kelompok untuk mencoba memecahkan masalah tersebut menggunakan pemahaman yang dimiliki dan menggali solusi untuk permasalahan tersebut.

c. Kelebihan dan Kekurangan Model Pembelajaran Berbasis Masalah

Menurut (Sitiatava, 2013) beberapa kelebihan dari model pembelajaran *problem based learning* sebagai berikut:

- 1) Melibatkan peserta didik dalam penyelesaian masalah dengan memperkuat pemahaman mereka terhadap konsep pembelajaran dan menuntut keterampilan berpikir yang lebih tinggi.
- 2) Pengetahuan yang dipahami peserta didik didasarkan pada pola mereka, sehingga pembelajaran memiliki makna yang lebih dalam.
- 3) keterkaitan langsung antara permasalahan yang dipecahkan dalam pembelajaran dan situasi kehidupan nyata memungkinkan peserta didik mengidentifikasi manfaat pembelajaran yang konkrit.
- 4) Implementasi pembelajaran berbasis masalah berperan pada pengembangan kemandirian dan kedewasaan peserta didik, serta memperkuat kemampuan mereka dalam memberikan aspirasi dan menerima pendapat orang lain. Selain itu, pengalaman belajar dalam kelompok yang interaktif merangsang pencapaian target pembelajaran secara optimal.
- 5) Model PBL mampu menumbuhkan kreativitas peserta didik secara individual dan berkelompok, karena mereka harus berpartisipasi secara aktif di setiap sintaks.

Kekurangan pada model pembelajaran *problem based learning* tersebut di antaranya (Sitiatava, 2013):

- 1) Ketidakmauan peserta didik dapat mengambat tujuan pembelajaran PBL

- 2) Memerlukan durasi yang signifikan dalam proses pembelajaran.
- 3) Tidak semua mata pelajaran dapat menggunakan model PBL.

2. Pendekatan STEM (*Science, Technology Engineering and Mathematics*)

- a. Pengertian STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*)

STEM merupakan inisiatif yang digagas oleh *National Science Foundation*. Singkatan STEM merujuk pada pendekatan pembelajaran interdisiplin yang mencakup ilmu *Science, Technology, Engineering and Mathematics*. Menurut Torlakson (2014) mengungkapkan bahwa penggabungan keempat aspek ini membentuk hubungan yang seimbang antara tantangan yang ada di dunia nyata dan pendekatan pembelajaran berbasis masalah. Keempat aspek tersebut diperlukan untuk memecahkan masalah secara bersamaan, maka model ini dapat menciptakan sistem pembelajaran yang kohesif dan aktif.

Penjelasan mengenai aspek pendekatan STEM dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Aspek Pendekatan STEM

Aspek	Proses	Deskripsi
<i>Science (S)</i>	Penyelidikan Sains (<i>Science Inquiry</i>)	Aspek <i>science</i> (S) mempersiapkan peserta didik untuk dapat berpikir layaknya ilmuwan, aktif bertanya, berhipotesis dan melakukan penyelidikan ilmiah berdasarkan standar ilmiah.
<i>Technology (T)</i>	Literasi Teknologi (<i>Technology Literacy</i>)	<i>Technology</i> (T) sebagai proses yang melibatkan aktivitas dengan menggunakan teknologi, baik dalam hal perancangan maupun pembuatan sesuatu.
<i>Engineering (E)</i>	Rancangan Teknik (<i>Engineering Design</i>)	<i>Engineering</i> (E) berkaitan dengan proses rancangan yang memungkinkan peserta didik untuk membangun pengetahuan sains dan matematika melalui analisis perancangan dan penyelidikan.
<i>Mathematics (M)</i>	Berpikir Matematis (<i>Mathematical Thinking</i>)	<i>Mathematics</i> (M) yaitu penggunaan konsep matematika atau berpikir matematis dalam proses penyelidikan ilmiah.

(Kelley dan Knowles, 2016)

Setiap aspek dalam STEM memiliki karakteristik yang berbeda antar satu dengan yang lain. Integrasi setiap aspek akan membantu peserta didik dalam menyelesaikan masalah dengan lebih menyeluruh. Keempat karakteristik tersebut berdasarkan definisi yang dijabarkan oleh Torlakson (2014) yakni: (1) Ilmu pengetahuan mencakup pemahaman tentang prinsip-prinsip dan hukum alam.; (2) Teknologi merupakan suatu sistem yang digunakan untuk merancang, mengatur masyarakat, organisasi, atau pengetahuan, dan memanfaatkan perangkat buatan untuk mempermudah pekerjaan.; (3) Teknik adalah ketrampilan dalam menggunakan atau merancang suatu pendekatan untuk menyelesaikan suatu masalah.; (4) Matematika adalah bidang yang mempelajari angka, konsep, dan ruang dengan menggunakan argumen logis, tanpa atau dengan bukti empiris. Integrasi seluruh aspek tersebut dalam proses pembelajaran dapat meningkatkan signifikansi pemahaman.

Pembelajaran dengan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) bertujuan supaya peserta didik berinisiatif sendiri tanpa mengandlkan bantuan orang lain, menganalisis kebutuhan belajar sendiri, merumuskan tujuan belajar, menemukan sumber-sumber belajar, untuk menganalisis kebutuhan belajarnya sendiri, merumuskan tujuan belajarnya sendiri, mengidentifikasi sumber-sumber belajar, memilih dan melaksanakan strategi

belajar yang sesuaian menilai prestasi belajarnya sendiri (Riyanto *et al.*, 2021). Terdapat 7 keterampilan yang diharapkan terbentuk dari peserta didik dengan menggunakan pembelajaran STEM yaitu munculnya atau terbangunnya keterampilan berpikir kritis, belajar mandiri, berkomunikasi dan kolaborasi di dalam belajar, literasi digital, penyelesaian masalah, kreativitas, dan refleksi diri.

b. Kelebihan dan Kekurangan Pendekatan STEM

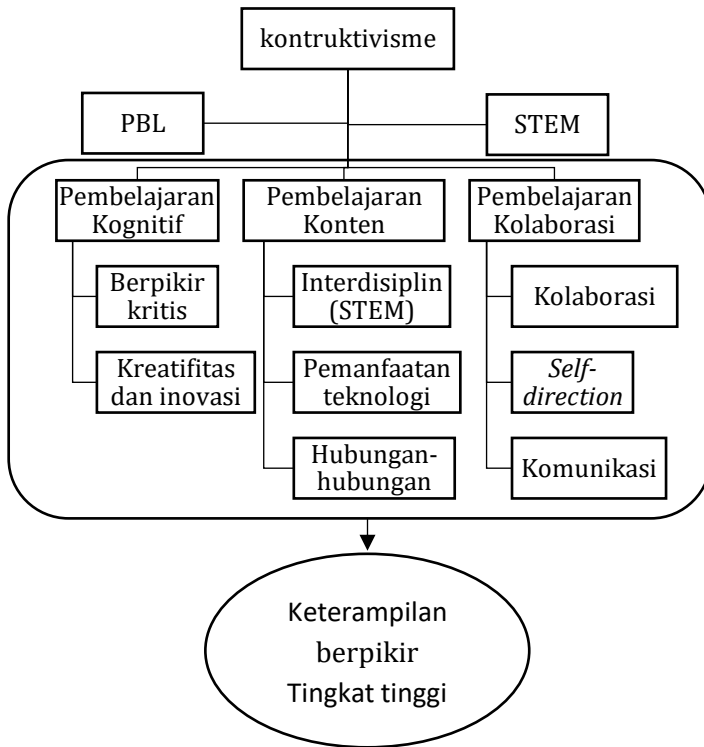
Ada beberapa kelebihan dalam pembelajaran berpendekatan STEM, yaitu (Sumaya *et al.*, 2021):

- a) Mendorong pemahaman mengenai keterkaitan antara prinsip, konsep, dan keterampilan dalam suatu disiplin ilmu tertentu.
- b) Menumbuhkan minat belajar pada peserta didik dan mengaktifkan kreativitas serta pemikiran kritis.
- c) Membimbing peserta didik dalam memahami dan bereksperimen dengan proses ilmiah.
- d) Mendorong kolaborasi dalam menyelesaikan masalah dan saling ketergantungan dalam kerja kelompok.
- e) Membentuk pemahaman yang aktif dan meningkatkan ingatan melalui proses belajar mandiri.
- f) Mengembangkan keterkaitan antara berpikir, bertindak, dan pembelajaran.
- g) Melatih kemampuan peserta didik untuk menerapkan ilmu yang telah dipelajarinya.

Kekurangan dalam pembelajaran berpendekatan STEM adalah sebagai berikut (Sumaya *et al.*, 2021):

- 1) Memerlukan waktu yang cukup lama guna memecahkan masalah
- 2) Akan ada kesulitan bagi peserta didik yang kurang terampil dalam melakukan eksperimen dan mengumpulkan informasi.
- 3) Terdapat kemungkinan peserta didik kurang aktif dalam kerja kelompok.
- 4) Peserta didik mungkin tidak memahami topik secara menyeluruh jika topik yang diberikan pada setiap kelompok berbeda.

3. Hubungan *PBL-STEM*



Gambar 2. 1 Hubungan konseptual PBL-STEM

(Adel El Sayary *et al.*, 2015)

Gambar 2.1 menunjukkan perbedaan antara dua pendekatan pembelajaran. Pembelajaran kognitif menekankan berpikir kritis, kreativitas dan inovasi. Sedangkan pembelajaran kolaboratif berfokus pada kolaborasi, *self direction* dan komunikasi. Di sisi lain, pembelajaran konten berfokus pada integrasi pengetahuan melalui STEM, pemanfaatan teknologi dan penerapan pengetahuan dalam

dunia nyata yang pada akhirnya akan menghasilkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Adel El Sayary *et al.*, 2015).

Integrasi antara PBL dan STEM digunakan untuk menumbuhkan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik yang merupakan aspek penting dalam keterampilan abad 21. Pembelajaran berbasis PBL yang terintegrasi STEM adalah pembelajaran dengan masalah nyata yang dapat mempersiapkan kemampuan peserta didik untuk kehidupan nyata nantinya dengan menggabungkan sains, teknologi, teknik dan matematika. Model PBL dengan integrasi pendidikan STEM mempunyai beberapa sintak pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik dalam pembelajaran kimia. Sintaks pembelajaran PBL-STEM dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Sintaks PBL-STEM

Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik
Fase 1. Orientasi peserta didik pada masalah STEM	
▪ Guru menyajikan permasalahan yang nyata dan terkait dengan STEM melalui video pembelajaran atau materi ajar yang terintegrasi dengan pendekatan PBL. ▪ Guru mengamati bagaimana peserta didik mengatur diri mereka sendiri saat menghadapi tantangan atau	▪ Peserta didik mengamati permasalahan melalui video orientasi masalah yang terintegrasi dengan STEM. ▪ Peserta didik mencatat informasi penting yang mereka dapatkan dari menonton video tersebut.

kesulitan saat menonton video orientasi masalah.

Fase 2. Mengorganisasikan peserta didik untuk belajar

- Guru menjelaskan permasalahan dan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berpartisipasi aktif dalam menemukan solusinya
- Peserta didik memahami penjelasan guru untuk menggali informasi dari masalah yang diberikan, membuat asosiasi, dan menarik kesimpulan dengan panduan bahan ajar yang terintegrasi antara PBL-STEM yang disampaikan oleh guru.
- Guru membagi peserta didik ke dalam kelompok untuk mendiskusikan konsep materi sebagai penyelesaian terhadap masalah yang diberikan melalui Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang terintegrasi dengan STEM.
- Peserta didik berdiskusi dalam mengerjakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang terintegrasi dengan STEM

Fase 3. Membantu investigasi mandiri dan kelompok

- Guru mendorong peserta didik untuk menggali informasi yang relevan, mencari penjelasan, serta Solusi dari permasalahan yang disajikan.
- Peserta didik mengamati dan mengumpulkan informasi masalah terintegrasi STEM.
- Guru membimbing peserta didik Dalam mengisi LKPD dengan menjawab kesulitan peserta didik.
- Peserta didik menelaah pertanyaan yang tercantum dalam LKPD terintegrasi STEM.
- Guru membimbing peserta didik dalam mengerjakan Lembar Kerja Peserta Didik dengan membantu mereka mengatasi kesulitan yang hadapi.
- Apabila mengalami kesulitan, peserta didik dapat bertanya kepada guru.

Fase 4. Mengembangkan dan mempresentasikan hasil karya

- Guru memberikan arahan kepada peserta didik tentang cara menyampaikan hasil diskusi Lembar Kerja
- Peserta didik mempresentasikan solusi terhadap masalah yang ada dalam LKPD.

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Peserta didik di depan kelas. ▪ Guru mengamati apakah kesulitan yang dialami peserta didik saat mengerjakan LKPD memengaruhi presentasi hasil diskusi mereka. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Peserta didik berpartisipasi dalam diskusi dan sesi tanya jawab di dalam kelompok besar yang melibatkan seluruh peserta didik |
|--|---|

Fase 5. Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Guru mengamati jangka waktu peserta didik menyelesaikan kesulitan selama sesi diskusi dan saat menjawab pertanyaan. ▪ Guru memberikan <i>feedback</i> tentang presentasi yang dilakukan oleh peserta didik. ▪ Guru mengevaluasi hasil diskusi dari LKPD yang disajikan oleh peserta didik. ▪ Guru memberikan tugas kepada peserta didik. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Peserta didik mengevaluasi hasil diskusi LKPD yang terintegrasi dengan STEM dengan arahan dari guru. ▪ Mengerjakan tugas sesuai dengan arahan dari guru mengenai cara pengumpulan dan penyelesaiannya |
|---|--|
-

4. Keterampilan Berpikir Kritis

a. Pengertian Keterampilan Berpikir Kritis

Keterampilan berpikir kritis merupakan keterampilan berpikir rasional dan reflektif yang fokus pada evaluasi keyakinan dan keputusan yang akan diambil (Ennis, 2011). Menurut Eggen dan Kauchak (2012) berpikir kritis adalah keterampilan untuk mengevaluasi kesimpulan berdasarkan bukti yang nyata. Gueldenzoph dan Snyder (2008) menekankan bahwa berpikir kritis sangat penting karena kemampuan ini memungkinkan seseorang mengatasi berbagai

permasalahan, baik yang sederhana maupun kompleks, dalam kehidupan sehari-hari.

Secara umum, berpikir kritis adalah berpikir kritis adalah proses intelektual yang aktif yang melibatkan pemahaman, merumuskan konsep, penerapan, analisis, sintesis, dan evaluasi. Proses ini didasarkan pada pengamatan, pengalaman, refleksi, pertimbangan dan interaksi komunikatif, yang akan membimbing individu dalam mengambil sikap dan tindakan yang tepat.

b. Indikator Keterampilan Berpikir Kritis

Menurut Ennis, (2011), pemikir kritis perlu memiliki kriteria atau unsur dasar dalam menyelesaikan masalah yaitu *Focus, Reason, Inference, Situation, Clarity, and Overview*, atau dapat disingkat sebagai FRISCO. *Focus* berkaitan dengan penentuan identifikasi fokus atau perhatian utama. *Reason* berkaitan dengan identifikasi dan penilaian masuk akal nya alasan. *Inference* berkaitan dengan penilaian kualitas kesimpulan, dengan asumsi alasan yang dapat diterima. *Situation* berkaitan dengan memperhatikan dengan seksama keadaan peserta didik. *Clarity* berkaitan dengan memastikan kejelasan kepada peserta didik. *Overview* berkaitan dengan pengecekan ulang peserta didik. Indikator keterampilan berpikir kritis dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Indikator Berpikir Kritis

Kriteria	Indikator
F (<i>Focus</i>)	Peserta didik identifikasi focus atau perhatian utama atau emmahami esensi permasalahan dalam soal yang disajikan.
R (<i>Reason</i>)	Peserta didik mengidentifikasi dan mengevaluasi kevalidan alasan yang diberikan.
I (<i>Inference</i>)	Mengevaluasi keakuratan kesimpulan, dengan mengasumsikan bahwa alasan yang diberikan dapat diterima atau peserta didik membuat kesimpulan yang sesuai dan memilih alasan yang tepat untuk mendukung kesimpulan tersebut.
S (<i>Situation</i>)	Mengamati situasi dengan seksama atau peserta didik memanfaatkan semua informasi yang relevan dengan masalah yang dihadapi.
C (<i>Clarity</i>)	Memberikan penjelasan yang lebih rinci, memeriksa untuk memastikan kejelasan bahasa, atau peserta didik menjelaskan dengan lebih detail untuk memastikan pemahaman yang baik.
O (<i>Overview</i>)	Melakukan pengecekan ulang atau melangkah mundur untuk melihat gambaran secara menyeluruh, atau peserta didik meninjau atau memeriksa kembali secara menyeluruh dari awal hingga akhir.

(Ennis, 2011)

Berdasarkan penjelasan pada Tabel 2.4, dalam hal ini peneliti menggunakan empat indikator berpikir kritis Ennis untuk dijadikan acuan dalam pembuatan soal.

5. Materi Keseimbangan Kimia

a. Reaksi Kimia

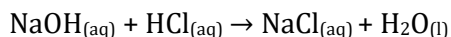
Keseimbangan kimia menjelaskan kondisi di mana kecepatan laju reaksi maju dan reaksi balik adalah sama, dan konsentrasi reaktan dan produk tetap tidak berubah seiring waktu (Raymond, 2005). Ada dua jenis reaksi kimia yaitu reaksi satu arah (*irreversible*) dan reaksi bolak-balik (*reversible*). Perbedaan antara kedua jenis reaksi ini adalah:

1) Reaksi satu arah (*Irreversible*)

Reaksi satu arah adalah reaksi yang berlangsung dari reaktan menjadi produk atau ke arah kanan dalam reaksi. Produk tidak dapat bereaksi kembali menjadi zat aslinya. Karakteristik dari reaksi satu arah adalah:

- Persamaan reaksi ditulis dengan satu anak panah menunjuk ke arah produk atau ke kanan ($\rightarrow$).
- Reaksi akan berhenti apabila salah satu atau seluruh reaktan telah habis.
- Produk tidak dapat terurai menjadi zat reaktan.
- Reaksi berlangsung sampai selesai.

contoh:

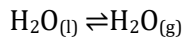
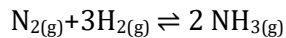


Dalam reaksi ini, NaOH bereaksi dengan HCl membentuk NaCl dan air. NaCl dan air tidak dapat bereaksi kembali menjadi NaOH dan HCl.

2) Reaksi dua arah (*Reversible*)

Reaksi *reversible* adalah reaksi yang dapat terjadi dari reaktan ke produk atau ke kanan, dan sebaliknya dari produk ke reaktan atau ke kiri. Karakteristik dari reaksi reversibel adalah:

- a) Persamaan reaksi dapat ditulis dengan dua anak panah yang berlawanan arah ($\rightleftharpoons$)
- b) Reaksi terhadap produk disebut reaksi maju, sedangkan reaksi terhadap reaktan disebut reaksi balik. Contoh reaksi dua arah:



Jika reaksi dua arah terjadi pada sistem tertutup dan laju reaksi di sebelah kanan sama dengan laju reaksi di sebelah kiri, maka reaksi tersebut berada dalam kesetimbangan. Reaksi ini disebut reaksi kesetimbangan. Dalam kesetimbangan, jumlah reaktan dan produk tidak harus sama, asalkan laju reaksi ke kiri dan ke kanan sama.

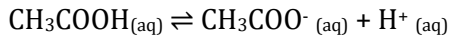
b. Jenis Reaksi Kesetimbangan

Kesetimbangan dapat dibagi menjadi beberapa jenis berdasarkan bentuknya, kesetimbangan terbagi menjadi dua jenis, yaitu:

1) Kesetimbangan homogen

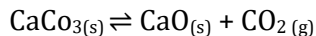
Kesetimbangan homogen adalah kesetimbangan yang seluruh komponennya berada dalam fasa yang sama.

Kesetimbangan homogen dapat berupa fasa gas atau fasa larutan. Contoh:



2) Kesetimbangan heterogen

Kesetimbangan heterogen adalah kesetimbangan yang terdiri dari dua fase atau lebih. Contoh:



c. Pergeseran Kimia

Menurut teori yang dikemukakan oleh Henry Louis Le Chatelier, seorang ilmuwan kimia dari Prancis, " Bila terhadap suatu kesetimbangan dilakukan suatu tindakan (aksi), maka sistem itu akan mengadakan reaksi yang cenderung mengurangi pengaruh aksi tersebut." Dengan kata lain, prinsip Le Chatelier dapat dijelaskan sebagai berikut:

Reaksi = -Aksi

Cara sistem bereaksi adalah dengan menggeser ke kiri atau ke kanan. Berdasarkan asas Le Chatelier, arah pergeseran kesetimbangan dapat diramalkan, yaitu:

1) Pengaruh konsentrasi

Jika konsentrasi suatu komponen ditingkatkan, sistem reaksi akan menurunkan konsentrasi komponen tersebut. Sebaliknya jika konsentrasi suatu komponen dikurangi maka sistem reaksi akan meningkatkan konsentrasinya.

2) Pengaruh tekanan

Jika tekanan diperbesar dan volume berkurang, maka kesetimbangan akan bergeser ke arah yang koefisiennya lebih kecil. Sebaliknya, jika tekanan diperkecil karena volume bertambah, maka kesetimbangan akan bergeser ke arah yang koefisiennya lebih besar.

3) Pengaruh Suhu

Jika suhu sistem meningkat terjadi pergeseran kesetimbangan ke arah reaksi yang menyerap panas (*endoterm*). Sebaliknya jika suhu diturunkan maka kesetimbangan akan bergeser ke arah reaksi yang melepaskan panas (*eksotermik*). Meskipun perubahan konsentrasi atau tekanan tidak mempengaruhi tetapan kesetimbangan, perubahan suhu akan memengaruhi jumlah reaktan dan produk, mengubah nilai tetapan keseimbangan itu sendiri.

4) Pengaruh katalis

Katalis adalah zat yang dimasukkan ke dalam suatu reaksi untuk mempercepat proses tanpa terlibat dalam reaksi itu sendiri. Fungsinya adalah untuk mempercepat reaksi tanpa mempengaruhi komposisi kesetimbangan. Katalis hanya mempengaruhi kecepatan reaksi, tidak merubah kesetimbangan. Reaksi yang sebelumnya membutuhkan waktu berhari-hari atau berminggu-minggu untuk mencapai kesetimbangan dapat diselesaikan dalam

hitungan menit dengan bantuan katalis. Demikian pula, reaksi yang biasanya memerlukan suhu tinggi agar dapat terjadi dengan cepat dapat terjadi pada suhu yang lebih rendah dengan adanya katalis.

d. Tetapan Keseimbangan

Tetapan kesetimbangan adalah nilai yang menunjukkan perbandingan kuantitatif antara produk terhadap reaktan dalam reaksi kimia pada kondisi kesetimbangan.

1) Disosiasi

Disosiasi adalah proses pada proses pemecahan suatu zat menjadi komponen yang lebih sederhana. Dalam sistem tertutup, disosiasi mencapai kesetimbangan dan disebut kesetimbangan disosiasi. Derajat disosiasi (α) adalah banyaknya zat yang mengalami disosiasi, yang dinyatakan dalam rumus berikut.

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

2) Tetapan Keseimbangan Konsentrasi (Kc)

Perhitungan nilai tetapan kesetimbangan berdasarkan konsentrasi zat (Kc) yang terlibat dalam reaksi dihitung berdasarkan molaritas zat (M). Menghitung nilai tetapan kesetimbangan harus memperhatikan fasa atau bentuk zat yang terlibat dalam reaksi, yang akan menentukan nilai Kc. Hal ini dikarenakan nilai konsentrasi kesetimbangan (Kc) hanya berlaku pada fasa gas (g) atau larutan (aq).

3) Tetapan Kestimbangan Parsial (K_p)

Konstanta kesetimbangan berdasarkan tekanan gas dikenal sebagai K_p , yang dihitung sebagai hasil kali tekanan parsial gas hasil reaksi dibagi dengan hasil kali tekanan parsial gas reaktan, dengan setiap tekanan parsial gas dipangkatkan sesuai dengan koefisiennya dalam persamaan reaksi.

Penentuan nilai tetapan kesetimbangan berdasarkan tekanan parsial (K_p) yang terlibat dalam reaksi dihitung berdasarkan tekanan parsial zat. Menghitung nilai kesetimbangan, penting untuk mempertimbangkan fasa atau bentuk zat yang terlibat dalam reaksi untuk menentukan nilai K_p . Fase yang dibutuhkan hanya fase gas (g). Persamaan yang digunakan untuk menghitung tekanan parsial suatu zat dari tekanan parsial totalnya adalah sebagai berikut:

$$P_x = \frac{\text{Mol gas X}}{\text{Mol gas total}} \cdot P_{\text{total}}$$

4) Hubungan K_p dan K_c

Tekanan parsial gas bergantung pada konsentrasi. Persamaan gas ideal dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$P = (n/V) RT$$

Karena $(n/V) = \text{konsentrasi (C)}$, maka $P = CRT$

Untuk reaksi $A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons C_{(g)} + D_{(g)}$

Harga K_p menjadi: $K_p = K_c \times (R.T)^{\Delta n}$

keterangan:

T = suhu mutlak (K)

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

Δn = selisih jumlah koefesien produk dengan reaktan

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Penulis dalam penelitian ini merujuk pada beberapa literatur sebagai dasar pemikiran, di mana literatur yang digunakan terdiri dari beberapa artikel jurnal penelitian. Beberapa literatur yang dimaksud meliputi:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Pusparini et al., (2018)
 Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh PBL terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik di SMAN 10 Kota Tangerang Selatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan model PBL memberikan dampak positif terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan adalah model pembelajaran yang digunakan tidak diintegrasikan dengan pendekatan STEM.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Santoso dan Arif (2021)
 yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh penerapan model *inquiry* dengan pendekatan STEM terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik di MTS Darussalam Dagangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran dengan model *inquiry* dan pendekatan STEM berdampak signifikan dalam

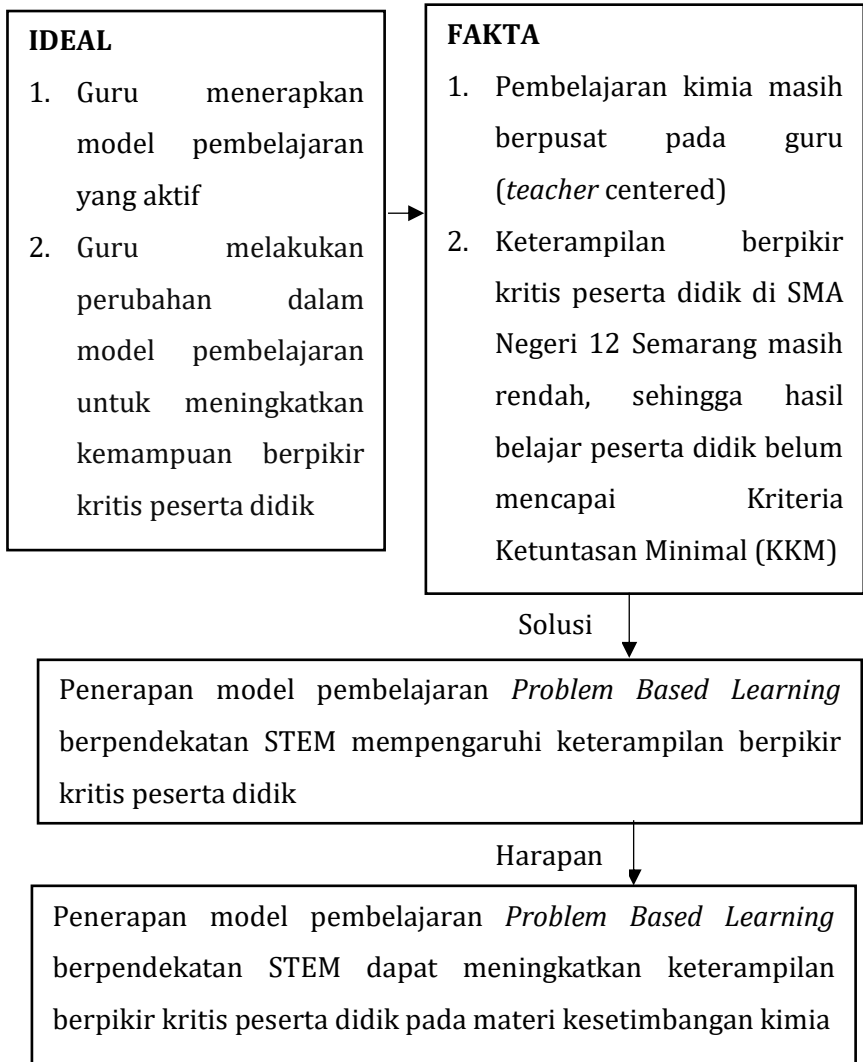
meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Model Pembelajaran yang digunakan membedakan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan. Penelitian sebelumnya menerapkan model *inquiry*, sementara penelitian yang akan dilakukan menggunakan model PBL.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Murdiasih dan Wulandari (2022) yang bertujuan untuk mengetahui dampak model pembelajaran berbasis masalah dengan pendekatan STEM terhadap keterampilan berpikir kreatif peserta didik. Hasil analisis data menunjukkan N-gain sebesar 0,4 yang artinya penerapan model PBL dengan pendekatan STEM berpengaruh positif terhadap keterampilan berpikir kreatif peserta didik SMPN 1 Candi pada topik zat aditif. Perbedaan utama antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah fokus pada variabel yang diukur. Penelitian sebelumnya mengukur keterampilan berpikir kreatif peserta didik, sedangkan penelitian ini menekankan pada keterampilan berpikir kritis.

Berdasarkan kajian penelitian yang relevan, peneliti akan menerapkan model PBL dengan pendekatan STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi kesetimbangan kimia.

C. Kerangka Berpikir

Secara skema, kerangka berpikir dapat ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Kerangka Berpikir

D. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang sudah dijelaskan sebelumnya, maka hipotesis pada penelitian ini adalah:

H_0 : Tidak terdapat pengaruh penggunaan model pembelajaran *problem based learning* berpendekatan STEM terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi kesetimbangan kimia di SMA Negeri 12 Semarang.

H_a : Terdapat pengaruh penggunaan model pembelajaran *problem based learning* berpendekatan STEM terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi kesetimbangan kimia di SMA Negeri 12 Semarang.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dan Jenis penelitian *quasi experiment* dengan desain *Nonequivalent Control Group Design*. *Quasi experiment* mempunyai kelompok kontrol, tetapi tidak dapat berfungsi sepenuhnya untuk mengontrol variabel-variabel luar yang mempengaruhi pelaksanaan eksperimen (Sugiyono, 2013). Penelitian ini bertujuan untuk melihat dari perlakuan yang berbeda dengan membandingkan dua kelas yaitu kelas kontrol dan eksperimen.

Penelitian diawali dengan pemberian *pre-test* kedua kelas dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan awal yang dimiliki peserta didik, kemudian diberikan perlakuan yang berbeda. Kelas kontrol diberikan pembelajaran menggunakan model *active learning* sementara kelas eksperimen diberikan Pembelajaran menggunakan model *problem based learning* (PBL) berpendekatan STEM, setelah itu kedua kelas diberikan *post-test* guna mengetahui keterampilan berpikir kritis peserta didik. Desain penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1:

Tabel 3. 1 *Non-equivalent Control Group Design*

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

Keterangan:

O_1 = *Pre-test* kelas eksperimen

O_2 = *Post-test* kelas eksperimen

O_3 = *Pre-test* kelas kontrol

O_4 = *Post-test* kelas kontrol

X = Perlakuan dengan penerapan model pembelajaran
Problem Based Learning berpendekatan STEM

(Sugiyono, 2013)

B. Tempat dan Waktu Penelitian

1. Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di SMA Negeri 12 Semarang yang beralamat di Jl. Raya Gunungpati, Plalangan, Kec. Gunungpati, Kota Semarang, Jawa Tengah.

2. Waktu Penelitian

Penelitian berlangsung pada Tahun Ajaran 2023/2024 semester Genap yaitu sekitar Tanggal 5 Maret-20 Maret 2024.

C. Populasi dan Sampel Penelitian

1. Populasi Penelitian

Populasi adalah sekelompok obyek atau subyek yang mempunyai ciri-ciri tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dijadikan fokus penelitian dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2016). Populasi pada penelitian ini terdiri dari kelas XI kimia di SMA Negeri 12 Semarang yang terdiri dari atas 4 kelas, yakni kelas XI-F.5, XI-F.6, XI F.7 yang

berjumlah 36 peserta didik di setiap kelas dan kelas XI F.8 dengan jumlah 35.

2. Sampel Penelitian

Sampel merupakan sebagian dari populasi yang dipilih untuk penelitian (Sugiyono, 2017). Teknik pengambilan sampel yang diterapkan adalah *cluster random sampling*, yang merupakan metode pengambilan sampel secara acak dari kelompok-kelompok kecil. Sampel yang dipilih terdiri dari kelas XI-F.7 sebagai kelompok kontrol dan XI-F.8 sebagai kelompok eksperimen.

D. Definisi Operasional Variabel

Variabel adalah suatu hal yang ditetapkan oleh peneliti untuk diselidiki lebih lanjut dan dianalisis untuk mendapatkan kesimpulan. Penelitian ini terdapat 2 variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel independen (variabel bebas) adalah variabel yang memiliki pengaruh terhadap variabel dependen (Sugiyono, 2016). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah model pembelajaran *problem based learning* dengan pendekatan STEM. Variabel dependen (variabel terikat) adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel independen (Sugiyono, 2016). Variabel dependen dalam penelitian ini adalah keterampilan berpikir kritis peserta didik.

E. Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

1. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data adalah metode yang digunakan untuk mendapatkan data penelitian yang diperlukan (Sugiyono, 2013). Pemilihan metode yang sesuai untuk pengumpulan data sangat penting karena metode yang tepat akan memastikan pengumpulan data yang akurat dan relevan. Teknik pengumpulan data yang dipilih dalam penelitian ini adalah:

a. Tes

Tes merupakan instrumen yang berisi pertanyaan untuk mengukur pengetahuan maupun keterampilan seseorang (Arikunto, 2013). Tes yang dilakukan bertujuan untuk mengukur keterampilan berpikir kritis peserta didik melalui *pre-test* dan *post-test*. Tes pada penelitian ini menggunakan tes *essay* yang berjumlah 10 butir pertanyaan yang disusun berdasarkan indikator keterampilan berpikir kritis.

b. Non Tes

1) Observasi

Observasi merupakan kegiatan mengamati terhadap suatu kegiatan yang tengah dilakukan. Observasi dilakukan dengan tujuan mengamati keterlaksanaan model pembelajaran guru pada saat kegiatan belajar.

2) Wawancara

Wawancara yaitu metode untuk memperoleh suatu informasi dari responden secara lisan dan berkomunikasi secara langsung atau tatap muka. Teknik wawancara digunakan sebagai sarana untuk memperoleh data awal guna mendapatkan isu yang harus diselidiki. Jenis wawancara yang digunakan adalah wawancara terstruktur. Wawancara dilakukan dengan guru kimia di SMA Negeri 12 Semarang pada saat *pra riset*.

3) Angket (Kuesioner)

Angket adalah metode pengumpulan data yang berupa pertanyaan maupun pernyataan tertulis yang diberikan kepada responden (Sugiyono, 2013). Angket diberikan pada saat *pra riset* yang bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan yang muncul dalam pembelajaran kimia.

4) Dokumentasi

Dokumentasi adalah proses pencarian dan pengumpulan informasi yang berupa catatan, laporan, surat, agenda dan sebagainya (Arikunto, 2006). Dokumentasi digunakan untuk mengumpulkan informasi tentang identitas peserta didik serta informasi lain yang penting sebagai data pendukung penelitian.

2. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian digunakan untuk memperoleh informasi yang komprehensif mengenai suatu masalah.. Berikut adalah intrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data dalam penelitian ini:

1. Lembar Soal

Penelitian ini menggunakan soal *essay* tertulis karena jenis soal tersebut mendorong peserta didik berpikir kritis yang lebih mendalam. Hamalik (2001) berpendapat bahwa soal *essay* merupakan jenis soal yang terdiri dari sejumlah pertanyaan uraian, di mana peserta diminta untuk menjawab setiap pertanyaan secara individu, berdasarkan pemikiran dan pendapat pribadinya. Soal berjumlah 10 butir pertanyaan yang disesuaikan dengan indikator keterampilan berpikir kritis yang akan dicapai. Lembar soal diberikan pada saat pretest dengan tujuan mengetahui kemampuan awal dan diberikan pada saat *post-test* dengan tujuan mengetahui keterampilan berpikir kritis peserta didik setelah diberikan perlakuan.

2. Lembar Wawancara

Instrumen lembar wawancara pada penelitian ini ditujukan kepada guru guna memperoleh informasi awal atau permasalahan yang ada di tempat diadakannya penelitian. Instrumen lembar wawancara ini pada saat sebelum dilaksanakan penelitian (*pra riset*).

3. Lembar Angket

Instrumen lembar angket ditujukan kepada peserta didik guna mengumpulkan data terkait kendala yang dihadapi dan mengenai kebutuhan peserta didik, seperti gaya belajar, model pembelajaran, dan ketuntasan aktivitas belajar. Instrumen lembar angket ini diberikan pada saat sebelum dilaksanakan penelitian (*pra riset*).

F. Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Instrumen sebelum digunakan terlebih dahulu diuji kualitasnya untuk memastikan instrumen tersebut layak dipakai. Hal ini dapat dilihat melalui beberapa cara, seperti uji validitas dan reliabilitas.

1. Uji Validitas Instrumen

Uji validitas bertujuan untuk mengetahui seberapa layak suatu instrumen. Instrumen dikatakan valid jika nilai validitas tinggi. Validitas instrumen menunjukkan seberapa tepat suatu pengukuran dapat mengukur apa yang ingin diukur, sementara reliabilitas menunjukkan seberapa dapat dipercaya suatu pengukuran karena konsistensinya (Yusup, 2018).

a. Validitas Isi

Validitas isi adalah penilaian terhadap komponen-komponen yang terdapat dalam suatu instrumen dengan menggunakan data analisis rasional yang tidak dapat dinyatakan dalam bentuk angka. Apabila instrumen sesuai dengan materi, kurikulum, dan tujuan pembelajaran yang

diinginkan, instrumen dikatakan memiliki validitas isi yang baik. Pendapat ahli dalam bidang tersebut dapat digunakan untuk menentukan validitas isi (Sugiyono, 2013). Pengujian validitas dilakukan oleh 3 ahli yang terdiri dari 2 dosen pendidikan kimia dan 1 guru kimia.

b. Validitas konstruk

Pengujian pada validitas konstruk adalah penilaian konsep atau konstruk teori yang melatar belakangi penyusunan alat ukur. Validitas konstruk dilakukan dengan uji coba terhadap responden.

Validitas instrumen diuji dengan bantuan *IMB SPSS 26.0*. Validasi instrumen dilakukan dengan menggunakan korelasi *product moment* dengan rumus:

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

Keterangan:

r_{xy} = korelasi antara variabel X dan Y

N = jumlah subjek penelitian

$\sum X$ = jumlah skor item

$\sum Y$ = jumlah skor total item

$\sum XY$ = hasil kali skor item dan skor total

$\sum x^2$ = jumlah skor item kuadrat

$\sum y^2$ = jumlah skor total kuadrat

(Arikunto, 2006)

Suatu instrumen dikatakan valid apabila nilai $r_{hitung} > r_{tabel}$ dengan taraf signifikansi 5%. Hasil perhitungan dapat dilihat kategori korelasi *product moment* pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Koefisien Korelasi *Product Moment*

Rentang	Kriteria
$0,80 \leq r_{xy}$	Sangat Tinggi
$0,60 \leq r_{xy} < 0,80$	Tinggi
$0,40 \leq r_{xy} < 0,60$	Cukup
$0,20 \leq r_{xy} < 0,40$	Rendah
$0,00 \leq r_{xy} < 0,20$	Sangat Rendah

(Sundayana, 2015)

2. Uji Reliabilitas

Reliabilitas menggambarkan sejauh mana suatu tes dianggap konsisten jika hasilnya tetap sama ketika diulangi pada subjek yang sama dan dalam kondisi yang serupa. Reliabel menunjukkan kekonsistenan instrumen dalam pengukuran yang sama. Penelitian ini menggunakan *Cronbach alpha* yang dihitung menggunakan bantuan *IMB SPSS versi 26.0*. Rumus *Cronbach alpha* sebagai berikut.

$$r_{11} = \frac{k}{(k-1)} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

$$\text{Dimana } S_t^2 = \frac{\sum X_t^2}{n} - \left(\frac{\sum X_t}{n^2} \right)^2$$

Keterangan:

r_{11} = koefisien reliabilitas *Cronbach alpha*

k = jumlah item soal

$\sum si^2$ = jumlah varian skor tiap item

S_t^2 = varians total

n = jumlah responden

X_t = skor total

(Arikunto, 2013)

Tabel 3. 3 Kategori Reliabilitas Butir Soal

Indeks Reliabilitas	Kriteria
$0,80 \leq r_{11}$	Sangat Tinggi
$0,60 \leq r_{11}$	Tinggi
$0,40 \leq r_{11} < 0,60$	Cukup
$0,20 \leq r_{11} < 0,40$	Rendah
$0,00 \leq r_{11} < 0,20$	Sangat Rendah

(Sundayana, 2015)

3. Taraf Kesukaran Soal

Soal yang baik tidak terlalu mudah atau terlalu sulit. Tingkat kesulitan suatu soal dapat diukur dengan menggunakan bantuan *IMB SPSS 26.0*. Tingkat kesulitan masing-masing soal dapat dinilai sesuai kriteria yang tercantum dalam Tabel 3.4. Perhitungan taraf kesukaran soal dengan rumus berikut:

$$P = \frac{B}{Js}$$

Keterangan:

P = Indeks kesukaran

B = Banyaknya peserta didik yang menjawab soal dengan benar

Js = Banyaknya peserta didik soal

Tabel 3. 4 Kriteria Tingkat Kesukaran

Tingkat Kesukaran	Kriteria
$0,00 \leq I < 0,30$	Sukar
$0,31 \leq I < 0,70$	Sedang
$0,71 \leq I < 1,00$	Mudah

(Arikunto, 2013)

4. Uji Daya Beda

Uji daya pembeda bertujuan untuk menilai apakah sebuah item tes mampu membedakan antara peserta didik dengan tingkat kemampuan yang berbeda. Sebelum melakukan uji, data yang diperoleh harus diurutkan dari nilai tertinggi hingga nilai terendah. Perhitungan daya pembeda soal dilakukan dengan menggunakan bantuan *IMB SPSS versi 26.0*. Kriteria untuk menentukan daya pembeda soal dapat ditemukan dalam Tabel 3.5. Berikut adalah rumus yang digunakan untuk menguji daya pembeda:

$$D = \frac{BA}{JA} - \frac{BB}{JB} = P_A - P_B$$

Keterangan:

BA = banyaknya peserta didik kelompok atas yang menjawab soal dengan benar

BB = banyaknya peserta didik kelompok bawah yang menjawab soal dengan benar

JA = jumlah peserta didik pada kelompok atas

JB = jumlah peserta didik pada kelompok bawah

Tabel 3. 5 Kriteria Indeks Daya Pembeda

Tingkat Kesukaran	Kriteria
D = 0,71-1,00	Sangat baik
D = 0,41-0,70	Baik
D = 0,21-0,70	Cukup
D = 0,00-0,20	Jelek
D = Negatif	Semuanya tidak baik, soal dibuang

(Arikunto, 2013)

G. Teknik Analisis Data

1. Uji Prasyarat Analisis

Instrumen sebelum diuji hipotesis, langkah awal adalah melakukan uji prasyarat analisis data dengan uji normalitas dan homogenitas.

a. Uji Normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk melihat sampel berdistribusi normal atau tidak. Pengujian normalitas pada penelitian ini menggunakan *Kolmogrov-Smirnov* pada taraf signifikasi 5% dengan *IMB SPSS 26.0*. Pilihan uji dipilih karena cocok untuk data lebih dari 50. Nilai sig. > 0,05 data berdistribusi normal, sementara apabila nilai sig. < 0,05 data tidak berdistribusi normal.

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas bertujuan untuk melihat apakah data homogen atau tidak. Pengujian homogenitas digunakan uji *Lavene* dengan bantuan *IMB SPSS 26.0*. Nilai sig. < 0,05 berarti

data tidak homogen, sementara nilai $\text{sig.} > 0,05$ berarti data tersebut homogen.

2. Uji Hipotesis

a. Uji t-test

Uji hipotesis melalui uji *independent sample t-test*. Uji t dilakukan untuk membandingkan nilai *mean* keterampilan berpikir kritis peserta didik dari dua kelompok yang berbeda. Uji t dilaksanakan dengan menggunakan perangkat lunak *IBM SPSS 26.0*. Rumus uji t sebagai berikut (Sudjana, 1990):

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

Keterangan:

$\bar{x}_1$: nilai rata-rata kelas eksperimen

$\bar{x}_2$: nilai rata-rata kelas kontrol

n_1 : jumlah sampel kelas eksperimen

n_2 : jumlah sampel kelas kontrol

S_1^2 : varians kelompok kelas eksperimen

S_2^2 : varians kelompok kelas kontrol

Dasar pengambilan kriteria pengujian untuk uji t ini adalah:

Jika $t_{\text{hitung}} < t_{\text{tabel}}$ maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

Jika $t_{\text{hitung}} > t_{\text{tabel}}$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

b. Uji *Effect Size*

Effect size digunakan untuk mengetahui seberapa pengaruh antara kelas kontrol dan eksperimen setelah diberikan masing-masing perlakuan. Perhitungan uji *effect size* menggunakan rumus *Cohend*, sebagai berikut:

$$d = \frac{\overline{x1} - \overline{x2}}{S_{pooled}}$$

Keterangan:

d = *Effect Size*

$\overline{x1}$ = Skor rata-rata *post-test* kelas eksperimen

$\overline{x2}$ = Skor rata-rata *post-test* kelas kontrol

S_{pooled} = Standar deviasi gabungan

Hasil perhitungan dapat dilihat pada kriteria klasifikasi *Effect Size* pada Tabel 3.6:

Tabel 3. 6 Kategori *Effect Size*

Rentang	Interpretasi
$d < 0,2$	Rendah
$0,2 \leq d < 0,8$	Sedang
$\geq 0,8$	Tinggi

(Cohen, 1998)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Hasil Penelitian

Berdasarkan pengambilan data yang dilakukan di SMA Negeri 12, diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan, peneliti menyusun instrumen berupa soal *essay* dan diuji validitasnya kemudian diujicobakan kepada peserta didik kelas XII C SMAN 1 Boja. Instrumen ini guna untuk mengukur keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Tahap penyusunan instrumen terdiri dari beberapa langkah, diantaranya:

a. Penyusunan Instrumen Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik

Penyusunan instrumen untuk mengukur keterampilan berpikir kritis peserta didik melalui langkah-langkah berikut:

- 1) Menentukan tujuan instrumen yang akan dibuat.
- 2) Pembatasan materi yang akan diuji, yaitu materi kesetimbangan kimia kelas XI semester genap tahun ajaran 2023/2024.
- 3) Menentukan berapa banyak soal yang akan diujikan.
Peneliti membuat instrumen sebanyak 15 butir soal

essay yang mencakup 6 aspek indikator keterampilan berpikir kritis.

- 4) Menyusun kisi-kisi soal.
- 5) Mengkategorikan setiap soal sesuai dengan ranah kognitif dan indikator keterampilan berpikir kritis yang ditunjukkan pada Tabel 4.1 dan 4.2.

Ranah Kognitif Instrumen Tes

Tabel 4. 1 Ranah Kognitif Instrumen Tes

No	Kognitif	Nomor Soal	Jumlah
1.	C4	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14	13
2.	C5	12	1
3.	C6	15	1

Tabel 4. 2 Indikator Keterampilan Berpikir Kritis

No	Kognitif	Nomor Soal	Jumlah
1.	<i>Focus</i>	10	1
2.	<i>Reason</i>	1, 2, 7, 8,	4
3.	<i>Inference</i>	3, 9, 11,	3
4.	<i>Situation</i>	14	1
5.	<i>Clarity</i>	4, 5, 6, 12, 13,	5
6.	<i>Overview</i>	15	1

- 6) Melakukan validitas instrumen. Instrumen soal diuji validitasnya oleh 2 dosen UIN Walisongo Semarang dan 1 guru kimia SMA Negeri 12 Semarang. Validator 1 menyatakan bahwa instrumen layak digunakan dengan revisi yaitu, beberapa soal disesuaikan dengan indikator keterampilan berpikir kritis dan kata kerja operasional berdasarkan ranah kognitif. Validator 2

menyatakan bahwa instrumen tersebut layak digunakan. Validator menyatakan bahwa instrumen layak digunakan dengan revisi yaitu, beberapa penulisan soal yang masih *typo* atau salah ketik.

- 7) Melakukan uji coba instrumen kepada peserta didik kelas XII C SMAN 1 Boja. Hasil uji coba dianalisis menggunakan uji validitas, uji reliabilitas, tingkat kesukaran, dan uji daya pembeda soal dengan *IMB SPSS 26.0*.

- 8) Analisis uji validitas Konstruk

Setiap butir soal yang telah diujikan harus diuji kevalidannya. Item soal yang dianggap valid dapat digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kritis peserta didik melalui *pre-test* dan *post-test*. Pengujian instrumen oleh kelas XII C SMAN 1 Boja sebanyak 30 responden memperoleh r tabel sebesar 0,361 pada taraf signifikansi 5%. Instrumen dikatakan valid jika $r_{hitung} > r_{tabel}$ (Arikunto, 2013). Hasil validitas dapat dilihat pada tabel pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Validitas Soal Uji Coba

No	Kriteria	Nomor Soal	Jumlah	Presentase (%)
1.	Valid	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14	13	87
2.	Tidak valid	10, 15	2	13

Jumlah	15	100
---------------	----	-----

9) Uji Reliabilitas

Reliabilitas bertujuan guna mengukur konsistensi dalam jawaban yang diberikan pada instrumen. (Arikunto, 2013). Uji reliabilitas menggunakan *Cronbach alpha* dengan bantuan *IMB SPSS 26.0* dan hasil yang didapatkan sebesar 0,860. Hasil analisis reliabilitas soal termasuk dalam kategori sangat tinggi.

10) Taraf Kesukaran Soal

Taraf kesukaran bertujuan untuk menentukan apakah soal termasuk kategori mudah, sedang, atau sukar bagi peserta didik. Tabel 4.4 terlihat bahwa tidak ada soal yang sukar, 14 butir soal berada kategori sedang dan 1 soal berada dikategori mudah. Hasil uji taraf kesukaran soal dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Uji Tingkat Kesukaran

No	kriteria	Nomor Soal	Jumlah	Presentase (%)
1.	Sedang	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15	14	93
2.	Mudah	1	1	7
3.	Sukar	-		
Jumlah			15	100

11) Daya Pembeda Soal

Uji daya beda bertujuan untuk mengetahui perbedaan antara kemampuan peserta didik. Hasil analisis daya beda disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Uji Daya Beda

No	kriteria	Nomor Soal
1.	Sangat baik	7, 8,
2.	Baik	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 11, 12, 14
3.	Cukup	-
4.	Jelek	13
5.	Semuanya tidak baik, soal dibuang	-

Berdasarkan pengujian validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran dan daya beda didapatkan sebanyak 10 butir soal terpilih untuk digunakan sebagai penelitian terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik, yang dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Butir Soal yang dipakai dan dibuang

No	Indikator	Nomor Soal	Nomor Soal dipakai	Nomor Soal dibuang
1.	<i>Focus</i>	10	-	10
2.	<i>Reason</i>	1, 2, 7, 8	2, 7, 8	1
3.	<i>Inference</i>	3, 11	3, 11	-
4.	<i>Situation</i>	14	14	-
5.	<i>Clarity</i>	4, 5, 6, 9, 12, 13	4, 6, 9, 12	5, 13
6.	<i>Overview</i>	15	-	15
Jumlah			10	5

Berdasarkan analisis data, soal pada nomor 10 dan 15 tidak valid, soal nomor 1 dengan kategori mudah dan soal nomor 13 dalam kriteria jelek. Soal nomor 5 dan 6 sama-sama menganalisis kesetimbangan tekanan dan indikator keterampilan berpikir kritis yaitu *clarity* sehingga soal yang dipakai nomor 2,3,4,6,7,8,9,11,12,14.

b. Menyusun Modul Ajar

Proses pembelajaran kelas eksperimen dengan sintaks PBL-STEM dan kelas kontrol dengan model *active learning* dengan metode ceramah dan diskusi. Modul ajar dirancang sesuai proses pembelajaran dengan capaian pembelajaran di sekolah.

c. Menyusun Lembar Kerja Peserta Didik

LKPD disusun dengan tahapan model PBL-STEM. Kelas yang menggunakan LKPD adalah kelas eksperimen, karena model PBL-STEM diterapkan di kelas tersebut.

2. Tahap Pelaksanaan

Penelitian dilakukan di SMA Negeri 12 Semarang pada tanggal 5 Maret sampai dengan 20 Maret 2024. Penelitian ini melibatkan peserta didik kelas XI MIPA khususnya kelas XI F.7 dan kelas XI F.8 di SMA Negeri 12 Semarang. Materi yang digunakan adalah kesetimbangan kimia.

Kedua kelas diberikan *pre-test* kemudian dilakukan proses Pembelajaran. Kelas kontrol dengan model *active learning* (metode ceramah dan diskusi). Sementara kelas eksperimen

dengan model pembelajaran PBL-STEM. Pembelajaran selesai, kemudian diberikan *post-test* kepada masing-masing kelas guna mengetahui hasil akhir. Kelas kontrol yaitu kelas XI F.7 dan kelas XI F.8 dijadikan kelas eksperimen.

a. *Pre-test*

Pre-test dilakukan untuk mengetahui kemampuan awal peserta didik pada materi kesetimbangan kimia. Berdasarkan hasil *pre-test* dari kedua kelas diperoleh nilai rata-rata yang dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Nilai Rata-Rata Eksperimen dan Kontrol

Kelas	Nilai		Rata-rata
	Tertinggi	Terendah	
Eksperimen	35	2,5	14,429
Kontrol	30	2,5	14,236

Berdasarkan Tabel 4.7 *pre-test* kelas eksperimen memperoleh rata-rata sebesar 14,429, sedangkan kelas kontrol memperoleh rata-rata 14,236.

b. Proses Pembelajaran

1) Kelas Kontrol

Pada kelas XI F.7 pembelajaran menggunakan model *active learning* dengan metode ceramah dan diskusi. Sistem pembelajaran ini masih menjadi pilihan umum para guru kimia di SMA Negeri 12 Semarang. Pembelajaran kelas kontrol dilakukan selama 5 kali pertemuan disesuaikan dengan modul ajar yang telah disusun peneliti. Pertemuan pertama diadakan *pre-test*, kedua

menyampaikan materi konsep kesetimbangan kimia, ketiga menyampaikan materi tetapan dan perhitungan kesetimbangan kimia, keempat menyampaikan materi pergeseran kesetimbangan kimia dan penerapan dalam dunia industri, dan yang kelima *post-test*.

2) Kelas Eksperimen

Pembelajaran di kelas XI F.8 menggunakan model pembelajaran PBL-STEM pada materi kesetimbangan kimia. Pembelajaran dilaksanakan selama 5 kali pertemuan. Pertemuan pertama dilakukan *pre-test*, kedua sampai keempat penerapan model PBL-STEM dan pertemuan kelima *post-test*

Pembelajaran dengan model PBL dilaksanakan sesuai dengan 5 sintak yaitu orientasi peserta didik pada masalah, mengorganisir peserta didik untuk belajar, membimbing penyelidikan mandiri dan kelompok, mengembangkan dan menyajikan hasil kerja, menganalisis serta mengevaluasi proses penyelesaian masalah.

Pembelajaran ini juga berbasis pendekatan STEM (*science, technology, engineering, mathematics*). Aspek sains, peserta didik dapat mengamati suatu permasalahan yang sudah disediakan pada LKPD sesuai dengan tujuan pembelajaran tiap pertemuan. Aspek *technology* peserta didik dapat mengamati video pembelajaran yang sudah disediakan pada LKPD dan dapat mencari informasi dari

berbagai sumber untuk membantu memecahkan masalah. Pada aspek *engineering* peserta didik dapat mengamati proses industri pembuatan asam sulfat dan mengamati praktikum kesetimbangan kimia melalui video pada LKPD. Pada aspek *mathematics* peserta didik dapat menuliskan reaksi kimia yang terjadi dan menghitung tetapan kesetimbangan kimia.

c. *Post-test*

Post-test diberikan kepada kelas kontrol dan kelas eksperimen setelah diberikan perlakuan yang bertujuan untuk mengetahui hasil akhir keterampilan berpikir kritis peserta didik. Nilai rata-rata tersebut diperoleh berdasarkan hasil posttest kedua kelas sampel disajikan pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Nilai Rata-Rata *Post-test* Kelas Eksperimen

Kelas	Nilai		Rata-rata
	Tertinggi	Terendah	
Eksperimen	92,5	62,5	76,071
Kontrol	77.5	30	55,347

3. Keterlaksanaan Model PBL-STEM

Pembelajaran kelas eksperimen sebanyak lima kali pertemuan. Berdasarkan hasil observasi guru kimia, peneliti menerapkan model PBL-STEM yang disusun sesuai dengan sintaks yang termuat dalam modul ajar. Keterlaksanaan model PBL-STEM dilengkapi oleh LKPD yang mendukung pembelajaran pada setiap fase dalam

penerapan model PBL-STEM. LKPD berbasis STEM dapat digunakan untuk melatih keterampilan berpikir kritis yang sesuai digunakan dalam pembelajaran (Hartini *et al.*, 2020).

Penelitian dibagi menjadi tiga tahap yaitu *pre-test*, *treatment*, dan *post-test*. Penelitian dilakukan selama lima pertemuan atau 12 jam pelajaran (JP). Pada pertemuan pertama, peserta didik mengerjakan *pre-test* pada kelas eksperimen dan control selama 2 JP atau 90 menit. Tujuan dari *pre-test* ini adalah untuk mengetahui kemampuan awal peserta didik.

Pertemuan kedua, dilaksanakan selama 3 JP. Peneliti menggunakan model Pembelajaran *active learning* tanpa menggunakan LKPD untuk memberikan materi kepada peserta didik di kelas kontrol. Kelas eksperimen pada tahap ini dilakukan peneliti memberikan perlakuan menggunakan model pembelajaran PBL-STEM dengan menerapkan 5 sintaks yang memuat aspek *science* dan *technology*. Materi pertemuan kedua adalah konsep kesetimbangan kimia.

Sintaks pertama peneliti melakukan orientasi masalah. Peneliti memperlihatkan dua contoh masalah melalui tautan video YouTube. Contoh pertama adalah fenomena minuman berkarbonasi. Contoh kedua adalah fenomena perkaratan besi. Melalui contoh-contoh tersebut, Permasalahan yang disajikan diperlihatkan kepada peserta

didik untuk diamati, diidentifikasi dan diteliti. Tujuan dari pembelajaran berbasis masalah adalah agar peserta didik memperoleh kemampuan memecahkan masalah praktis, mendapatkan pengetahuan yang lebih baik tentang apa yang diketahuinya, memperoleh keterampilan berpikir yang lebih maju, mandiri, dan percaya diri (Trianto, 2011).

Sintaks kedua, peneliti menggunakan diskusi dan tanya jawab untuk mengorganisasikan peserta didik. Peneliti bertanya terkait contoh fenomena yang disajikan, yakni mengapa kedua fenomena tersebut bisa terjadi dalam konteks reaksi kesetimbangan kimia. Adanya pertanyaan yang diberikan menjadikan peserta didik berusaha membangun pengetahuannya yang dikaitkan dengan materi. Melalui tanya jawab peserta didik lebih aktif dan proses pembelajaran tidak terbatas pada guru (Priyanto dan De Kock, 2021).

Supaya peserta didik dapat memperdalam pemahaman dan mengeksplorasi konsep lebih lanjut, peneliti membagi peserta didik menjadi enam kelompok untuk menyelesaikan LKPD yang berbasis PBL-STEM. LKPD berbasis PBL-STEM dapat membantu peserta didik mengaitkan konsep-konsep dengan situasi nyata yang telah mereka pelajari, serta memberikan dukungan guna mendapatkan pemahaman dan kemampuan menjawab pertanyaan (Ayunda *et al.*, 2023) .

Sintaks ketiga yaitu membantu investigasi mandiri dan kelompok. Peneliti mengarahkan diskusi dan mencari permasalahan guna peserta didik dapat mengamati masalah yang sudah dipaparkan dengan cara menjawab beberapa pertanyaan pada LKPD sebagai proses pengumpulan data. Selama diskusi peserta didik dapat mengumpulkan informasi dari sumber lainnya dengan memanfaatkan teknologi.

Sintaks keempat yaitu menyajikan hasil karya, dimana peserta didik menyampaikan hasil LKPD melalui presentasi dengan kelompok. Kelompok lain yang tidak presentasi diperbolehkan untuk memberikan pertanyaan, kritik, masukan, dan melengkapi jawaban yang belum lengkap.

Sintaks kelima adalah analisis dan evaluasi pemecahan masalah. Kegiatan yang dilakukan dalam sintaksis ini melibatkan peneliti memberikan penguatan, menglarifikasi miskonsepsi, dan menginstruksikan peserta didik untuk menarik kesimpulan pertemuan kedua. Salah satu peserta didik menyatakan hal bahwa reaksi *reversible* adalah reaksi yang dapat berlangsung dari reaktan menjadi produk dan produk menjadi reaktan. Contohnya reaksi pada soda, dimana CO_2 dan H_2O membentuk H_2O_3 yang nantinya dapat diuraikan Kembali menjadi CO_2 dan H_2O . reaksi reversible adalah reaksi yang berlangsung dari pereaksi membentuk produk (satu arah). Contohnya perkaratan besi, besi yang

sudah berkarat tidak dapat kembali menjadi besi semula reaksi tersebut hanya mengulangi oksidasi tanpa dapat menghilangkannya secara keseluruhan.

Pertemuan ketiga, dilaksanakan selama 2 JP. Pada kelas kontrol peneliti menggunakan model *active learning* tanpa LKPD, sedangkan pada kelompok eksperimen digunakan model pembelajaran PBL-STEM dengan menerapkan 5 sintaks yang memuat aspek *science* dan *technology*. Pertemuan ketiga akan membahas terkait tetapan dan perhitungan kesetimbangan kimia.

Sintaks pertama peneliti melakukan orientasi masalah yang artinya peneliti memaparkan gambar fenomena roket. Roket menggunakan salah satu bahan bakar N_2O_4 , yang mana senyawa tersebut salah satu controh kesetimbangan dinamis. Permasalahan yang disajikan diamati, diidentifikasi dan dipelajari oleh peserta didik melalui ilustrasi tersebut.

Sintaks kedua yaitu mengorganisasi peserta didik untuk belajar. Peneliti mengatur diskusi dan sesi tanya jawab, kemudian mengajukan pertanyaan terkait dengan gambar pada LKPD yang telah disajikan dalam langkah orientasi masalah. Kegiatan tanya jawab peserta didik berlatih mengembangkan keterampilan berpikirnya. Hal ini sejalan dengan penelitian Sani (2016) yang menunjukkan bahwa peserta didik dapat meningkatkan keterampilan

berpikir kritis dan kreatif melalui interaksi dan kolaborasi dengan teman sekelas. Proses tanya jawab memungkinkan peserta didik diharapkan mampu menganalisis, mensintesis, mengevaluasi (Lufri, 2020). Supaya peserta didik dapat memperdalam pemahaman dan mengeksplorasi konsep lebih lanjut, peneliti membagi peserta didik menjadi enam kelompok untuk menyelesaikan LKPD yang berbasis PBL-STEM. Peserta didik memahami video pada lembar LKPD.

Sintaks ketiga yaitu membantu investigasi mandiri dan kelompok. Pada sintaks ketiga, peneliti mengarahkan jalannya diskusi dan menyelidiki masalah. Peserta didik mengamati permasalahan yang sudah dipaparkan dengan cara menjawab beberapa pertanyaan pada LKPD sebagai proses mengumpulkan informasi. Pada saat diskusi peserta didik dapat mengumpulkan dari berbagai sumber lainnya termasuk dengan memanfaatkan teknologi.

Sintaks keempat yaitu menyajikan hasil karya, dimana peserta didik menyampaikan hasil LKPD melalui presentasi dengan kelompok. Kelompok lain yang tidak presentasi diperbolehkan untuk memberikan pertanyaan, kritik, masukan, dan melengkapi jawaban yang belum lengkap.

Sintaks kelima adalah analisis dan evaluasi pemecahan masalah. Kegiatan yang dilakukan dalam sintaks ini melibatkan peneliti memberikan penguatan, mengklarifikasi miskonsepsi, dan arahan untuk menarik kesimpulan pada

pertemuan ketiga. Salah satu peserta didik menyatakan hal bahwa kesetimbangan terjadi ketika laju reaksi maju sama dengan laju reaksi balik. K_c merupakan konstanta kesetimbangan dalam hal konsentrasi mol per liter, sedangkan K_p adalah konstanta kesetimbangan dalam hal tekanan parsial gas. Konversi antara K_c dan K_p tergantung pada persamaan gas yang digunakan dalam reaksi dengan pengaruh perubahan suhu, tekanan atau konsentrasi dapat mengubah nilai K_c dan K_p tetapi kesetimbangan tetap terjaga.

Pertemuan ketiga menjadi pertemuan yang kurang efektif karena pembelajaran melibatkan perhitungan. Peserta didik merasa kesulitan dalam mengerjakan perhitungan tetapan kesetimbangan sehingga peserta didik merasa malas selama pembelajaran berlangsung. Sesuai dengan penelitian (Charli et al., 2018) menyatakan bahwa tantangan peserta didik dalam memecahkan soal perhitungan menyebabkan timbul rasa malas selama kegiatan pembelajaran.

Pertemuan keempat selama 3 JP. Pada kelas kontrol peneliti memberikan materi langsung melalui model *active learning* tanpa bantuan LKPD. Kelas eksperimen diberi perlakuan yaitu pembelajaran dengan model PBL-STEM. subbab yang diajarkan adalah faktor pergeseran kesetimbangan kimia.

Sintaks pertama adalah orientasi masalah. Peneliti menjelaskan sebuah contoh industri pembuatan asam sulfat. Peserta didik memahami teknik pembuatan asam sulfat, Melalui ilustrasi tersebut, peserta didik mengamati, menemukan, dan menyelidiki permasalahan yang disajikan.

Sintaks kedua yang dilakukan peneliti adalah diskusi dan tanya jawab. Salah satu pertanyaan yang diajukan oleh peneliti yaitu apa saja yang dapat kita lakukan untuk memperoleh hasil maksimum pada proses pembuatan amonia. Supaya peserta didik dapat memperdalam pemahaman dan mengeksplorasi konsep lebih lanjut, peneliti membagi peserta didik menjadi enam kelompok untuk menyelesaikan LKPD yang berbasis PBL-STEM.

Sintaks ketiga yaitu membantu investigasi mandiri dan kelompok. Pada sintaks ketiga, peneliti mengarahkan jalannya diskusi dan menyelidiki masalah. Peserta didik mengamati permasalahan yang sudah dipaparkan dengan cara mengumpulkan informasi terkait fafaktor-faktor yang mempengaruhi arah pergeseran kesetimbangan dengan mengamati video praktikum pada LKPD untuk membuktikan kebenaran hipotesis yang sudah dibuat. Setelah melakukan pengamatan peserta didik diminta untuk melengkapi beberapa pertanyaan terkait hasil pengamatan yang didapat. Pada saat diskusi peserta didik

mengumpulkan informasi dari beberapa sumber dengan memanfaatkan teknologi.

Sintaks keempat yaitu menyajikan hasil karya, dimana peserta didik menyampaikan hasil LKPD melalui presentasi dengan kelompok. Kelompok lain yang tidak presentasi diperbolehkan untuk memberikan pertanyaan, kritik, masukan, dan melengkapi jawaban yang belum lengkap.

Sintaks kelima adalah analisis dan evaluasi pemecahan masalah. Kegiatan yang dilakukan dalam sintaks ini melibatkan peneliti memberikan penguatan, mengklarifikasi miskonsepsi, dan arahan untuk menarik kesimpulan pada pertemuan keempat. Pendidik juga dapat menyimpulkan atau menambahkan materi yang telah dipelajari. Adanya penguatan setelah proses pembelajaran akan mendukung teori Burner. Menurut Burner, setelah belajar pendidik memiliki peran penting dalam membantu penyelesaian masalah yang belum terselesaikan selama proses pembelajaran. (Rohmah, 2021).

Pertemuan kelima yaitu *post-test* selama 2 JP. Peserta didik diberi *post-test* setelah selesai diberikan Pembelajaran. Tujuan *post-test* untuk mengetahui kemampuan hasil akhir peserta didik.

B. Hasil Analisis Data dan Uji Hipotesis

1. Uji Prasyarat

a. Uji Normalitas

Uji normalitas dianalisis dengan berbantuan *SPSS 26.0* menggunakan metode Kolmogrov-Smirnov karena sampel yang digunakan > 50 . Nilai sig. $> 0,05$ menandakan data berdistribusi normal, sedangkan nilai sig $< 0,05$ menandakan data tidak berdistribusi normal. Hasil uji normalitas dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Uji Normalitas Hasil *Pre-test* dan *Post-test*

<i>Pre-test/Post-test</i>	Jumlah Peserta Didik	<i>Sig</i>	Taraf <i>Sig</i>
<i>Pre-test</i> Kontrol	36	0,138	0,05
<i>Post-test</i> Kontrol	36	0,088	0,05
<i>Pre-test</i> Eksperimen	35	0,151	0,05
<i>Post-test</i> Eksperimen	35	0,073	0,05

Berdasarkan Tabel 4.9 uji normalitas dari data *pre-test* dan *post-test* kedua kelas berdistribusi normal.

b. Homogenitas

Uji homogenitas bertujuan untuk memastikan bahwa sampel data mempunyai tingkat homogenitas tertentu. Keputusan uji homogenitas diambil berdasarkan nilai signifikansi (sig), nilai sig $> 0,05$ sebaran data homogen, sementara nilai sig $< 0,05$ sebaran data dianggap tidak homogen. Hasil uji Lavene menunjukkan sig 0,270 $> 0,05$ maka data tersebut berdistribusi homogen.

2. Uji Hipotesis

a. Uji t

Pengujian hipotesis penelitian ini digunakan uji *independent sample t test*. Tujuan dari uji t adalah untuk melihat apakah rata-rata skor keterampilan berpikir kritis dari dua kelompok peserta didik sebanding. Hasil pengujian uji t dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 *Independent Sample Test*

		Sig.	Sig. (2-tailed)
Nilai <i>Posttest</i>	Equal variance assumed	0,270	0,000
	Equal variance not assumed		0,000

Berdasarkan Tabel 4.10 hasil hipotesis uji t sebesar 0,000, yang berarti penggunaan model PBL-STEM memberikan pengaruh terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi kesetimbangan kimia. Hasil perhitungan menunjukkan H_0 ditolak dan H_a diterima jika nilai sig < 0,05.

b. *Effect Size*

Effect size bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh setelah diberikan suatu perlakuan. Hasil pengujian *effect size* sebesar 1,0 tergolong kategori tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa model PBL-STEM mempunyai

pengaruh yang signifikan. Perhitungan *effect size* dilakukan sebagai berikut:

Diketahui:

$$\bar{x}_t : 76,071$$

$$\bar{x}_c : 55,347$$

$$Spooled : 21,1171$$

$$d = \frac{\bar{x}_t - \bar{x}_c}{Spooled}$$

$$d = \frac{76,071 - 55,347}{21,1171} = 1,0$$

C. Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana model pembelajaran PBL dengan pendekatan STEM memengaruhi keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi kesetimbangan kimia. Berdasarkan observasi dan hasil penelitian yang dilakukan, model PBL dengan pendekatan STEM cocok diterapkan di SMA Negeri 12 Semarang. Penerapan model PBL-STEM akan mendorong inovasi dan meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik (Ariyatun dan Octavianelis, 2020).

Sebelum digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir kritis, instrumen tersebut divalidasi oleh 2 dosen dan 1 guru. Tujuan validasi adalah untuk menilai kesesuaian instrumen dengan indikator dan materi yang dijadikan acuan. Apabila instrumen telah dianggap sesuai, maka dapat

digunakan dalam penelitian. Berdasarkan validasi, instrumen dinyatakan layak dengan syarat revisi, kemudian instrumen tersebut diujicobakan. Uji coba instrumen tes tersebut di SMAN 1 Boja kelas XII C menggunakan *google formulir*. Data diperoleh dianalisis validitas, reliabilitas, uji daya beda, dan tingkat kesukaran soal dengan menggunakan bantuan *IBM SPSS 26.0*. setelah analisis selesai, 13 butir soal dianggap valid dan 2 soal tidak valid. Hasil dari 13 soal tersebut kemudian dianalisis kembali sehingga didapatkan 10 soal yang dijadikan *pre-test* dan *post-test* pada saat penelitian.

Peneliti menggunakan model PBL berbasis pendekatan STEM dengan menghubungkan empat aspek, yaitu *science*, *technology*, *engineering*, dan *mathematics*. Penerapan PBL-STEM diharapkan mampu berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik. Model PBL-STEM ketika dilaksanakan pembelajaran dapat meningkatkan minat belajar, mendukung penyelesaian suatu permasalahan yang biasa terjadi di lingkungan sekitar, dan akan menjadikan proses pembelajaran di kelas lebih bermakna (Mulyani, 2019).

Menurut Hasanah *et al.*, (2021) pembelajaran berbasis STEM mendorong interaksi antar peserta didik dalam berdiskusi untuk menyampaikan ide dan pemikiran mereka pertanyaan pada LKPD sesuai tahapan pembelajaran. Selama pembelajaran, peserta didik memperoleh informasi atau pengetahuan baru dari pengamatannya, dan mereka

menjelaskan konsep-konsep tersebut dengan pemahamannya. eksperimen yang dilakukan serta menjawab pertanyaan dengan mempertimbangkan kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki. Penerapan pendekatan pembelajaran STEM diyakini mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik (Ritonga dan Zulkarnain, 2021).

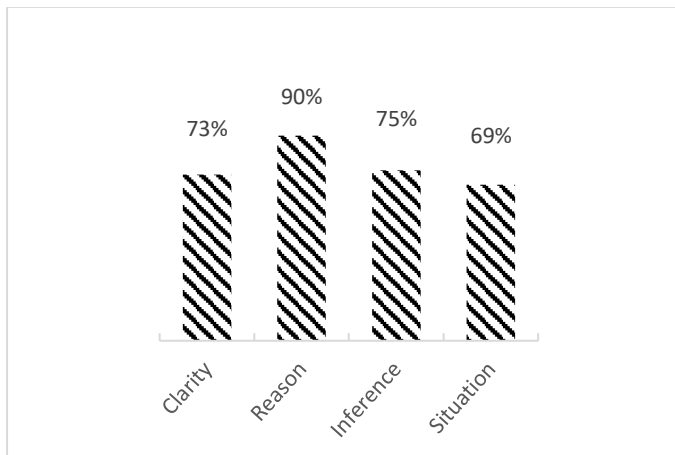
Penerapan model PBL sesuai dengan sintaks menurut Arends (2008) yang terdiri atas 5 sintaks, yaitu orientasi peserta didik pada masalah, organisasi peserta didik untuk belajar, membimbing penyelidikan mandiri dan kelompok, mengembangkan dan menjelaskan hasil karya, serta menganalisis dan mengevaluasi penyelesaian masalah. Penggunaan model PBL akan menjadikan peserta didik terlibat aktif selama proses pembelajaran dan memperoleh keterampilan berpikir kritis yang kuat (Mustofa *et al.*, 2021).

Keterampilan berpikir kritis peserta didik diuji dengan soal *essay* yang terdiri dari 10 butir soal. Indikator keterampilan berpikir kritis mengacu pada enam indikator yang dijelaskan oleh (Ennis, 2011) yaitu, 1) *focus*, 2) *reason*, 3) *inference*, 4) *situation*, 5) *clarity*, 6) *overview*. Peneliti pada penelitian ini menggunakan empat indikator yaitu *reason*, *inference*, *situation* dan *overview*. Hal ini dikarenakan pada saat uji validitas konstruk soal indikator *focus* dan *overview* dinyatakan tidak valid, sehingga tidak dapat dijadikan instrumen soal tes. Indikator dapat dilihat dari jawaban *post-*

test peserta didik. Presentase keterampilan berpikir kritis berdasarkan indikator ditunjukkan oleh Tabel 4.11 dan Gambar 4.1.

Tabel 4. 11 Kategori Indikator Berpikir Kritis

Indikator	Presentase (%)	Kategori
<i>Reason</i>	90%	Cukup
<i>Situation</i>	69%	Tinggi
<i>Inference</i>	75%	Sangat Tinggi
<i>Clarity</i>	73%	Tinggi

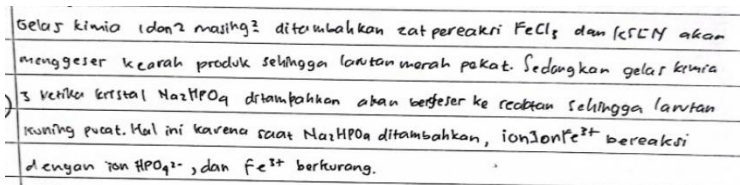


Gambar 4. 1 Presentase Keterampilan Berpikir Kritis

Berdasarkan tabel dan gambar, memperlihatkan bahwa indikator tertinggi berada pada *reason* yaitu sebesar 90%, kedua adalah *inference* sebesar 75%, *clarity* sebesar 73%, dan indikator terendah adalah *situation* yaitu sebesar 69%.

Indikator pertama yaitu *reason*. *Reason* adalah kemampuan peserta didik untuk mengidentifikasi atau

memberikan alasan tentang jawaban yang dikemukakan. Misalnya peserta didik diminta untuk menganalisis dengan memberikan alasan terkait dengan data hasil percobaan pengaruh konsentrasi terhadap pergeseran arah kesetimbangan. Indikator *reason* merupakan indikator dengan presentase tertinggi yaitu sebesar 90% berada pada kategori sangat tinggi. Tingginya presentase dikarenakan peserta didik sudah mampu berpikir secara rasional untuk memberikan



Gelar kimia FeCl_3 dan KSCN akan menggeser ke arah produk sehingga larutan merah pekat. Sedangkan gelar kimia Na_2HPO_4 ditambahkan akan bergeser ke reaktan sehingga larutan menjadi putih. Hal ini karena saat Na_2HPO_4 ditambahkan, ion Fe^{3+} bereaksi dengan ion HPO_4^{2-} , dan Fe^{3+} berkurang.

Gambar 4. 2 Jawaban Indikator *Reason*

alasan atau penalaran secara efektif dalam menjawab pertanyaan atau menyusun argumen berdasarkan fakta. Hal ini sejalan dengan pendapat Suyono dan Haryanto (2011) yang menyatakan bahwa belajar dipandang sebagai suatu usaha untuk mengerti sesuatu dengan cara mengaitkan pengetahuan baru kedalam struktur berpikir yang sudah ada dan dilakukan secara aktif oleh peserta didik dalam membuat alasan berdasarkan fakta. Berikut contoh jawaban dari peserta didik:

Indikator kedua yaitu *situation*. *Situation* adalah kemampuan peserta didik untuk memperhatikan dengan cermat situasi yang terjadi atau menggunakan seluruh informasi yang terkait dengan masalah yang dihadapi.

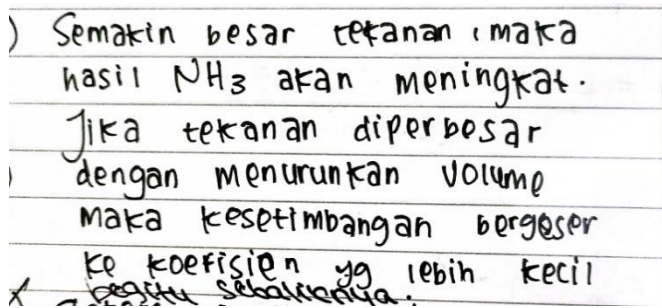
Misalnya peserta didik mampu membandingkan kondisi maksimal untuk memproduksi bahan-bahan kimia berdasarkan suhu dan tekanan. Indikator ini merupakan indikator terendah yaitu sebesar 69% dalam kategori cukup. Rendahnya presentase yang didapat karena peserta didik belum memiliki kemampuan yang baik dalam mengamati dan memahami situasi atau konteks yang diberikan dalam pertanyaan. Peserta didik belum cukup mampu dalam menetapkan informasi berdasarkan permasalahan dalam menuliskan jawaban yang benar berhubungan dengan materi atau untuk memecahkan masalah. Terlihat dari jawaban peserta didik yang umumnya tidak sesuai dengan pertanyaan dan materi. Sejalan dengan pendapat lain dari Fridanianti (2018) bahwa pada indikator ini kemampuan peserta didik dibutuhkan dalam mengidentifikasi dan menggunakan unsur dalam membentuk dugaan dan mempertimbangkan informasi yang relevan untuk menarik kesimpulan dalam pemecahan masalah. Berikut contoh jawaban peserta didik:

menaikkan produksi amoniak maka lebih baik menggunakan
tekanan rendah dan tekanan yang tinggi yaitu dengan menggunakan
proses a karena dengan :
A. menaikkan tekanan akan menggeser keseimbangan bergeser
ke arah jumlah koefisien yang lebih kecil, H_2O_3 .
B. menggunakan tekanan rendah agar keseimbangan bergeser
ke kanan, produksi amoniak lebih banyak, reaksi akan
lambat jika dibandingkan b
reaksi yang terjadi pada proses pembuatan amoniak :
$3\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$

Gambar 4. 3 Jawaban Indikator *Situation*

Indikator ketiga yaitu *inference*. *Inference* adalah kemampuan peserta didik mempertimbangkan alasan yang dapat diterima atau membuat kesimpulan yang sesuai dengan menggunakan alasan yang mendukungnya. Misalnya peserta didik diminta untuk menyimpulkan pengaruh tekanan volume terhadap pergeseran arah keimbangan pada tabel pembuatan ammonia. Hasil tes dengan peserta didik memperlihatkan presentase pada indikator *inference* sebesar 75%. Indikator ini peserta didik cukup mampu dalam membuat kesimpulan yang tepat dan disertai alasan yang tepat, meskipun terdapat sebagian peserta didik yang belum mampu membuat kesimpulan karena malas memahami dan kesimpulan yang dibuat tidak sesuai dengan konteks permasalahan. Sejalan dengan pendapat dari Prameswari (2018) yang menyatakan bahwa kemampuan yang terus diasah akan mampu berpikir secara logis yang tujuannya

untuk membuat keputusan-keputusan yang masuk akal. Berikut contoh jawaban dari peserta didik.

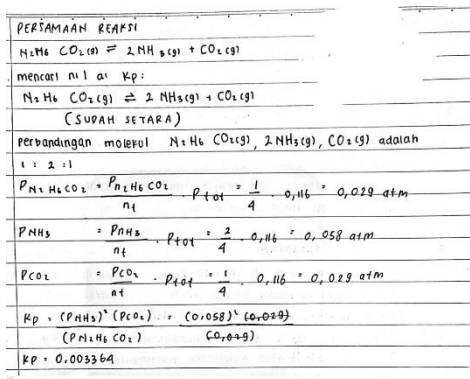


) Semakin besar tekanan, maka
 hasil NH_3 akan meningkat.
 Jika tekanan diperbesar
 dengan menurunkan volume
 maka kesetimbangan bergeser
 ke koefisien yg lebih kecil
~~sebaliknya.~~

Gambar 4. 4 Jawaban Indikator *Inference*

Indikator keempat adalah *clarity*. *Clarity* adalah kemampuan peserta didik menjelaskan atau memberikan penjelasan yang lebih lanjut. Misalnya peserta didik diminta untuk menentukan nilai konsentrasi tekanan jika diketahui nilai tekanan total gas. Perolehan tes memperlihatkan persentase pada indikator *clarity* sebesar 73%. Indikator ini diketahui bahwa ada peserta didik yang belum mampu memberikan jawaban beserta buktinya. Hal tersebut karena peserta didik menjawab dengan asal menebak jawaban sedangkan peserta didik yang sudah mampu memberikan bukti karena mereka menjawab berdasarkan materi yang sudah dipelajari. Pendapat dari Mu'minah (2020) yang menyatakan bahwa peserta didik dapat didorong kognitifnya dengan berbagai cara yang dapat dilakukan guru dalam proses pembelajaran seperti menggunakan pendekatan konstruktivis

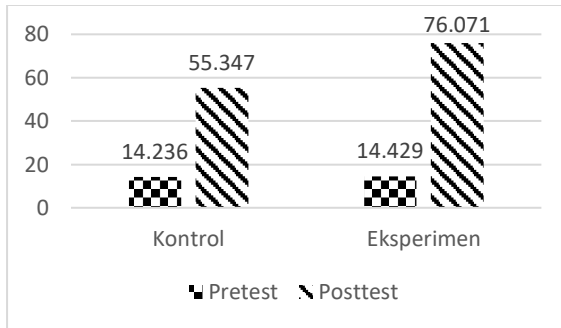
yang mana piaget menekankan bahwa peserta didik akan belajar lebih baik jika mereka aktif dan mencari solusinya sendiri. Berikut Contoh jawaban dari peserta didik:



Gambar 4. 5 Jawaban Indikator *Clarity*

Berdasarkan tes yang dilakukan setelah peserta didik mendapatkan perlakuan yaitu dengan mengerjakan posttest dengan jumlah soal 10 butir soal *essay*. Setelah dianalisis menggunakan statistik, keterampilan berpikir kritis peserta didik dengan model PBL-STEM lebih tinggi daripada model pembelajaran ceramah dan diskusi. Hal ini sejalan dengan penelitian C. D. Putri et al. (2020) membuktikan adanya pembelajaran PBL-STEM meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik lebih besar daripada melalui ceramah dan diskusi.

Hasil perhitungan nilai *pre-test* dan *post-test* menunjukkan perbedaan yang signifikan, digambarkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Rata-Rata Nilai *Pre-test* dan *Post-test*

Perbandingan rata-rata nilai *pre-test* dan *post-test* (Gambar 4.6) di kelas kontrol menunjukkan angka 14,236 dan 55,347, sementara di kelas eksperimen adalah 14,429 dan 76,071. Adanya perbedaan nilai *post-test* yang terjadi pada kedua kelas dapat membuktikan bahwa keterampilan berpikir kritis kelas eksperimen lebih tinggi dibanding kelas kontrol. Perbedaan tersebut dikarenakan pada kelas eksperimen dengan penerapan model PBL-STEM peserta didik dihadapkan pada masalah-masalah yang menantang dan kompleks yang membutuhkan pemikiran kritis, pemecahan masalah, dan pemahaman yang mendalam. Mendorong kolaborasi antara peserta didik dan memfasilitasi komunikasi yang efektif melalui kerja kelompok, sehingga peserta didik belajar untuk berbagi ide, mendiskusikan solusi, dan memecahkan masalah

bersama-sama. Kegiatan ini mendorong pemahaman yang lebih baik dan retensi yang lebih tinggi karena peserta didik secara aktif terlibat dalam proses pembelajaran dan menjadikan pembelajaran lebih bermakna.

Uji hipotesis menggunakan uji t diperoleh nilai sig (2-tailed) sebesar 0,000 dengan tingkat signifikansi 0,05. Hasil perhitungan uji t menunjukkan $0,000 < 0,05$ berarti H_a diterima dan H_0 ditolak yang menunjukkan bahwa model pembelajaran PBL-STEM memberikan pengaruh terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi kesetimbangan kimia. Hasil hipotesis tersebut sejalan dengan penelitian Febrianto *et al.* (2021) bahwa pembelajaran PBL-STEM cocok untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis, dengan nilai N-gain sebesar 0,46 termasuk dalam kategori sedang.

Peneliti menghitung seberapa besar pengaruh keterampilan berpikir kritis peserta didik menggunakan uji *effect size*. Hasil yang didapat sebesar 1,0. Berdasarkan hasil tersebut pengaruh model PBL-STEM yaitu kategori tinggi. Penelitian serupa dilakukan oleh Mustofa *et al.* (2021) menunjukkan bahwa peserta didik keterampilan berpikir kritis yang lebih baik dengan Pembelajaran PBL-STEM, dibuktikan hasil uji t sebesar 16,83.

Penerapan model PBL-STEM membuat peserta didik untuk memusatkan perhatian pada pengidentifikasian masalah, menjadikan pembelajaran tidak bergantung pada

kehadiran guru (*teacher-centered*). Pembelajaran STEM memberikan kesempatan untuk mengembangkan keterampilan dan memecahkan masalah yang berhubungan dengan dunia nyata. Meskipun demikian, model pembelajaran PBL-STEM belum mendapat perhatian yang cukup dari para pendidik, seperti yang terlihat di SMA Negeri 12 Semarang yang belum menerapkan model tersebut dalam pembelajaran kimia.

D. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan dengan sebaik-baiknya, namun peneliti menyadari bahwa masih terdapat beberapa keterbatasan dalam penelitian ini, di antaranya:

1. Keterbatasan tempat penelitian. Penelitian terbatas pada tempat yaitu di SMA Negeri 12 Semarang tahun ajaran 2023/2024. Penelitian ini akan menghasilkan hasil yang tidak signifikan jika dilaksanakan ditempat lain.
2. Keterbatasan materi, di mana peneliti terbatas pada materi kesetimbangan kimia.
3. Keterbatasan waktu. Peneliti dibatasi waktu sampai batas yang ditentukan.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan analisis data dan pembahasan sebelumnya, model PBL-STEM berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi kesetimbangan kimia. Hal ini didukung dengan hasil perhitungan uji hipotesis menggunakan *independent sample t-test* dari data *post-test* yang menunjukkan nilai signifikansi (sig.) (2-tailed) sebesar 0,000 dengan tingkat signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$). Nilai sig. (2-tailed) yang diperoleh lebih kecil dari 0,05 sehingga disimpulkan hipotesis alternatif (H_a) diterima dan hipotesis nol (H_0) ditolak. Hasil *effect size* yang didapatkan sebesar 1,0 yang menunjukkan bahwa model PBL-STEM memiliki pengaruh yang tinggi terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi kesetimbangan kimia.

B. Implikasi

Model PBL-STEM perlu diaplikasikan pada kegiatan pembelajaran kimia. Implikasi hasil penelitian yang telah dilakukan sebagai berikut:

1. Pembelajaran melalui model PBL-STEM membuat peserta didik lebih mampu mengaitkan konsep kesetimbangan kimia dengan aplikasi di dunia nyata. Mereka dapat melihat hubungan antara konsep-konsep tersebut dengan

fenomena alami, industri, atau masalah lingkungan, yang meningkatkan minat dan motivasi mereka untuk belajar.

2. Penerapan model PBL-STEM memiliki dampak signifikan terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik.

C. Saran

Peneliti memberikan beberapa saran yang perlu diperhatikan, antara lain:

1. Model pembelajaran PBL-STEM memerlukan waktu yang lama, sehingga guru yang melaksanakannya harus mengatur waktunya dengan baik agar seluruh tahapan dapat diselesaikan dengan baik untuk mencapai tujuan pembelajaran yang diinginkan.
2. Diharapkan bagi peneliti selanjutnya untuk melakukan penelitian lebih lanjut terhadap referensi dan sumber yang ada mengenai pengaruh proses pembelajaran dan sarana prasarana. Hal ini diharapkan dapat menghasilkan penelitian yang lebih baik di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Adel El Sayary, A. M., Forawi, S. A., & Mansour, N. (2015). STEM education and problem-based learning. *The Routledge International Handbook of Research on Teaching Thinking, January*, 357–368.
- Arends, R. I. (2008). *Learning to Teach* (Ninth). New York : McGraw-Hill.
- Arikunto, S. (2006). *Prosedur Penelitian (Suatu Pendekatan Praktek)*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Arikunto, S. (2013). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Ariyatun, A., dan Octavianelis, D. F. (2020). Pengaruh Model Problem Based Learning Terintegrasi STEM terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *JEC: Journal of Educational Chemistry*, 2(1), 33–39.
- Ayunda, S. N., Lufri, L., & Alberida, H. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Berbantuan LKPD terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Journal on Education*, 5(2), 5000–5015.
- Ballen, A. B., dan Ospina, Y. L. (2019). Assessment: A suggested strategy for learning chemical equilibrium. *Education Sciences*, 9(3), 1–19.
- Cahyaningsih, F., dan Roektingroem, I. E. (2018). Pengaruh Pembelajaran IPA Berbasis STEM-PBL terhadap

- Keterampilan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Kognitif. *E-Journal Pendidikan IPA*, 7(5), 239–244.
- Charli, L., Amin, A., & Agustina, D. (2018). Kesulitan siswa dalam menyelesaikan soal fisika pada materi suhu dan kalor di kelas x sma ar-risalah lubuklinggau tahun pelajaran 2016/2017. *Journal of Education and Instruction (JOEAI)*, 1(1), 42–50.
- Cohen, J. (1998). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences (2nd ed.)*. Erlbaum Associates : Hillsdale N.J.: L.
- Daniati, N., Handayani, D., Yogica, R., & Alberida, H. (2018). Analisis Tingkat Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas VII SMP Negeri 2 Padang tentang Materi Pencemaran Lingkungan. *Atrium Pendidikan Biologi*, 1(2), 1–10.
- Eggen, P., dan Kauchak, D. (2012). *Strategi dan model pembelajaran*. Jakarta : Indeks.
- Ennis, R. H. (2011). *The Nature of Critical Thinking : An Outline of Critical Thinking Dispositions and Abilities*. Chicago : University of Illinios.
- Febrianto, T., Ngabekti, S., Saptono, S., Haryono, J. M., 908, N., & Selatan, S. (2021). The Effectiveness of Schoology-Assisted PBL-STEM to Improve Critical Thinking Ability of Junior High School Students. *Journal of Innovative Science Education*, 10(2), 222–229.
- Fernanda, A., Haryani, S., Tri Prasetya, A., & Hilmi, M. (2019).

- Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas Xi Pada Materi Larutan Penyangga Dengan Model Pembelajaran Predict Observe Explain. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1), 2326–2336.
- Fridanianti, A., Purwati, H., Hery Murtianto, Y., Kunci, K., Kritis, B., & Kognitif, G. (2018). *Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Dalam Menyelesaikan Soal Aljabar Kelas VII SMP Negeri 2 Pangkah Ditinjau dari Gaya Kognitif Reflektif dan Kognitif Impulsif*. 9(1), 11–20.
- Gueldenzoph, L., dan Snyder, M. J. (2008). Optional Teaching Critical Thinking and Problem Solving Skills. *The Journal of Research in Business Education*, 50(2), 90.
- Hamalik, O. (2001). *Proses Belajar Mengajar*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Hartini, S., Mariani, I., Misbah, & Sulaeman, N. F. (2020). Developing of students worksheets through STEM approach to train critical thinking skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(4).
- Hasanah, Z., Tenri Pada, A. U., Safrida, S., Artika, W., & Mudatsir, M. (2021). Implementasi Model Problem Based Learning Dipadu LKPD Berbasis STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis pada Materi Pencemaran Lingkungan. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(1), 65–75.
- Indriani, A., Suryadharma, I. B., & Yahmin, Y. (2017).

- Identifikasi Kesulitan Peserta Didik Dalam Memahami Keseimbangan Kimia. *J-PEK (Jurnal Pembelajaran Kimia)*, 2(1), 9–13.
- Kelley, T. R., dan Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1–11.
- Lufri, M. S. (2020). *Metodologi Pembelajaran: Strategi, Pendekatan, Model, metode pembelajaran*. CV. IRDH: Malang.
- Malahayati, E. N., Duran Corebima, A., & Zubaidah, S. (2015). Hubungan Keterampilan Metakognitif dan Kemampuan Berpikir Kritis dengan Hasil Belajar Biologi Siswa SMA dalam Pembelajaran Problem Based Learning (PBL). *Jurnal Pendidikan Sains*, 3(4), 178–185.
- Meilani, D., Dantes, N., & Tika, I. N. (2020). Pengaruh Implementasi Pembelajaran Saintifik Berbasis Keterampilan Belajar Dan Berinovasi 4C Terhadap Hasil Belajar IPA Dengan Kovariabel Sikap Ilmiah Pada Peserta Didik Kelas V SD Gugus 15 Kecamatan Buleleng. *Jurnal Elementary*, 3(1), 1–5.
- Mu'minah, H. (2020). Analisis Kemampuan Kognitif Peserta Didik. *Journal of Islamic Education Research*, 1(02), 28–38.
- Mulyani, T. (2019). Pendekatan Pembelajaran STEM untuk menghadapi Revolusi. *Seminar Nasional Pascasarjana 2019*, 7(1), 455.

- Murdiasih, D., dan Wulandari, F. E. (2022). Model Problem Based Learning dengan Pendekatan STEM terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa. *JIPVA (Jurnal Pendidikan IPA Veteran)*, 3, 962–967.
- Muslim, I., Halim, A., & Safitri, R. (2015). Penerapan Model Pembelajaran PBL untuk Hooke di Sma Negeri Unggul. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 03(02), 35–50.
- Mustofa, M. R., Arif, S., Sholihah, A. K., Aristiawan, & Rokmana, A. W. (2021). Efektivitas Model Pembelajaran Problem Based Learning Berbasis STEM Info Artikel ABSTRAK. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 1(3), 375–384.
- Permanasari, A. (2016). STEM Education: Inovasi dalam Pembelajaran Sains [Innovation In Science Learning]. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains VI*, 23–34.
- Prameswari, S. W., Suharno, S., & Sarwanto, S. (2018). Inculcate Critical Thinking Skills in Primary Schools. *Social, Humanities, and Educational Studies (SHEs): Conference Series*, 1(1), 742–750.
- Prijanto, J. H., & De Kock, F. (2021). Peran guru dalam upaya meningkatkan keaktifan siswa dengan menerapkan metode tanya jawab pada pembelajaran online. *Scholaria: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 11(3), 238–251.
- Pusparini, S. T., Feronika, T., & Bahriah, E. S. (2018). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Materi

- Sistem Koloid. *JRPK: Jurnal Riset Pendidikan Kimia*, 8(1), 35–42.
- Putri, C. D., Pursitasari, I. D., & Rubini, B. (2020). Problem Based Learning Terintegrasi STEM Di Era Pandemi Covid-19 Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 4(2), 193–204.
- Putri, R. D. R., Ratnasari, T., Trimadani, D., Halimatussakdiah, Husna, E. N., & Yulianti, W. (2022). Pentingnya Keterampilan Abad 21 dalam Pembelajaran Matematika. *Science and Education Journal (SICEDU)*, 1(2), 449–459. <https://doi.org/10.31004/sicedu.v1i2.64>
- Raymond, C. (2005). *Kimia Dasar. Konsep-Konsep Inti* (Edisi 3). Jakarta : Erlangga.
- Ritonga, S., dan Zulkarnain, Z. (2021). Penerapan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Studi Guru Dan Pembelajaran*, 4(1), 75–81.
- Riyanto, Fauzi, R., Syah, I. M., & Muslim, U. B. (2021). *Model STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) dalam Pendidikan*. Bandung: Grup CV. Widina Media Utama.
- Rohmah, Z. A. (2021). *Teori-Teori Belajar*. Semarang: Walisongo.
- Rosa, N. M., & Pujiati, A. (2016). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis

- dan Kemampuan Berpikir Kreatif. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 6(3), 175–183.
- Sani, R. A. (2016). *Inovasi Pembelajaran*. PT Bumi Aksara.
- Santoso, A. M., & Arif, S. (2021). Efektivitas Model Inquiry dengan Pendekatan STEM Education terhadap Kemampuan Berfikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 1(2), 73–86.
- Saparuddin, S., Patongai, D. D. P. U. S., & Sahribulan, S. (2021). Hubungan Antara Kemampuan Berpikir Kritis Dan Hasil Belajar Peserta Didik melalui Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah. *Jurnal IPA Terpadu*, 5(1), 103–111.
- Savery, J. . (2006). Overview Of Problem-based Learning : Devinition and Distinction Interdisciplinary. *Journal Problem-Based Learning*, 1(1), 9–20.
- Silberberg. (2009). *hemistry Molecular Nature of Matter and Change*. New York: McGraw-Hill Higher Education.
- Sitiatava, R. P. (2013). *Desain Belajar Mengajar Kreatif Berbasis Sains*. Yogyakarta : Diva Press.
- Sofyan, H., Wagiran, Komariah, K., & Triwiyono, E. (2017). *Problem Based Learning dalam Kurikulum 2013* (Edisi 1). Yogyakarta : UNY Press.
- Subiantoro, A. W., & Fatkurohman, B. (2009). Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Dalam Pembelajaran Biologi Menggunakan Media Koran Student'S Critical Thinking

- Skills on Biology Teaching Using Newspaper. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains Edisi II*, 111–114.
- Sudarman. (2005). *Problem Based Learning Suatu Model Pembelajaran untuk Mengembangkan dan Meningkatkan Kemampuan Memecahkan Masalah*. Samarinda: FKIP Universitas Mulawarman Samarinda.
- Sudjana, N. (1990). *Teori-Teori Belajar untuk Pengajaran*. Bandung : Fakultas Ekonomi UI.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung : Alfabeta.
- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung : Alfabeta.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung : Alfabeta.
- Suhery, T. (2017). Implementasi STEMI Pada Pembelajaran Kimia dalam rangka Menerapkan Kurikulum 2013. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA 2017 STEM Untuk Pembelajaran SAINS Abad 21*, 8–13.
- Sumaya, A., Israwaty, I., & Ilmi, N. (2021). Penerapan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Sekolah Dasar Di Kabupaten Pinrang Application of STEM Approach to Improve Learning Outcomes of Elementary School Students in Pinrang District. *Pinisi Journal of Education*, 1(2), 217–223.
- Sundayana, R. (2015). *Statistika Penelitian Pendidikan*.

Bandung : Alfabeta.

- Suyono, & Haryanto. (2011). *Belajar dan Pembelajaran*. PT Remaja Rosdakarya Offset.
- Torlakson, T. (2014). *Innovate: A Blueprint For Science, Technology, Engineering, and Mathematics in California Public Education*. California : State Superintendent of Public Instruction.
- Trianto. (2011). *Model Pembelajaran Terpadu Konsep Strategi Dan Implementasinya Dalam Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Bumi Aksara.
- Yusup, F. (2018). Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen Penelitian Kuantitatif. *Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 7(1), 17–23.
- Zahirah, D. F., & Sulistina, O. (2023). Efektifitas Pembelajaran Stem–Project-Based Learning Dalam Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Dan Berpikir Kreatif Siswa Pada Materi Keseimbangan Kimia. *UNESA Journal of Chemical Education*, 12(2), 121–131.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kisi-Kisi Wawancara dengan Guru Kimia

Nama Guru : Sri Hartati, S. Pd.
 Nama Sekolah : SMA Negeri 12 Semarang
 Mata Pelajaran : Kimia

NO	Pertanyaan
1.	Kurikulum apa yang digunakan di SMA Negeri 12 Semarang?
2.	Apakah kimia termasuk mata pelajaran yang sulit menurut peserta didik di SMA Negeri 12 Semarang? Materi apa yang sulit diajarkan ?
3.	Bagaimana pembelajaran materi kesetimbangan kimia di SMAN 12 Semarang? Apakah materi kesetimbangan kimia termasuk materi yang sulit?
4.	Bagaimana nilai harian peserta didik pada materi kesetimbangan kimia?
5.	Bagaimana pendapat Anda tentang proses pembelajaran kimia di dalam kelas? Apakah peserta didik menerima dengan baik?
6.	Sumber apa saja yang Anda gunakan pada saat pembelajaran kimia materi kesetimbangan kimia?
7.	Model-model pembelajaran, pendekatan dan strategi apa yang sering digunakan?
8.	Permasalahan apa yang dihadapi terkait proses belajar mengajar?
9.	Tahukan Anda mengenai model pembelajaran <i>problem based learning</i> berbasis pendekatan STEM? Jika Anda tahu, apakah model PBL-STEM sudah diterapkan? Masalah apa yang didapat hal tersebut?

Lampiran 2. Hasil Wawancara dengan Guru Kimia

Nama Guru : Sri Hartati, S. Pd.
 Nama Sekolah : SMA Negeri 12 Semarang
 Mata Pelajaran : Kimia

NO	Hasil
1.	Guru menggunakan kurikulum Merdeka pada kelas X dan kelas XI, dengankan kelas XII masih menggunakan K13.
2.	Materi kimia termasuk materi yang sulit dipahami, misal pada materi kesetimbangan kimia, stoikiometri peserta didik kurang antusias dalam mengikuti pembelajaran. Kemungkinan dikarenakan pada materi tersebut selain banyak teori juga melibatkan perhitungan.
3.	Kesetimbangan kimia termasuk materi yang sulit, pembelajran dilakukan seperti biasanya dengan menggunakan model <i>active learning</i> melalui diskusi dan ceramah. Setelah dijelaskan materi kemudian peserta didik disuruh mengerjakan soal didepan kelas secara bergantian
4.	Rata-rata nilai peserta didik masih dibawah KKM, hasil belajar dari materi kimia belum memuaskan termasuk pada materi kesetimbangan kimia.
5.	Pembelajaran di dalam kelas membuat peserta didik cepat merasa bosan, kurang antusias dalam mengikuti pembelajaran. Hal tersebut disebabkan karena model pembelajaran yang dipakai masih monoton kurang melibatkan peserta didik atau disebut juga <i>teacher centered</i> . Sehingga dibutuhkan model pembelajaran yang aktif dan efektif bagi peserta didik.
6.	Guru hanya mengandalkan buku pegangan dan LKS yang disediakan sebagai bahan ajar
7.	Belom pernah menerapkan model pembelajaran yang lain, hanya diskusi, ceramah, mengerjakan soal dan membahas LKS.

8.	Permasalahan apa yang dihadapi terkait proses belajar mengajar? Banyak sekali permasalahan yang dihadapi, misalnya terbatasnya bahan ajar, peserta didik memiliki gaya belajar yang berbeda sehingga guru harus menghadapi kesulitan untuk menyampaikan materi secara efektif agar dapat dipahami oleh semua peserta didik, tidak semua guru memiliki keterampilan untuk menerapkan model pembelajaran yang efektif.
9.	Sebenarnya tahu terkait model PBL dengan pendekatan STEM tetapi model tersebut membutuhkan waktu yang cukup lama dan tidak bisa diterapkan pada semua materi sehingga belum pernah diterapkan pada Pelajaran kimia. Model tersebut bagus untuk pembelajaran karena peserta didik dituntut untuk berpikir dalam menyelesaikan masalah yang ada, selain itu ditunjang dengan LKPD yang membuat peserta didik lebih aktif berdiskusi dengan sekelompoknya sehingga peserta didik dapat mencari sumber belajar lainnya.

Lampiran 3. Lembar Angket Peserta Didik

Angket Kebutuhan Peserta Didik

Petunjuk

Pengisian Angket :

1. Pengisian angket ini tidak dipengaruhi terhadap nilai anda pada mata pelajaran tertentu di masa yang akan datang, karena semata-mata hanya kepentingan ilmiah.
2. Mohon Anda menjawab dengan jujur, tanpa adanya paksaan atau pengaruh pihak lain.

Nama *

Reva

Untitled Section

Apakah menurut Anda mata pelajaran kimia sulit untuk dipelajari? *

☒ Ya☐ Tidak

Materi kimia apa sajakah yang Anda anggap sulit? *

☐ Struktur Atom☒ Ikatan Kimia☒ Keseimbangan Kimia☐ Lainnya

06/05/24, 21:48

Angket Kebutuhan Peserta Didik

Apa yang membuat pelajaran kimia itu sulit? *

- ☐ Penyampaian guru yang kurang menarik
- ☐ bersifat abstrak sehingga sulit dimengerti
- ☒ kurangnya model pembelajaran yang lebih berinovasi
- ☐ Lainnya

Menurut Anda, apakah materi kesetimbangan kimia sulit dipahami? *

- ☒ Ya
- ☐ Tidak

Jika Ya, apa yang membuat materi kesetimbangan kimia menjadi sulit dipahami? *

- ☐ Banyak istilah yang kurang dipahami
- ☐ banyak hafalan
- ☒ banyak hitungan

Bagaimana nilai yang kamu peroleh pada materi yang kamu anggap sulit? *

- ☐ Sangat baik
- ☐ Baik
- ☒ Cukup
- ☐ Kurang

08/05/24, 21:48

Angket Kebutuhan Peserta Didik

Guru memberikan materi kesetimbangan kimia dengan penjelasan di depan kelas dan diberikan soal?

- ☒ Ya
☐ Tidak

Apakah Anda menggunakan sumber belajar LKS pada saat pembelajaran materi kesetimbangan kimia? *

- ☒ Ya
☐ Tidak

Apakah penggunaan LKS dalam pembelajaran membantu Anda dalam memahami materi kimia? *

- ☒ Ya
☐ Tidak

Apakah LKS yang Anda gunakan saat ini membantu Anda untuk belajar menganalisis suatu permasalahan? *

- ☐ Ya
☒ Tidak

06/05/24, 21:48

Angket Kebutuhan Peserta Didik

Apakah Anda membutuhkan buku pegangan yang dapat membantu dalam memahami materi kesetimbangan secara mandiri? *

- ☐ Ya
- ☒ Tidak

Apakah Anda pernah dilatihkan untuk merencanakan pemecahan masalah berdasarkan metode ilmiah? *

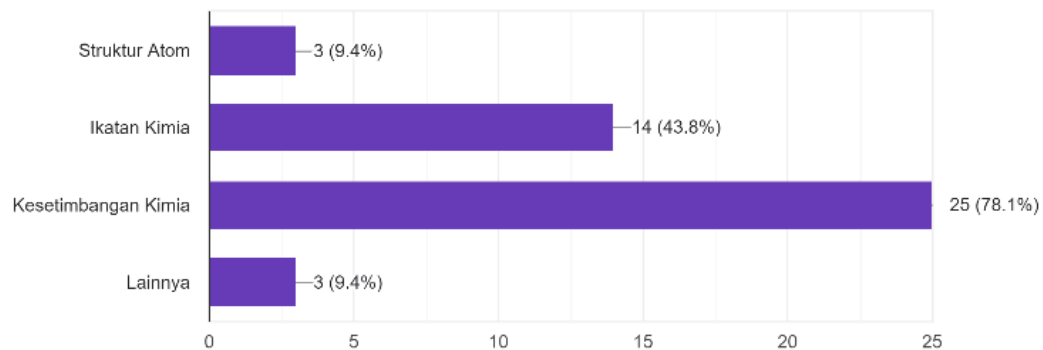
- ☐ Pernah
- ☒ Tidak pernah

Lampiran 4. Hasil Responsi Angket Peserta Didik



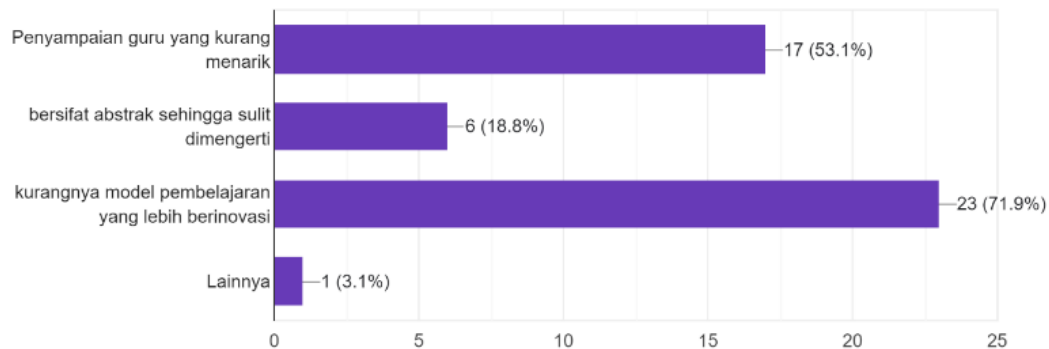
Materi kimia apa sajakah yang Anda anggap sulit?

32 responses



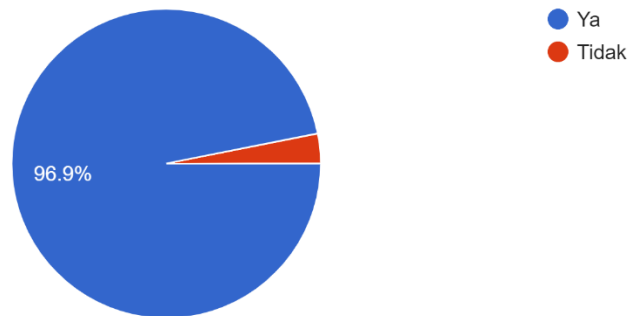
Apa yang membuat pelajaran kimia itu sulit?

32 responses



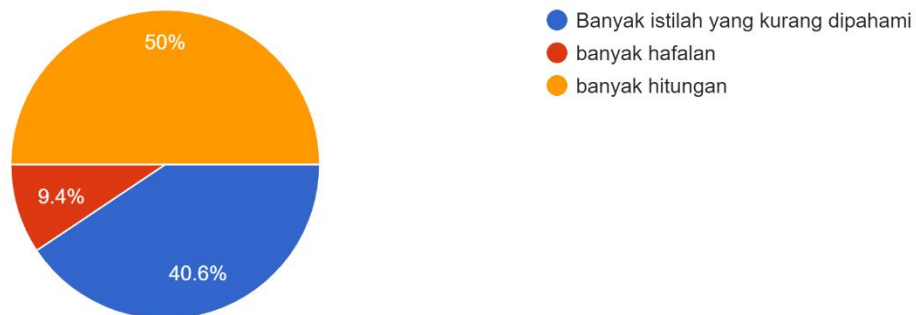
Menurut Anda, apakah materi kesetimbangan kimia sulit dipahami?

32 responses



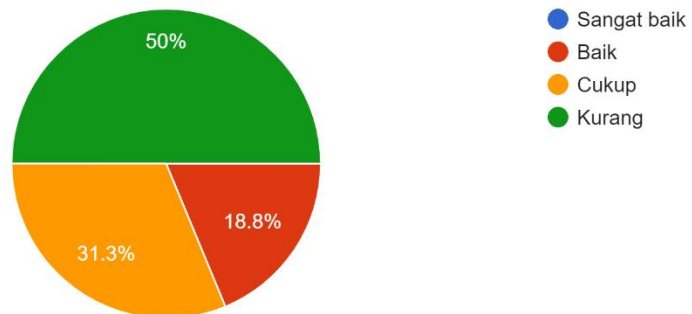
Jika Ya, apa yang membuat materi kesetimbangan kimia menjadi sulit dipahami?

32 responses



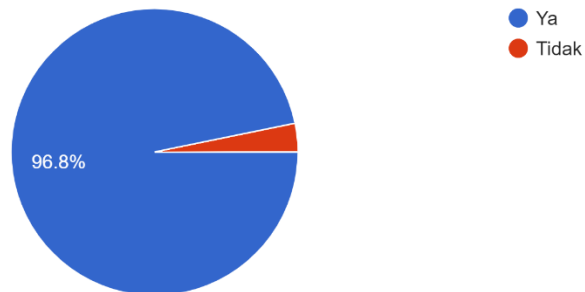
Bagaimana nilai yang kamu peroleh pada materi yang kamu anggap sulit?

32 responses



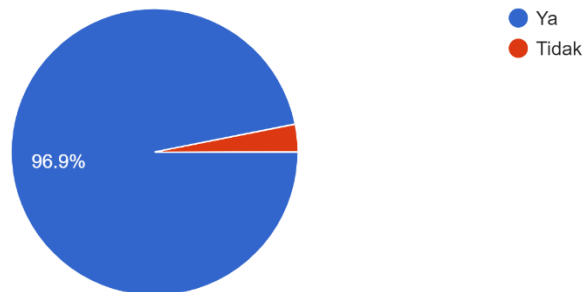
Guru memberikan materi kesetimbangan kimia dengan penjelasan di depan kelas dan diberikan soal?

31 responses



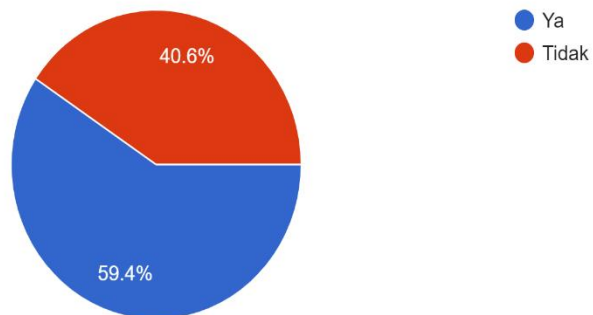
Apakah Anda menggunakan sumber belajar LKS pada saat pembelajaran materi kesetimbangan kimia?

32 responses



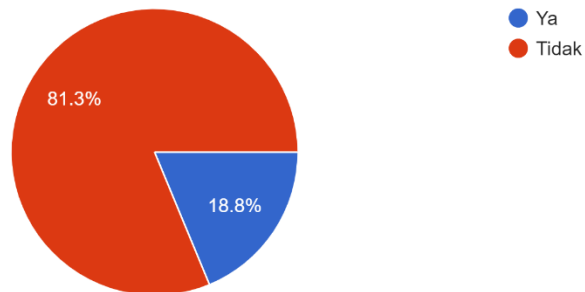
Apakah penggunaan LKS dalam pembelajaran membantu Anda dalam memahami materi kimia?

32 responses



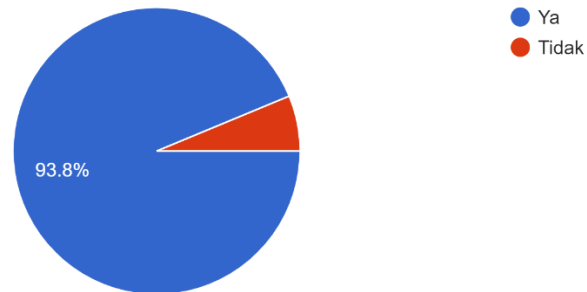
Apakah LKS yang Anda gunakan saat ini membantu Anda untuk belajar menganalisis suatu permasalahan?

32 responses



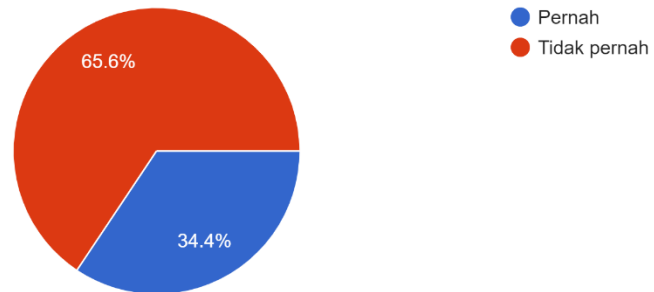
Apakah Anda membutuhkan buku pegangan yang dapat membantu dalam memahami materi kesetimbangan secara mandiri?

32 responses

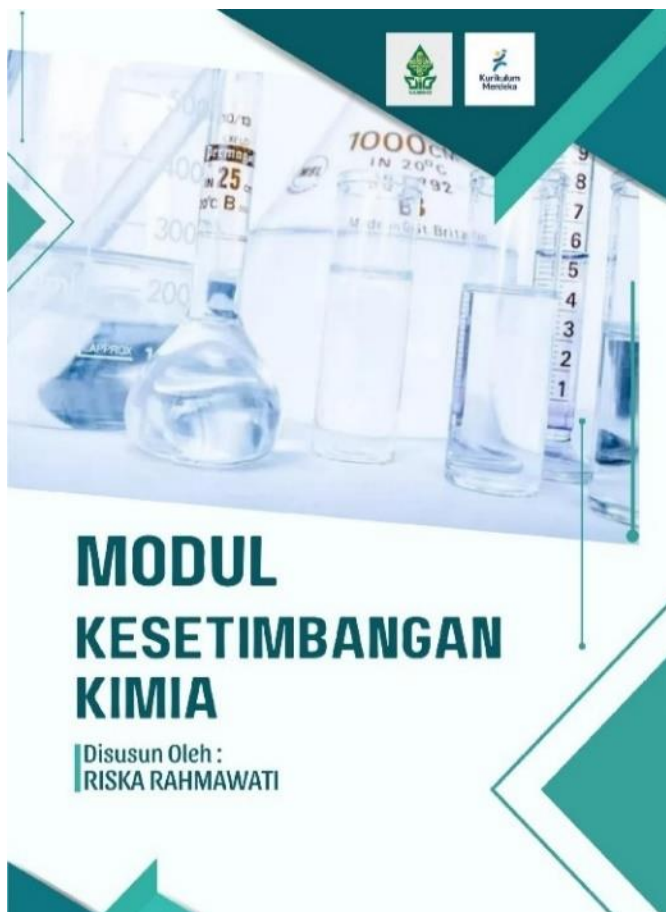


Apakah Anda pernah dilatihkan untuk merencanakan pemecahan masalah berdasarkan metode ilmiah?

32 responses



Lampiran 5. Modul Ajar Materi Keseimbangan Kimia



MODUL AJAR
KESETIMBANGAN KIMIA

A. INFORMASI UMUM

1. Identitas

Nama Penulis : Riska Rahmawati
 Institusi : SMAN 12 Semarang
 Tahun Penyusunan : 2024

FASE	JUNJANG	KELAS/SEMESTER	JUMLAH SISWA	ALOKASI WAKTU
F	SMA	XI/II	35	12 JP

2. Kompetensi Awal

- Peserta didik memahami konsep reaksi kimia
- Peserta didik memahami konsep laju reaksi
- Peserta didik mampu menghitung konsentrasi larutan dan massa molar
- Peserta didik memahami konsep energi dalam reaksi kimia
- Peserta didik memahami konsep kesetimbangan kimia

3. Profil Pelajar Pancasila

Bernalar kritis, kreatif, dan gotong royong.

4. Sarana dan Prasarana

Buku literatur yang ada, *Power point*, *White board*, laptop (internet), LCD (projector), LKPD, alat tulis.

5. Target Peserta Didik

Peserta didik yang menjadi target yaitu:

- Peserta didik reguler / tipikal: umum, tidak ada kesulitan dalam mencerna dan memahami materi ajar.
- Peserta didik dengan kesulitan belajar: memiliki gaya belajar terbatas hanya satu gaya.
- Peserta didik dengan gaya belajar yang berbeda: auditory, visual, kinestetik.
- Peserta didik dengan pencapaian tinggi: mencerna dan memahami dengan cepat, mampu mencapai keterampilan berfikir tingkat tinggi (HOTS), dan memiliki kemampuan memimpin.

6. Metode/Model Pembelajaran yang digunakan

Metode Pembelajaran : Diskusi dan tutor teman sebaya

Model Pembelajaran : PBL (*Problem Based Learning*)

Pendekatan : STEM (*Sains, Technology, Engineering, Mathematics*)

B. KOMPONEN INTI

1. Capaian Pembelajaran dan Tujuan Pembelajaran

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.
Tujuan Pembelajaran
Peserta didik diharapkan mampu: 1. Menjelaskan reaksi kesetimbangan dan keadaan setimbang. 2. Membedakan kesetimbangan homogen dan heterogen. 3. Menentukan harga tetapan kesetimbangan, menganalisa hubungan tetapan kesetimbangan konsentrasi dan tetapan kesetimbangan tekanan parsial, serta menggunakan tetapan kesetimbangan dalam perhitungan. 4. Menjelaskan faktor-faktor yang memengaruhi pergeseran kesetimbangan. 5. Menjelaskan penerapan kesetimbangan kimia dalam kehidupan sehari-hari dan industri.
Tujuan Pembelajaran Subbab Pertemuan pertama: <i>Pretest</i> Pertemuan kedua: Konsep kesetimbangan kimia Peserta didik diharapkan mampu menjelaskan mengenai konsep kesetimbangan kimia serta membedakan kesetimbangan homogen dan heterogen.

Pertemuan ketiga: Tetapan dan perhitungan kesetimbangan kimia

- Peserta didik diharapkan mampu menjelaskan mengenai tetapan kesetimbangan kimia, baik tetapan kesetimbangan konsentrasi maupun tekanan, serta menganalisis hubungan antara tetapan kesetimbangan konsentrasi dan tetapan kesetimbangan tekanan.
- Peserta didik diharapkan mampu mengaplikasikan penggunaan tetapan kesetimbangan kimia dalam perhitungan.

Pertemuan keempat: Pergeseran kesetimbangan kimia dan penerapan dalam dunia industri

- Peserta didik diharapkan mampu menjelaskan mengenai faktor-faktor yang memengaruhi kesetimbangan.
- Peserta didik diharapkan mampu menganalisis pengaruh konsentrasi, suhu, tekanan, dan volume terhadap kesetimbangan kimia.
- Peserta didik diharapkan mampu menjelaskan mengenai penerapan kesetimbangan kimia dalam dunia industri, salah satunya dengan mempresentasikan proses Haber-Bosch dalam pembuatan amonia.

Pertemuan kelima: *Posttest***2. Pemahaman Bermakna**

Memahami konsep kesetimbangan kimia sebagai suatu kondisi di mana reaksi berlangsung ke arah yang sama dan berlangsung seimbang, memahami penerapan tetapan kesetimbangan dalam perhitungan konsentrasi suatu reaksi kimia, memahami faktor-faktor yang memengaruhi pergeseran kesetimbangan suatu reaksi kimia, dan memahami aplikasi kesetimbangan kimia dalam dunia industri. Selain itu, melalui pembelajaran ini, peserta didik juga diharapkan dapat mengembangkan profil pelajar pancasila dengan bernalar kritis dalam memahami konsep dan penerapan kesetimbangan kimia.

3. Pertanyaan Pemantik

- Menurutmu, apakah kesetimbangan itu penting dalam kehidupan sehari-hari? Mengapa?
- Apa saja produk-produk yang terbentuk dari reaksi kimia di sekitar kita? Apakah reaksi tersebut mencapai kesetimbangan?
- Apakah kamu pernah mengalami situasi di mana kamu merasa sulit untuk mencapai kesetimbangan dalam hidupmu? Bagaimana cara mengatasinya?
- Bagaimana aplikasi dari konsep kesetimbangan kimia dalam industri? Apakah hal ini mempengaruhi kehidupan kita?

- e. Dalam kehidupan sehari-hari, apakah kamu sering mengalami pergeseran kesetimbangan? Bagaimana cara mengembalikan keseimbangan tersebut?

4. Kegiatan Pembelajaran

Pertemuan Ke-1 dan 2 (5 x 45 menit)

Aktivitas Guru	Alokasi Waktu
Pembukaan	
Orientasi 1. Guru mengucapkan salam dengan penuh rasa syukur untuk mengawali pertemuan (<i>Beriman dan bertakwa kepada Tuhan YME</i>) 2. Guru dan peserta didik berdoa terlebih dahulu sebelum mengikuti pembelajaran. Guru meminta ketua kelas untuk memimpin berdoa 3. Guru memeriksa kehadiran Apersepsi 4. Guru menyampaikan apersepsi kepada peserta didik dengan membangun diskusi tentang materi yang sudah di bahas dipertemuan sebelumnya. 5. Guru menampilkan gambar berbagai kedudukan jungkat-jungkit  6. Guru bertanya kepada peserta didik, bagaimana pengalaman mereka bermain jungkat-jungkit, pada kedudukan apa jungkat-jungkit dalam keadaan setimbang, dan apa itu kesetimbangan ? 7. Guru menyampaikan kompetensi, tujuan pembelajaran yang harus dicapai,	15 menit

menyampaikan penilaian hasil pembelajaran serta lingkup materi yang dipelajari. 8. Guru melakukan <i>pretest</i> untuk mengetahui kemampuan awal peserta didik sebelum diberikan perlakuan/<i>treatment</i> Motivasi 9. Peserta didik menyimak motivasi yang disampaikan guru terkait manfaat dari mempelajari materi kseimbangan kimia dalam kaitannya dengan kehidupan sehari-hari (4C- <i>Communication</i>) Pertanyaan pertama: "Pernahkah kalian melihat proses perkaratan besi? Proses perkaratan terjadi karena besi bereaksi dengan air dan oksigen membentuk besi (III) oksida hidrat yang biasa disebut karat. Besi yang sudah berkarat tidak dapat Kembali menjadi besi yang murni lagi, sehingga dikatakan reaksinya adalah reaksi satu arah atau reaksi <i>irreversible</i>." Pertanyaan kedua: "Pernahkah kalian membuat es batu? Ya, cara membuatnya dengan memasukkan air ke Dalam kantong plastik lalu disimpan dalam kulkas. Setelah beberapa saat, air tersebut akan berubah menjadi es batu. Tapi, apa yang terjadi jika es batu tersebut kita biarkan beberapa lama pada temperature ruangan? Es batu akan mencair menjadi bentuknya semula, yaitu air. Nah seperti analogi reaksi dua arah atau reaksi <i>reversible</i>."	
Kegiatan Inti	
Fase 1. Mengorientasikan peserta didik terhadap masalah 10. Guru menyajikan orientasi masalah dengan menggunakan media powerpoint   11. Peserta didik mengamati gambar yang ditampilkan oleh guru 12. Peserta didik bersama guru saling bertanya jawab tentang materi yang ditampilkan (<i>Critical Thinking/4C</i>)	105 menit 

13. Guru membimbing peserta didik dalam merumuskan masalah dan menuliskan rumusan masalah yang akan dipecahkan Fase 2. Mengorganisasikan peserta didik untuk belajar 14. Peserta didik diminta untuk menonton video fenomena minuman berkarbonasi dan video fenomena terjadinya perkaratan 15. Guru membagi peserta didik menjadi 4-5 kelompok secara heterogen (Collaboration, Communication/4C) 16. Peserta didik menerima LKPD yang dibagikan guru 17. Peserta didik dibimbing guru memahami petunjuk mengerjakan LKPD (bernalar kritis, communication/4C) 18. Peserta didik bersama guru membuat kesepakatan bahwa diskusi harus selesai dalam waktu 30 menit. Fase 3. Membantu investigasi mandiri dan kelompok 19. Peserta didik membaca sekaligus mendiskusikan permasalahan yang disajikan dalam LKPD dengan kelompok (Gotong royong, kolaborasi, bernalar kritis, kreatif, komunikasi/4C) 20. Peserta didik dibimbing oleh guru dalam kegiatan penyelidikan 21. Peserta didik mengumpulkan LKPD yang telah dikerjakan dengan tepat waktu (30 menit) Fase 4. Mengembangkan dan mempresentasikan hasil karya 22. Perwakilan kelompok mempresentasikan hasil diskusinya di depan kelas. (Communication/4C) 23. Bagi kelompok yang tidak maju, memperhatikan kelompok yang maju (memberikan saran maupun komentar) (bernalar kritis/4C) 24. Peserta didik diberikan reward berupa tepuk tangan bagi yang selesai presentasi di depan kelas. Fase 5. Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah 25. Peserta didik diberikan kesempatan untuk bertanya dan memberikan pendapat terkait pemecahan masalah yang mereka diskusikan (Communication/4C) 26. Peserta didik dan guru menyimpulkan pemecahan masalah yang telah dilakukan	
Penutupan	
27. Guru bersama peserta didik melakukan refleksi dari kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan serta menarik kesimpulan (4C-Communication,	15 menit

<i>Collaboration, Critical Thinking</i> 28. Guru melakukan evaluasi terhadap pembelajaran 29. Guru memberikan informasi terkait materi selanjutnya 30. Guru memberikan tugas untuk memperkuat pemahaman peserta didik 31. Guru menutup pembelajaran dengan mempersilahkan salah satu peserta didik memimpin doa (<i>Beriman bertakwa kepada Tuhan YME</i>) 32. Guru memberikan salam penutup	
---	--

Pertemuan ke-3 (2 x 45 menit)

Aktivitas Guru	Alokasi Waktu
Pembukaan	
Orientasi 1. Guru mengucapkan salam dengan penuh rasa syukur untuk mengawali pertemuan (<i>Beriman dan bertakwa kepada Tuhan YME</i>) 2. Guru dan peserta didik berdoa terlebih dahulu sebelum mengikuti pembelajaran. Guru meminta ketua kelas untuk memimpin berdoa 3. Guru memeriksa kehadiran Apersepsi 4. Guru menyampaikan apersepsi kepada peserta didik dengan membangun diskusi tentang materi yang sudah di bahas dipertemuan sebelumnya. 5. Guru menanyakan kembali kepada peserta didik mengenai pengertian kesetimbangan kimia, reaksi kimia <i>reversible</i> atau <i>irreversible</i> . 6. Guru menanyakan kembali kepada peserta didik pengertian kesetimbangan homogen dan heterogen. 7. Guru bertanya kepada peserta didik pengertian tetapan kesetimbangan kimia 8. Guru menyampaikan kompetensi, tujuan pembelajaran yang harus dicapai, menyampaikan penilaian hasil pembelajaran serta lingkup materi yang dipelajari. Motivasi 9. Guru memberikan motivasi kepada peserta didik tentang proses factual Dalam kehidupan sehari-hari yang berhubungan dengan topik bahasan untuk membangkitkan minat dan keingintahuan peserta didik (<i>4C-Communication</i>) "Nikmat kesetimbangan sangat banyak yang kita rasakan, contohnya saja kesetimbangan antara matahari dan bulan, kesetimbangan antara planet-	15 menit

planet, dll. Jika tidak adanya kesetimbangan di langit bagaimana? Maka bulan dan matahari akan saling bertabrakan, planet-planet pun demikian, sehingga kita tidak dapat hidup dengan aman dan tentram di bumi karena setiap waltu akan terjadi gesekan. Namun, pada kenyataannya tifak demikian bukan? Nah oleh karena itu, sudah patutlah kita bersyukur dengan segala nikmat yang telah Allah limpahkan, jangan ingkari itu semua.	
Kegiatan Inti	
Fase 1. Mengorientasikan peserta didik terhadap masalah	60 menit
10. Guru menyajikan orientasi masalah dengan menggunakan media powerpoint  11. Peserta didik mengamati gambar yang ditampilkan oleh guru 12. Peserta didik mengaitkan gambar dengan tetapan kesetimbangan konsentrasi (Critical Thinking/4C) 13. Peserta didik diarahkan untuk mendiskusikan langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan perhitungan menggunakan tetapan kesetimbangan kimia dengan melihat kepada tiga contoh yang diberikan oleh guru (Critical Thinking/4C) 14. Setelah peserta didik memahami langkah-langkah dalam penyelesaian perhitungan yang menggunakan tetapan kesetimbangan kimia maka mereka diajak untuk mengaplikasikan pengetahuan mereka dengan mengerjakan soal-soal dalam LKPD. 15. Guru memberikan beberapa reaksi untuk dianalisis peserta didik terkait hubungan kesetimbangan konsentrasi dan kesetimbangan parsial 16. Peserta didik bersama guru saling bertanya jawab tentang materi yang ditampilkan (Critical Thinking/4C) 17. Guru membimbing peserta didik dalam merumuskan masalah dan menuliskan rumusan masalah yang akan dipecahkan Fase 2. Mengorganisasikan peserta didik untuk belajar 18. Guru membagi peserta didik menjadi 4-5 kelompok secara heterogen (Collaboration, Communication 4C)	Science

19. Peserta didik menerima LKPD yang dibagikan guru 20. Peserta didik dibimbing guru memahami petunjuk mengerjakan LKPD (bernalat kritis, communication/4C) 21. Peserta didik diarahkan untuk mendiskusikan langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan perhitungan menggunakan tetapan kesetimbangan kimia dengan melihat kepada tiga contoh yang diberikan oleh guru (Critical Thinking/4C) 22. Peserta didik bersama guru membuat kesepakatan bahwa diskusi harus selesai dalam waktu 60 menit. Fase 3. Membantu investigasi mandiri dan kelompok 23. peserta didik diminta untuk menonton video tetapan kesetimbangan konsentrasi, tetapan kesetimbangan tekanan parsial, dan hubungan Kc dengan Kp 24. Peserta didik membaca sekaligus mendiskusikan permasalahan yang disajikan dalam LKPD (Gotong royong, kolaborasi, bernalat kritis, kreatif, komunikasi) 25. Peserta didik diberikan pertanyaan pada LKPD yang membantu dalam menyelesaikan permasalahan yang telah dirumuskan, peserta didik dibantu menyelesaikan permasalahan dengan pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut: a. Tentukan rumus tetapan kesetimbangan konsentrasi (Kc) dari reaksi berikut: 1) $3\text{Fe}_{(s)} + 4\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{Fe}_3\text{O}_4_{(s)} + \text{H}_2_{(g)}$ 2) $\text{NO}_2_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{HNO}_2_{(aq)} + \text{OH}_{(aq)}$ b. Buatlah tetapan kesetimbangan tekanan Kp dari reaksi berikut: 1) $2\text{SO}_2_{(g)} + \text{O}_2_{(g)} \rightleftharpoons 2\text{SO}_3_{(g)}$ 2) $2\text{ZnS}_{(s)} + 3\text{O}_2_{(g)} \rightleftharpoons 2\text{ZnO}_{(s)} + 2\text{SO}_2_{(g)}$ c. Perhatikan reaksi berikut. $\text{N}_2_{(g)} + \text{O}_2_{(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{(g)}$ Jika diketahui tekanan parsial kesetimbangan N_2, O_2, dan NO berturut-turut adalah 0,15 atm, 0,33 atm, dan 0,050 atm pada 2200°C, berapakah nilai Kp? 26. Peserta didik dibimbing oleh guru dalam kegiatan penyelidikan 27. Peserta didik dengan kelompok melakukan diskusi untuk menghasilkan solusi pemecahan masalah (HOTS, Gotong royong, kolaborasi, komunikasi, bernalat kritis/4C)	Technology Mathematics
---	--------------------------------------

28. Siswa mengumpulkan LKPD yang telah dikerjakan dengan tepat waktu (60 menit)	
Fase 4. Mengembangkan dan mempresentasikan hasil karya	
29. Perwakilan kelompok mempresentasikan hasil diskusinya di depan kelas. (Communication/4C)	
30. Bagi kelompok yang tidak maju, memperhatikan kelompok yang maju (memberikan saran maupun komentar) (bernalar kritis/4C)	
31. Peserta didik diberikan reward berupa tepuk tangan bagi yang selesai presentasi di depan kelas.	
Fase 5. Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	
32. Peserta didik diberikan kesempatan untuk bertanya dan memberikan pendapat terkait pemecahan masalah yang mereka diskusikan (Communication/4C)	
33. Peserta didik dan guru menyimpulkan pemecahan masalah yang telah dilakukan	
Penutupan	
34. Guru bersama peserta didik melakukan refleksi dari kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan serta menarik kesimpulan (4C-Communication, Collaboration, Critical Thinking)	15 menit
35. Guru melakukan evaluasi terhadap pembelajaran	
36. Guru memberikan informasi terkait materi selanjutnya	
37. Guru memberikan tugas untuk menguatkan pemahaman peserta didik	
38. Guru menutup pembelajaran dengan mempersilahkan salah satu peserta didik memimpin doa (Beriman bertakwakepada Tuhan YME)	
39. Guru memberikan salam penutup	

Pertemuan ke-4 dan 5 (5 x 45 menit)

Aktivitas Guru	Alokasi Waktu
Pembukaan	
Orientasi	15 menit
1. Guru mengucapkan salam dengan penuh rasa syukur untuk mengawali pertemuan (Beriman dan bertakwa kepada Tuhan YME)	
2. Guru dan peserta didik berdoa terlebih dahulu sebelum mengikuti pembelajaran. Guru meminta ketua kelas untuk memimpin berdoa	
3. Guru memeriksa kehadiran	
Apersepsi	

4. Guru menyampaikan apersepsi kepada peserta didik mengenai pergeseran arah kesetimbangan: "apakah kalian pernah melihat orang yang berjalan pada seutas tali? Bagaimana cara orang tersebut menjaga keseimbangannya? Bukankah mereka mencondongkan badannya ke kiri Ketika mereka mulai merasakan badannya lebih condung ke kanan? Begitu pula yang dilakukan sebuah larutan untuk mempertahankan kesetimbangannya" 5. Guru menanyakan kembali kepada peserta didik, zat-zat dengan fase apa saja yang diikutkan dalam perhitungan tetapan kesetimbangan kimia. 6. Guru menanyakan kembali kepada peserta didik mengenai Kc dan Kp. 7. Guru menyampaikan kompetensi, tujuan pembelajaran yang harus dicapai, menyampaikan penilaian hasil pembelajaran serta lingkup materi yang dipelajari.	
Motivasi 8. Guru menyampaikan pentingnya memahami konsep tetapan kesetimbangan dalam kimia sehingga dapat diaplikasikan dalam kehidupan nyata (4C-Communication) Guru menyampaikan pentingnya memahami konsep tetapan kesetimbangan dalam kimia sehingga dapat diaplikasikan dalam kehidupan nyata (4C-Communication) "Minggu lalu kita sudah membahas mengenai tetapan kesetimbangan. Lalu bagaimana cara menghitung harga tetapan kesetimbangan dan seperti apa untuk persamaan reaksi $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$? kita tahu bahwa tetapan kesetimbangan nilainya selalu tetap pada suhu yang sama. Sekarang, kalau kita menambahkan konsentrasi gas hidrogen berarti nilai reaktan lebih besar. Jumlah gas ammonia yang terbentuk nantinya akan lebih besar atau lebih sedikit?"	Science
Kegiatan Inti	
Fase 1. Mengorientasikan peserta didik terhadap masalah 9. Guru mengajak peserta didik untuk membaca uraian mengenai proses pembuatan asam sulfat. Pada uraian disertakan pula permasalahan yang terjadi mengenai variasi suhu, tekanan, dan konsentrasi yang digunakan pada proses pembuatan asam sulfat. 10. Guru membimbing peserta didik dalam merumuskan masalah dan menuliskan rumusan masalah yang akan dipecahkan	105 menit Engineering

Fase 2. Mengorganisasikan peserta didik untuk belajar 11. Guru membagi peserta didik menjadi 4-5 kelompok secara heterogen (<i>Collaboration, Communication 4C</i>) 12. Setiap kelompok dibagikan LKPD yang sama tetapi diminta untuk mengerjakan yang berbeda-beda: - Pengaruh suhu pada pergeseran arah kesetimbangan dan penerapannya pada industri pembuatan H_2SO_4 - Pengaruh konsentrasi pada pergeseran arah kesetimbangan dan penerapannya pada industri pembuatan H_2SO_4 - Pengaruh tekanan pada pergeseran arah kesetimbangan dan penerapannya pada industri pembuatan H_2SO_4 13. Peserta didik dibimbing guru memahami petunjuk mengerjakan LKPD (<i>bernalar kritis, communication/4C</i>) 14. Peserta didik bersama guru membuat kesepakatan bahwa diskusi harus selesai dalam waktu 30 menit. Fase 3. Membantu investigasi mandiri dan kelompok 15. Peserta didik diminta untuk menonton video terkait pengaruh suhu, konsentrasi dan tekanan pada pergeseran arah kesetimbangan 16. Peserta didik dibimbing oleh guru dalam kegiatan penyelidikan 17. Peserta didik dengan kelompok melakukan diskusi untuk menghasilkan solusi pemecahan masalah (<i>HOTS, Gotong royong, kolaborasi, komunikasi, bernalar kritis/4C</i>) 18. Peserta didik mengumpulkan LKPD yang telah dikerjakan dengan tepat waktu 30 menit 19. Peserta didik diberikan pertanyaan pada LKPD yang membantu Dalam menyelesaikan permasalahan yang telah dirumuskan, peserta didik dibantu menyelesaikan permasalahan dengan pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut: - Tuliskan persamaan reaksi Dalam pembuatan H_2SO_4 - Apa yang harus dilakukan untuk mengoptimalkan proses manufaktur H_2SO_4 Fase 4. Mengembangkan dan mempresentasikan hasil karya 20. Peserta didik diminta untuk merumuskan pemecahan masalah berdasarkan hasil penyelidikan 21. Perwakilan kelompok mempresentasikan hasil diskusinya di depan kelas.	Technology Mathematics
--	--------------------------------------

(Communication/4C) 22. Bagi kelompok yang tidak maju, memperhatikan kelompok yang maju (memberikan saran maupun komentar) (bermalar kritis/4C) 23. Peserta didik diberikan reward berupa tepuk tangan bagi yang selesai presentasi di depan kelas. Fase 5. Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah 24. Peserta didik diberikan kesempatan untuk bertanya dan memberikan pendapat terkait pemecahan masalah yang mereka diskusikan (Communication/4C) 25. Peserta didik dan guru menyimpulkan pemecahan masalah yang telah dilakukan. 26. Guru melakukan evaluasi pembelajaran melalui <i>posttest</i> untuk mengetahui pengaruh model <i>PBL-STEM</i> terhadap keterampilan berpikir peserta didik.	
Penutupan	
27. Guru bersama peserta didik melakukan refleksi dari kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan serta menarik kesimpulan (4C-Communication, Collaboration, Critical Thinking) 28. Guru melakukan evaluasi terhadap pembelajaran 29. Guru memberikan informasi terkait materi selanjutnya 30. Guru menutup pembelajaran dengan mempersilahkan salah satu peserta didik memimpin doa (Beriman bertakwapepada Tuhan YME) 31. Guru memberikan salam penutup	15 menit

5. Materi Pembelajaran

Terlampir

6. Perangkat Asesmen (Terlampir)

Bentuk asesmen:

- Sikap (Profil Pelajar Pancasila) berupa: observasi, penilaian diri, dan penilaian teman sebaya.
- Keterampilan: diskusi dan unjuk kerja.
- Pengetahuan; Tes Tertulis (soal uraian).

7. Pengayaan dan Remedial

- Bagi peserta didik yang masuk kategori tidak paham akan dilakukan intervensi dan pendampingan oleh guru dan orang tua/wali.
- Bagi peserta didik yang masuk kategori paham sebagian akan dilakukan pendampingan oleh teman sejawatnya.

- c. Bagi peserta didik yang masuk kategori paham akan melanjutkan ke tujuan Pembelajaran selanjutnya.

8. Refleksi

- a. Refleksi bagi peserta didik
- 1) Apa yang sudah dipelajari pada pembelajaran ini?
 - 2) Apa saja yang muncul dan belum didapatkan jawabannya selama pembelajaran berlangsung?
 - 3) Bagian mana yang menurutmu paling sulit dari materi ini?
- b. Refleksi bagi guru
- 1) Apakah materi pembelajaran sudah sesuai dengan tujuan pembelajaran?
 - 2) Apakah alokasi waktu pembelajaran sudah sesuai dengan yang direncanakan?
 - 3) Apakah alokasi waktu pembelajaran sudah sesuai dengan yang direncanakan?
 - 4) Apakah pembelajaran hari ini mampu meningkatkan pengetahuan siswa?

Semarang, 24 Februari 2024

Mengetahui,

Guru Kimia

Peneliti

Sri Hartatik, S. Pd

NIP. 197312282007012004

Riska Rahmawati

NIM. 2008076079

Lampiran 1

MATERI PEMBELAJARAN

A. Reaksi Kimia

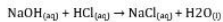
Kesetimbangan kimia menjelaskan keadaan dimana laju reaksi maju dan laju reaksi balik sama besar dan dimana konsentrasi reaktan dan produk tetap tidak berubah seiring berjalannya waktu. Reaksi kimia terjadi dalam dua bentuk yaitu reaksi satu arah atau *irreversible* dan reaksi bolak-balik atau *reversible*. Adapun perbedaan antara kedua reaksi ini yaitu:

1. Reaksi satu arah (*Irreversible*)

Reaksi searah yaitu reaksi yang berlangsung dari arah reaktan ke produk atau, ke kanan pada reaksi ini. Produk tidak dapat bereaksi kembali menjadi zat-zat asalnya. Ciri-ciri reaksi searah adalah:

- persamaan reaksi ditulis dengan satu anak panah produk/kanan ($\rightarrow$)
- reaksi akan berhenti setelah salah satu atau semua reaktan habis
- produk tidak dapat terurai menjadi zat-zat reaktan
- reaksi berlangsung tuntas/berkesudahan.

Contoh reaksi searah:

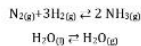


Pada reaksi tersebut NaOH habis bereaksi dengan HCl membentuk NaCl dan air. NaCl dan air tidak dapat bereaksi kembali menjadi NaOH dan HCl.

2. Reaksi dua arah (*Reversible*)

Reaksi dua arah yaitu reaksi yang dapat berlangsung dari reaktan ke produk atau ke kanan dan juga sebaliknya dari produk ke reaktan atau ke kiri. Ciri-ciri reaksi dua arah adalah:

- persamaan reaksi ditulis dengan dua anak panah dengan arah berlawanan ($\rightleftharpoons$)
- reaksi ke arah produk disebut reaksi maju, reaksi ke arah reaktan disebut reaksi balik. Contoh reaksi dua arah:



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. Reaksinya disebut reaksi kesetimbangan. Dalam keadaan setimbang, jumlah reaktan dan produk tidak harus sama, asalkan laju reaksi ke kiri dan ke kanan sama besar.

B. Jenis Reaksi Kesetimbangan

Kesetimbangan dapat dibedakan atas beberapa jenis berdasarkan wujudnya, kesetimbangan dibedakan atas dua jenis yaitu:

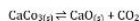
1. Kesetimbangan homogen

Kesetimbangan homogen adalah kesetimbangan yang semua komponennya satu fase. Kesetimbangan homogen dapat berupa sistem gas atau larutan. Contoh:



2. Kesetimbangan heterogen

Kesetimbangan heterogen adalah kesetimbangan yang komponennya terdiri dari dua fase atau lebih. Kesetimbangan heterogen umumnya melibatkan komponen padat-gas atau cair-gas. Dalam kesetimbangan heterogen, jika zat-zat murni atau cairan-cairan murni yang tidak dapat dicampur adalah pereaksi dalam suatu sistem dengan satu gas atau lebih, maka tetapan kesetimbangan dapat ditulis hanya dalam tekanan parsial gas karena konsentrasi zat padat murni atau zat cair murni praktis konstan meskipun tekanannya berubah. Contoh:



C. Pergeseran Kimia

Seorang ahli kimia Prancis, Henry Louis Le Chatelier berpendapat sebagai berikut: "Bila terhadap suatu kesetimbangan dilakukan suatu tindakan (aksi), maka sistem itu akan mengadakan reaksi yang cenderung mengurangi pengaruh aksi tersebut". Secara singkat, asas Le Chatelier dapat disimpulkan sebagai berikut:

Reaksi = - Aksi

Cara sistem bereaksi adalah dengan melakukan pergeseran kekiri atau kekanan. Menurut asas Le Chatelier dapat diramalkan arah pergeseran kesetimbangan yaitu:

1. Pengaruh konsentrasi

Jika konsentrasi salah satu komponen ditambah, maka reaksi sistem adalah mengurangi komponen tersebut. Sebaliknya, jika konsentrasi salah satu komponen diperkecil, maka sistem adalah menambah komponen tersebut.

2. Pengaruh tekanan

Jika tekanan diperbesar (volume diperkecil), kesetimbangan akan bergeser ke arah jumlah koefisiennya terkecil. Sebaliknya, jika tekanan diperkecil (volume diperbesar), kesetimbangan akan bergeser ke arah yang jumlah koefisiennya terbesar.

3. Pengaruh Suhu

Jika suhu sistem dinaikkan, maka reaksi sistem akan menurunkan suhu, kesetimbangan akan bergeser ke pihak yang menyerap kalor (endoterm). Sebaliknya jika suhu diturunkan, maka kesetimbangan akan bergeser ke pihak reaksi yang mengurangi kalor (eksoterm). Perubahan konsentrasi atau tekanan tidak mengubah tetapan kesetimbangan. Sedangkan perubahan temperatur mempengaruhi kuantitas pereaksi dan produk, maka kenaikan temperatur mengubah harga tetapan kesetimbangan itu sendiri.

4. Pengaruh katalis

Katalis adalah zat yang ditambahkan kedalam suatu reaksi untuk mempercepat reaksi tanpa ikut bereaksi. Katalis berfungsi untuk mempercepat reaksi berlangsung, tetapi tidak mengubah komposisi kesetimbangan. Katalis hanya mengubah waktu yang diperlukan untuk mencapai kesetimbangan. Reaksi yang memerlukan waktu sehari-hari atau berminggu-minggu untuk mencapai kesetimbangan, dapat mencapainya dalam beberapa menit dengan hadirnya katalis. Reaksi yang berlangsung dengan laju yang sesuai hanya pada temperatur yang sangat tinggi, dapat berjalan dengan cepat pada temperatur yang jauh lebih rendah bila digunakan katalis.

D. Tetapan Kesetimbangan

Tetapan kesetimbangan adalah angka yang menunjukkan perbandingan secara kuantitatif antara produk dan pereaksi.

1. Disosiasi

Disosiasi adalah reaksi penguraian suatu zat menjadi zat yang lebih sederhana. Dalam ruang tertutup disosiasi berakhir sebagai reaksi kesetimbangan sehingga disebut kesetimbangan disosiasi. Banyaknya zat yang mengalami disosiasi dapat diketahui dengan derajat disosiasi (α), dirumuskan sebagai berikut.

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

2. Tetapan Kesetimbangan Konsentrasi (Kc)

Penentuan nilai tetapan kesetimbangan berdasarkan konsentrasi zat (Kc) yang terlibat dalam reaksi dihitung berdasarkan molaritas zatnya (M). Perhitungan tetapan nilai kesetimbangan tersebut, 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).

3. Tetapan Kesetimbangan Parsial (Kp)

Tetapan kesetimbangan berdasarkan tekanan (P) gas dinyatakan dengan notasi (Kp), yaitu hasil kali tekanan parsial gas-gas hasil reaksi dibagi dengan hasil kali tekanan parsial gas-gas pereaksi, masing-masing tekanan parsial gas dipangkatkan koefisiennya menurut persamaan reaksi. Penentuan nilai tetapan kesetimbangan berdasarkan tekanan parsial (Kp) yang terlibat dalam reaksi dihitung dari tekanan parsial zatnya (P). Perhitungan nilai kesetimbangan tersebut, harus memperhatikan fase atau wujud zat yang terdapat dalam reaksi yang akan ditentukan nilai Kp-nya, fase yang dibutuhkan hanya fase gas (g). penentuan tekanan parsial suatu zat dari tekanan parsial totalnya digunakan persamaan sebagai berikut:

$$P_x = \frac{\text{Mol gas X}}{\text{Mol gas total}} P_{\text{total}}$$

4. Hubungan Kp dan Kc

Tekanan parsial gas bergantung pada konsentrasi. Persamaan keadaan gas ideal dapat ditulis sebagai berikut:

$$P = (n/V) RT$$

Karena (n/V) = konsentrasi (C), maka $P = CRT$

Untuk reaksi $A_{(g)} + B_{(g)} \leftrightarrow C_{(g)} + D_{(g)}$

Harga Kp menjadi: $K_p = K_c \times (RT)^{\Delta n}$

keterangan:

T = suhu mutlak (K)

R = tetapan gas (0,082 L . atm $^{\circ}$ K $^{-1}$.mol $^{-1}$)

Δn = selisih jumlah koefisien produk dengan reaktan

Lampiran 2**Pertemuan 3****INSTRUMEN PENILAIAN SIKAP**

Mata Pelajaran : Kimia
 Kelas/semester : XI/Genap
 Materi : Keseimbangan Kimia

1. Lembar Observasi

No	Aspek yang dinilai	Teknik Penilaian	Waktu Penilaian	Instrument
1.	Kreatif	Pengamatan	Proses dan Tugas	Lembar Observasi
2.	Kerjasama	Pengamatan	Proses dan Tugas	Lembar Observasi
3.	Bernalar Kritis	Pengamatan	Proses	Lembar Observasi

No	Nama Siswa	Perilaku				Ket.
		Kreatif	Kerjasama	Mandiri	Bernalar Kritis	
1.						
2.						
3.						

Panduan Penskoran

$$\text{Nilai Akhir} = \frac{\text{skor total}}{\text{skor maksimal}} \times 100$$

Pemberian Predikat

Nilai ketuntasan kompetensi sikap dalam bentuk predikat, yakni predikat Sangat Baik (SB), Baik (B), Cukup (C), dan Kurang (D) sesuai kriteria dibawah ini.

Sangat Baik (A) : apabila memperoleh skor: 75 < skor < 100

Baik (B) : apabila memperoleh skor: 50 < skor < 75

Cukup (C) : apabila memperoleh skor: 25 < skor < 50

Kurang (D) : apabila memperoleh skor: skor < 25

RUBRIK PENILAIAN SIKAP

Indikator	Rubrik	Nilai
Kreatif	• Peserta didik memiliki rasa ingin tahu	25
	• Peserta didik tertarik dalam mengerjakan tugas	25
	• Peserta didik berani dalam mengambil resiko	25
	• Peserta didik tidak mudah putus asa	25
TOTAL		100
Kerjasama	• Peserta didik terlibat aktif dalam bekerja kelompok	25
	• Peserta didik bersedia mengerjakan tugas sesuai dengan kesepakatan	25
	• Peserta didik bersedia membantu temannya dalam satu kelompok yang mengalami kesulitan	25
	• Peserta didik menghargai hasil kerja anggota kelompok	25
TOTAL		100
Bernalar Kritis	• Peserta didik mampu merumuskan pokok-pokok permasalahan	25
	• Peserta didik mampu mengungkap fakta yang dibutuhkan dalam menyelesaikan suatu masalah	25
	• Peserta didik mampu memilih argumen logis, relevan, dan akurat	25
	• Peserta didik dapat mempertimbangkan kredibilitas (kepercayaan) sumber informasi yang diperoleh	25
TOTAL		100
SKOR TOTAL		300

2. Lembar Penilaian Teman Sebaya

NO	Pernyataan	Ya	Tidak	Jumlah Skor	Skor Sikap	Kode Nilai
1.	Mau menerima pendapat teman					
2.	Memberikan solusi terhadap permasalahan					
3.	Memaksakan pendapat sendiri kepada anggota kelompok					
4.	Marah saat diberi kritik					

Panduan Penskoran

$$\text{Nilai Akhir} = \frac{\text{skor total}}{\text{skor maksimal}} \times 100$$

Catatan:

- Skor penilaian Ya = 100 dan Tidak = 50
- Skor maksimal = jumlah pernyataan dikalikan jumlah kriteria = 3 x 100 = 300
- Skor sikap = (jumlah skor dibagi skor maksimal dikalikan 100)

Pemberian Predikat

Nilai ketuntasan kompetensi sikap dalam bentuk predikat, yakni predikat Sangat Baik (SB),

Baik (B), Cukup (C), dan Kurang (D) sesuai kriteria dibawah ini.

Sangat Baik (A) : apabila memperoleh skor : 75 < skor < 100

Baik (B) : apabila memperoleh skor : 50 < skor < 75

Cukup (C) : apabila memperoleh skor : 25 < skor < 50

Kurang (D) : apabila memperoleh skor : skor < 25

INSTRUMEN PENILAIAN KETERAMPILAN

1. Penilaian Unjuk Kerja

NO	Aspek yang Dinilai	Sangat Baik (100)	Baik (75)	Kurang Baik (50)	Tidak Baik (25)
1	Kesesuaian respon dengan pertanyaan				
2	Keserasian pemilihan kata				
3	Kesesuaian penggunaan tata bahasa				
4	Pelafalan				

Kriteria penilaian (*skor*)

- 100 = Sangat Baik
 75 = Baik
 50 = Kurang Baik
 25 = Tidak Baik

$$\text{Nilai Akhir} = \frac{\text{skor total}}{\text{skor maksimal}} \times 100$$

2. Instrumen Penilaian Diskusi

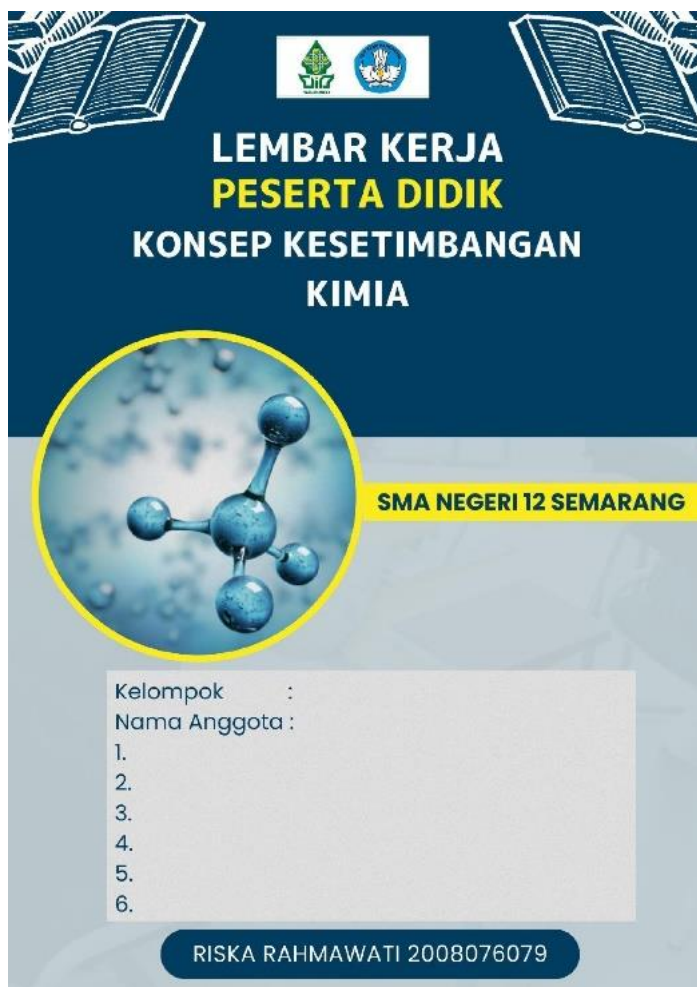
NO	Aspek yang Dinilai	100	75	50	25
1	Penguasaan materi diskusi				
2	Kemampuan menjawab pertanyaan				
3	Kemampuan mengolah kata				
4	Kemampuan menyelesaikan masalah				

Kriteria penilaian (*skor*)

- 100 = Sangat Baik
 75 = Baik
 50 = Kurang Baik
 25 = Tidak Baik

$$\text{Nilai Akhir} = \frac{\text{skor total}}{\text{skor maksimal}} \times 100$$

Lampiran 6. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)



**LEMBAR KERJA
PESERTA DIDIK
KONSEP KESETIMBANGAN
KIMIA**

SMA NEGERI 12 SEMARANG

Kelompok :
Nama Anggota :
1.
2.
3.
4.
5.
6.

RISKA RAHMAWATI 2008076079

TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Menjelaskan konsep kesetimbangan kimia.
2. Membedakan kesetimbangan homogen dan heterogen

PENGUNAAN LKPD

1. Baca dan pahami materi secara cermat, teliti, dan runtut.
2. Diskusikan setiap permasalahan dalam LKPD dengan seksama.
3. Mintalah bantuan kepada guru apabila terdapat hal yang tidak dipahami.
4. Selesaikan setiap masalah yang muncul di LKPD ini secara berkelompok



Sains, Technology

KEGIATAN PEMBELAJARAN

Orientasi pada Masalah



Video fenomena
minuman berkarbonasi



Video fenomena
terjadinya perkaratan

Alea membeli minuman berkarbonasi di supermarket, kemudian Alea mengamati terdapat gelembung-gelembung gas yang mengelilingi wadah minuman tersebut. Ketika minuman berkarbonasi tersebut dikocok akan menghasilkan soda yang lebih banyak, tetapi pada saat didiamkan beberapa saat maka gelembung gas tersebut akan berkurang. Setelah itu Alea pulang dengan mengamati lingkungan sekitarnya, didapatkan pagar besi di lingkungan tersebut mengalami perubahan menjadi kecoklatan. Alea bertanya-tanya mengapa kedua fenomena tersebut dapat terjadi dalam reaksi kesetimbangan kimia?

Organisasi Peserta Didik untuk Belajar

Bekerjasama dengan anggota kelompokmu yang terdiri dari 5-6 orang dalam satu kelompok. Dalam kelompok terdapat pula pembagian tugas untuk mencari Solusi dari permasalahan terkait soda dan paku berkarat diskusikanlah dengan anggota kelompokmu rencana aksi/solusi yang akan diberikan untuk menyelesaikan masalah tersebut dengan cara membuat jawaban dari rumusan yang telah dibuat pada orientasi masalah diatas!

Membantu Investigasi Mandiri dan Kelompok

Setelah mengamati permasalahan diatas, jawablah pertanyaan dibawah ini

Soda

1. Pada saat diberikan getaran pada botol, apa yang terjadi pada soda tersebut? Apakah terdapat perbedaan dari soda sebelum dan sesudah diberikan getaran? Jika didiamkan apakah dapat Kembali seperti semula?
2. Bagaimana laju dan reaksi kimia pada soda tersebut?
3. Apakah zat pada soda merupakan perpaduan beberapa zat yang berbeda? Tuliskan reaksi
4. Pada soda, dan tentukan apakah reaksi termasuk reaksi *irreversible* atau *reversible*? Berikan asalannya!

Besi

5. Pada fenomena perkaratan besi, apakah terjadi perbedaan dari besi yang berkarat dengan yang tidak berkarat?
6. Bagaimanakah terjadinya perkaratan pada besi? Tuliskan reaksi perkaratan besi!
7. Apakah karat besi dapat bereaksi kembali menjadi besi seperti semula

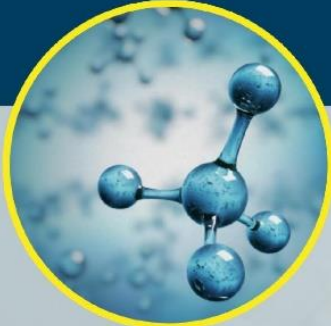
8. Apakah reaksi perkaratan besi termasuk ke dalam reaksi *irreversible* atau *reversible*? Berikan alasannya!

Hasil Diskusi:

This image shows a full page of primary-ruled notebook paper. It features multiple sets of horizontal dashed lines for writing, separated by solid horizontal lines. Vertical solid lines on either side of each set of lines define margins. The pattern repeats down the entire page, providing a structured space for handwriting practice.



LEMBAR KERJA
PESERTA DIDIK
TETAPAN DAN PERHITUNGAN
KESETIMBANGAN KIMIA



SMA NEGERI 12 SEMARANG

Kelompok :
Nama Anggota :
1.
2.
3.
4.
5.
6.

RISKA RAHMAWATI 2008076079

TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Menghitung tetapan kesetimbangan konsentrasi (K_c), tetapan kesetimbangan tekanan (K_p), dan hubungan K_c dengan K_p

PENGUNAAN LKPD

1. Baca dan pahami materi secara cermat, teliti, dan runtut.
2. Dikiskusikan setiap permasalahan dalam LKPD dengan seksama.
2. Mintalah bantuan kepada guru apabila terdapat hal yang tidak dipahami.
3. Selesaikan setiap masalah yang muncul di LKPD ini secara berkelompok



Sains, Technology, Mathematics

Orientasi pada Masalah

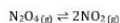
KEGIATAN PEMBELAJARAN

Perhatikan gambar berikut!



Roket merupakan kendaraan yang digunakan para astronot untuk perjalanan ke luar angkasa. Salah satu jenis roket yang digunakan yaitu roket propelan cair. Roket ini menggunakan salah satu jenis bahan bakar Nitrogen tetraoksida (N_2O_4) karena dapat di simpan dalam waktu yang suatu zat saat sembang dapatkah untuk menentukan tetapan kesetimbangan? Apa itu tetapan kesetimbangan konsentrasi? Bagaimana menentukan tetapan kesetimbangan?

lama pada suhu dan tekanan normal. N_2O_4 merupakan salah satu contoh kesetimbangan dinamis. Reaksi disosiasi gas nitrogen tetraoksida dalam sistem ditambahkan kalor. Secara perlahan akan berubah menjadi gas NO_2 . Persamaan reaksinya adalah sebagai berikut.



Pada reaksi $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ ini dilakukan percobaan pada suhu 25°C didapatkan pada Tabel 1.

Konsentrasi awal (M)		Konsentrasi kesetimbangan (M)		Perbandingan konsentrasi pada kesetimbangan	
$[N_2O_4]$	$[NO_2]$	$[N_2O_4]$	$[NO_2]$	$\frac{[NO_2]}{[N_2O_4]}$	$\frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$
0,670	0,000	0,643	0,0547	0,0851	$4,65 \times 10^{-3}$
0,446	0,0500	0,448	0,0457	0,102	$4,66 \times 10^{-3}$
0,500	0,0300	0,491	0,0475	0,0967	$4,60 \times 10^{-3}$
0,600	0,0400	0,594	0,0523	0,880	$4,60 \times 10^{-3}$
0,000	0,200	0,0898	0,0204	0,227	$4,63 \times 10^{-3}$

Dari Tabel 1 menunjukkan bahwa terdapat nilai yang hampir tetap yakni $4,63 \times 10^{-3}$ pada perbandingan $\frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$ pada perhitungan $\frac{[NO_2]}{[N_2O_4]}$ memberikan nilai berbeda. Apa hubungan nilai ini dengan tetapan kesetimbangan? Dari hasil perbandingan konsentrasi suatu zat saat seimbang dapatkah untuk menentukan tetapan kesetimbangan? Apa itu tetapan kesetimbangan konsentrasi? Bagaimana menentukan tetapan kesetimbangan?

Organisasi Peserta Didik untuk Belajar

Bekerjasama dengan anggota kelompokmu yang terdiri dari 5-6 orang dalam satu kelompok. untuk memahami tetapan kesetimbangan konsentrasi (K_c), kesetimbangan tekanan parsial (K_p) serta hubungan antara K_c dengan K_p silahkan perhatikan video berikut!



Video Tetapan Kesetimbangan Konsentrasi



Video Tetapan Kesetimbangan Tekanan
serta Hubungan K_c dan K_p

Membantu Investigasi Mandiri dan Kelompok

Setelah mengamati permasalahan diatas, jawablah pertanyaan dibawah ini

1. Bagaimana konsentrasi awal dan konsentrasi saat setimbang pada tabel 1? (sama atau berbeda)
2. Apakah bisa menentukan tetapan kesetimbangan dari perbandingan konsentrasi pada saat kesetimbangan? Jelaskan
3. Buatlah tetapan kesetimbangan konsentrasi dan kesetimbangan tekanan dari reaksi berikut:
 - a. $3\text{Fe}_{(s)} + 4\text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightleftharpoons \text{Fe}_3\text{O}_{4(s)} + \text{H}_2_{(g)}$
 - b. $\text{NO}_{2(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{HNO}_{2(aq)} + \text{OH}_{(aq)}$
 - a. $2\text{SO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{SO}_{3(g)}$
 - b. $2\text{ZnS}_{(s)} + 3\text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{ZnO}_{(s)} + 2\text{SO}_{2(g)}$
4. Perhatikan reaksi berikut.



Ke dalam tabung tertutup dengan volume 5 liter, dimasukkan 0,4 mol gas N_2 dan 0,5 mol gas O_2 pada suhu tetap. Setelah kesetimbangan tercapai, ditemukan 0,2 mol gas NO . Berapakah nilai K_c untuk reaksi kesetimbangan tersebut?

5. Sebanyak 10 mol gas N_2 dicampurkan dengan 40 mol gas H_2 dalam suatu ruangan 10 liter kemudian dipanaskan pada suhu 427°C , sehingga sebagian bereaksi membentuk NH_3 menurut reaksi kesetimbangan:



Apabila tekanan total campuran pada keadaan setimbang 230 atm, tentukanlah harga K_p dan K_c reaksi itu pada 427°C .

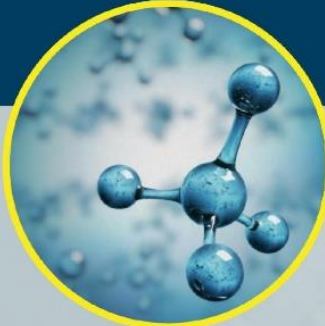
Mengembangkan dan Menyajikan Hasil Diskusi

Diskusikanlah dengan teman kelompokmu! Berdasarkan hasil membaca literatur dan pengalaman pengumpulan data maka pada proses pengembangan dan penyajian hasil karya dari masalah yang diberikan, jawablah pertanyaan

Soal	Jawaban
Apa yang dimaksud dengan hukum kesetimbangan dan tetapan kesetimbangan?	



LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK FAKTOR PERGESERAN KESETIMBANGAN KIMIA



SMA NEGERI 12 SEMARANG

Kelompok :
Nama Anggota :

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

RISKA RAHMAWATI 2008076079

TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Bacalah Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dengan seksama.
2. Siapkan buku referensi sebagai penunjang proses pembelajaran.
3. Mintalah bantuan kepada guru apabila terdapat hal yang tidak dipahami.

PENGUNAAN LKPD

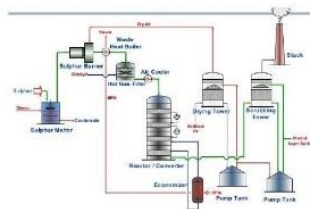
1. Baca dan pahami materi secara cermat, teliti, dan runtut.
2. Diskusikan setiap permasalahan dalam LKPD dengan seksama.
4. Mintalah bantuan kepada guru apabila terdapat hal yang tidak dipahami.
5. Selesaikan setiap masalah yang muncul di LKPD ini secara berkelompok



KEGIATAN PEMBELAJARAN

Orientasi pada Masalah

ASAM SULFAT



Asam sulfat digunakan dalam jumlah yang besar oleh industri besi dan baja untuk menghilangkan oksidasi, karet, dan kerak air sebelum dijual ke industri otomotif. Asam yang telah digunakan sering kali didaur ulang dalam kilang regenerasi asam bekas (*Spent Acid Regeneration (SAR) plant*). Kilang ini membakar asam bekas dengan gas alam, gas kilang, bahan bakar minyak, ataupun sumber bahan bakar lainnya. Proses pembakaran ini akan menghasilkan gas sulfur dioksida (SO_2) dan sulfur trioksida (SO_3) yang kemudian digunakan untuk membuat asam sulfat yang "baru".

Ammonium sulfat merupakan pupuk nitrogen yang penting, umumnya diproduksi sebagai produk sampingan dari kilang pemroses kokas untuk produksi besi dan baja. Mereaksikan ammonia yang dihasilkan pada dekomposisi termal batu bara dengan asam sulfat bekas mengizinkan ammonia dikristalkan keluar sebagai garam (seringkali berwarna coklat karena kontaminasi besi) dan dijual kepada industri agrokimia.

Kegunaan asam sulfat lainnya yang penting adalah untuk pembuatan aluminium sulfat. Aluminium sulfat dapat dengan sejumlah kecil sabun pada serat pulp kertas untuk menghasilkan aluminium karboksilat yang membantu mengentalkan serat pulp menjadi permukaan kertas yang keras. Aluminium sulfat juga digunakan untuk membuat aluminium hidroksida.

INDUSTRI PEMBUATAN ASAM SULFAT

Asam sulfat diproduksi dengan melakukan beberapa fase yaitu sebagai berikut:

1. Membuat sulfur dioksida (SO_2)
2. Mengubah sulfur dioksida menjadi sulfur trioksida (SO_3) melalui reaksi kesetimbangan
3. Mengubah sulfur trioksida menjadi asam sulfat (H_2SO_4)

Pada proses kedua, terdapat reaksi kesetimbangan yaitu perubahan sulfur dioksida menjadi sulfur trioksida. Dalam kesetimbangan, kita mengenal adanya pergeseran arah kesetimbangan. Jika kita memanipulasi beberapa faktor seperti suhu, tekanan, dan konsentrasi. Kadar sulfur trioksida yang diperoleh bisa semakin banyak dan menguntungkan untuk pelaku bisnis.

Apa saja yang dapat kita lakukan untuk memperoleh hasil maksimum?

Organisasi Peserta Didik untuk Belajar

Bekerjasama dengan anggota kelompokmu yang terdiri dari 5-6 orang dalam satu kelompok dan berdiskusi membuat hipotesis/jawaban sementara untuk menyelesaikan permasalahan diatas!

Hipotesis:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Selanjutnya peserta didik mengerjakan aktivitas yang ada di LKPD dan melakukan mengumpulkan informasi terkait faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan.

Membantu Investigasi Mandiri dan Kelompok

Berdasarkan permasalahan di atas, untuk mengetahui pergeseran arah kesetimbangan menuju produk kita dapat mengamati video praktikum pada link di bawah ini untuk membuktikan kebenaran hipotesis yang sudah dibuat.

<https://youtu.be/iKYdmFvXQb07si=on-tyeHTEBenO5Zm>

https://youtu.be/oC3klPMRnwo7si=-ov-p0Xq80L4Q_gq



Video Praktikum 1



Video Praktikum 2

Setelah mengamati video pada link di atas, lengkapi table dan jawablah pertanyaan di bawah ini!

1. Pengaruh perubahan konsentrasi terhadap pergeseran kesetimbangan

Tabung Reaksi	Perlakuan	Hasil Pengamatan
1.	Aquades + 5 mL FeCl_3 + 5 mL KSCN	Warna.....
2.	Ditambah 1 tetes KSCN	Warna.....
3.	Ditambah 1 tetes FeCl_3	Warna.....
4.	Ditambah kristal NaH_2PO_4	Warna.....

Pertanyaan Kunci

- a. Berdasarkan video percobaan yang telah kalian lihat, tuliskanlah persamaan reaksi dari larutan pembanding pada tabung reaksi 1 (larutan FeCl_3 + larutan KSCN)

.....

.....

- b. Mengapa penambahan KSCN pada tabung reaksi 2 menyebabkan warna merah semakin pekat serta jelaskan arah pergeseran kesetimbangan yang terjadi!

.....

- c. Mengapa penambahan FeCl_3 pada tabung reaksi 3 menyebabkan warna merah semakin pekat serta jelaskan arah pergeseran kesetimbangan yang terjadi!

- d. Mengapa penambahan NaH_2PO_4 pada tabung reaksi 4 menyebabkan warna semakin pudar serta jelaskan arah pergeseran kesetimbangan yang terjadi!

2. Pengaruh perubahan suhu terhadap pergeseran kesetimbangan

Tabung Reaksi	Perlakuan	Hasil Pengamatan
1.	Gas NO_2 dipanaskan	Warna.....
2.	Gas NO_2 didinginkan	Warna.....
3.	Gas NO_2	Warna.....

Pertanyaan Kunci

- a. Berdasarkan video percobaan yang telah kalian lihat, tuliskanlah persamaan reaksi kesetimbangan pada tabung reaksi 1

- b. Mengapa gas NO_2 pada tabung reaksi 2 saat didinginkan mengalami perubahan warna serta jelaskan arah pergeseran kesetimbangan yang terjadi!

- c. Mengapa gas NO_2 pada tabung reaksi 3 saat dipanaskan mengalami perubahan warna serta jelaskan arah pergeseran kesetimbangan yang terjadi!

Mengembangkan dan Menyajikan Hasil Diskusi

Presentasikanlah hasil diskusi kalian didepan kelas dengan terampil dan santun

Evaluasi Pemecahan Masalah

Berdasarkan hasil diskusi yang telah kalian lakukan, tulislah kesimpulan dari penyelesaian permasalahan yang telah dibuat!

Pengaruh perubahan konsentrasi terhadap pergeseran arah kesetimbangan

.....

.....

.....

Pengaruh perubahan suhu terhadap pergeseran arah kesetimbangan

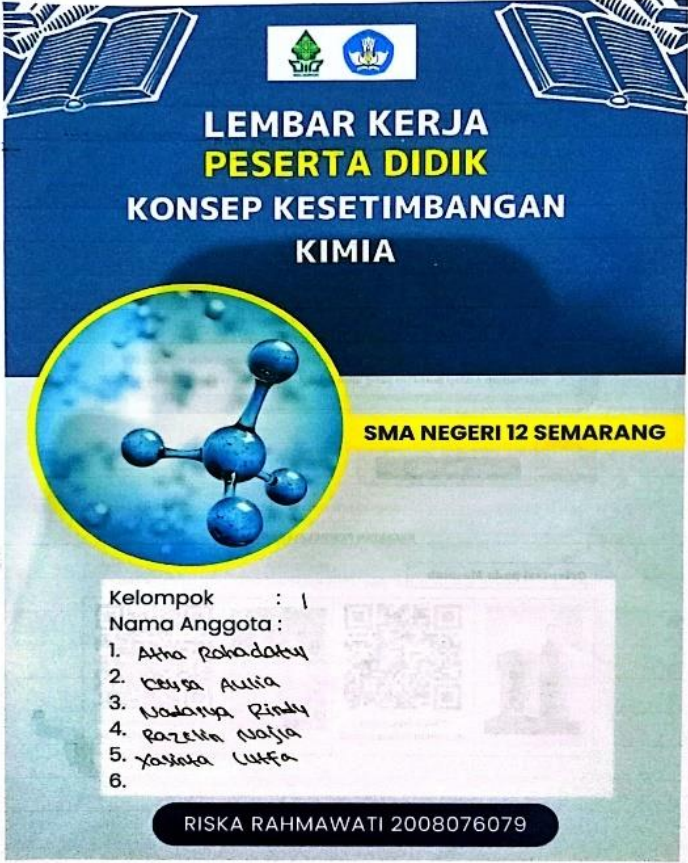
.....

.....

.....

Lampiran 7. Dokumentasi Jawaban LKPD

1. Konsep Kestimbangan Kimia



**LEMBAR KERJA
PESERTA DIDIK
KONSEP KESETIMBANGAN
KIMIA**

SMA NEGERI 12 SEMARANG

Kelompok : 1
Nama Anggota :

1. Altha Rahadatu
2. Ceyza Aulia
3. Nadanya Rindy
4. Razeika Najia
5. Yasytha Luffa
- 6.

RISKA RAHMAWATI 2008076079

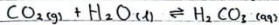
LKPD Konsep Keseimbangan Kimia

1.) Organisasi Peserta Didik untuk Belajar dan Orientasi pada Masalah

Pemecahan masalah pada orientasi masalah:

* Minuman berkarbonasi (Soda)

Soda mengandung CO_2 / karbon dioksida yang terlarut dalam H_2O / Air menghasilkan asam Karbonat secara Kesetimbangan



asam karbonat tersebut dapat terurai kembali menjadi karbon dioksida dan air.

Pemaksimalan: Minuman berkarbonasi (soda) dibuka

• Botol soda ditutup $\rightarrow$ tekanan di atas cairan mempertahankan CO_2

• Botol soda dibuka $\rightarrow$ tekanan berkurang sehingga kesetimbangan bergeser ke kiri

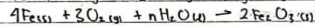
• Botol soda dikocok $\rightarrow$ lebih banyak CO_2 terlepas karena meningkatnya area permukaan cairan yang bersentuhan dengan udara

Solusi: Minuman berkarbonasi (soda) yang sudah dikocok didiamkan terlebih dahulu

• Botol soda dikocok & didiamkan $\rightarrow$ kesetimbangannya kembali semula dengan gelembung gas berkurang karena laju CO_2 yang terlepas menurun.

* Besi berkarat

Perubahan warna pagar besi menjadi korosi disebabkan oleh oksidasi, dimana Fe / besi bereaksi dengan O_2 / Oksigen yang menghasilkan Fe_2O_3 / besikat oksida



Pemaksimalan: Menghilangkan karat pada besi

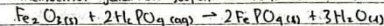
Laju karat dapat berkurang secara signifikan karena pembentukan lapisan oksida melindungi bagian dalam besi, lebih banyak oksidasi menyebabkan kerusakan struktur besi.

Solusi: Memerintasi soda pada besi yang berkarat

• Rendam besi (ex. paku) pada soda selama beberapa jam, jika karat sudah lurat maka bersihkan paku dan kerangka.

• Soda mengandung asam fosfat (H_3PO_4) yang bereaksi dengan besi oksida (Fe_2O_3)

• membentuk garam besi fosfat ($\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$) dan air (H_2O)



2.) Membantu Investigasi Mandiri dan Kelompok

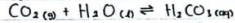
Hasil diskusi:

* Soda

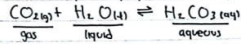
1. Perbedaan terdapat pada banyak CO_2 yang terlepas pada botol, saat botol dikocok banyak CO_2 terlepas karena meningkatnya area permukaan cairan yang bersentuhan dengan udara. Jika didiamkan soda akan kembali seperti semula karena laju CO_2 yang terlepas menurun.

GELATIO

2. Laju reaksi pada soda tersebut terjadi dengan cepat. Dengan reaksi kimia sebagai berikut:



3. Soda merupakan perpaduan beberapa zat yang berbeda

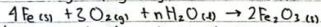


4. Reaksi pada soda termasuk reversible karena soda (asam karbonat) terbentuk dari karbon dioksida dan air. Asam karbonat tersebut dapat diuraikan menjadi karbon dioksida dan air tergantung tekanan, konsentrasi, dan suhu.

* Besi

5. Perbedaan yang terjadi ialah warna, dimana besi berwujud memiliki warna coklat

6. Perubahan pada besi terjadi karena oksidasi dimana Fe / besi bereaksi dengan O_2 / oksigen yang menghasilkan Fe_2O_3 / besi karat oksida



7. Karat besi tidak dapat bereaksi kembali menjadi besi semula karena reaksi tersebut hanya dapat mengurangi oksidasi, tetapi tidak dapat secara keseluruhan.

8. Reaksi pertanahan besi termasuk dalam reaksi irreversible karena reaksi tersebut tidak dapat mengembalikan besi menjadi semula, dimana hanya dapat mengurangi sebagian oksidasi.

3.) Mengembangkan dan Menyajikan Hasil Diskusi

1. Analisislah apa yang dimaksud reaksi reversible dan irreversible.

Jawaban:

reaksi reversible → reaksi dapat berlangsung dari pereaksi membentuk produk dan dari produk ke arah pereaksi kembali (reaksi bolak-balik)

reaksi irreversible → reaksi berlangsung dari pereaksi membentuk produk, yang hanya berjalan kearah kanan saja (reaksi satu arah)

2. Analisislah perbedaan antara reaksi reversible dan irreversible

Jawaban:

reaksi reversible → reaksi tidak berlangsung sampai ke satu titik akhir tapi mencapai suatu titik kesetimbangan dimana laju reaksi kearah produk dan sebaliknya adalah sama sehingga konsentrasi reaktan dan produk tetap konstan.

reaksi irreversible → reaksi berlangsung sampai salah satu reaktan habis hingga produk terbentuk.

3. Analisislah apa yang dimaksud dengan kesetimbangan kimia

Jawaban:

keadaan setimbang dimana secara mikroskopis reaksi berlangsung dengan kecepatan membentuk zat produk sama dengan kecepatan menguraikan produk kembali menjadi pereaksi, sehingga secara makro keadaan sistem tidak mengalami perubahan.

4. Bagaimana arah dan laju reaksi pada kesetimbangan dinamis?

Jawaban:

Reaksi yang berlangsung beraturan arah dari reaktan ke produk dan produk ke reaktan, serta terjadi laju reaksi yang sama sehingga konsentrasi reaktan dan produk tetap konstan seiring berjalannya waktu.

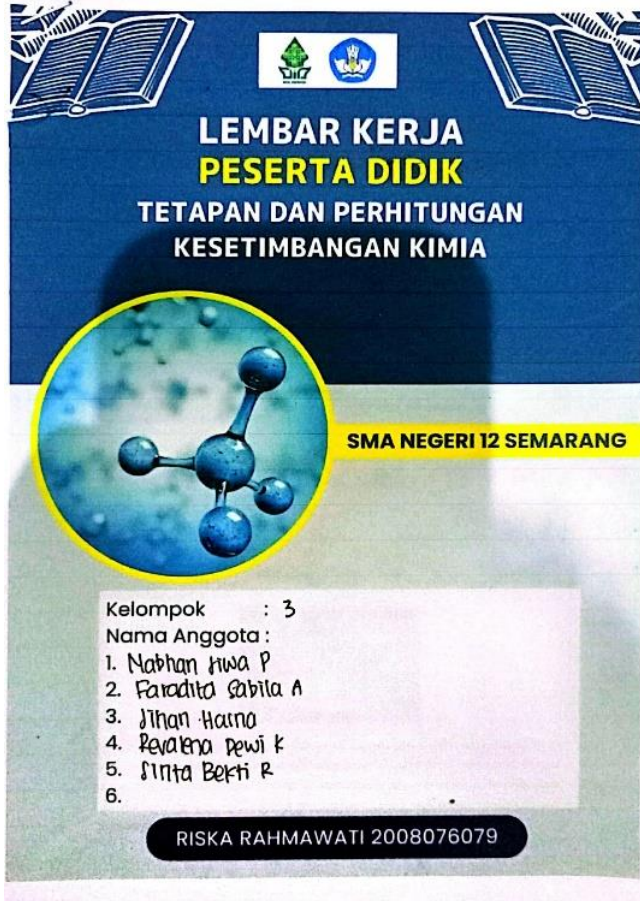
4.) Evaluasi Pemecahan Masalah

Kesimpulan:

Reaksi reversible adalah reaksi yang dapat berlangsung dari pereaksi membentuk produk dan produk membentuk pereaksi. Contohnya reaksi soda, dimana CO_2 dan H_2O membentuk H_2CO_3 yang nantinya dapat diuraikan kembali menjadi CO_2 dan H_2O .

Reaksi irreversible adalah reaksi yang berlangsung dari pereaksi membentuk produk (satu arah). contohnya pertanahan besi, besi yang sudah berkarat tidak dapat diubah kembali menjadi besi semula. Reaksi tersebut hanya mengurangi oksidasi tanpa dapat menghilangkannya secara keseluruhan.

2. Tetapan dan Perhitungan Keseimbangan Kimia



**LEMBAR KERJA
PESERTA DIDIK
TETAPAN DAN PERHITUNGAN
KESETIMBANGAN KIMIA**

SMA NEGERI 12 SEMARANG

Kelompok : 3
Nama Anggota :

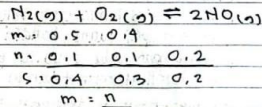
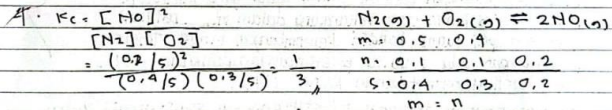
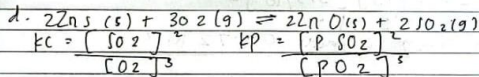
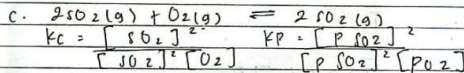
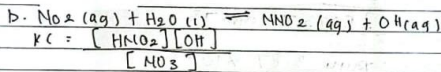
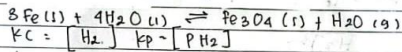
1. Nabhan Jiwa P
2. Faradita Sabila A
3. Jihan Harna
4. Revalena Dewi K
5. Sinta Berti R
- 6.

RISKA RAHMAWATI 2008076079

KELOMPOK 3

1. Berbeda, alasan?
2. Bisa, kita bisa menentukan tetapan kesetimbangan dari perbandingan konsentrasi pada saat kesetimbangan kimia. Hukum kesetimbangan kimia menyatakan bahwa dalam suatu reaksi kimia yang mencapai kesetimbangan, perbandingan konsentrasi zat dalam keadaan tersebut, masing-masing di pangkatkan dengan koefisien stoikiometri dalam persamaan reaksi, adalah tetap pada suhu tertentu.

3. a.



Jadi, nilai K_c untuk reaksi kesetimbangan tersebut yaitu $1/3$

5. $PV = n \cdot R \cdot T$

$$n = \frac{PV}{R \cdot T}$$

$$n = \frac{230 \text{ atm} \cdot 10 \text{ L}}{0.082 \text{ L} \cdot \text{atm} / \text{mol} \cdot \text{K} \cdot (427 + 273) \text{ K}}$$

$$n = 40 \text{ mol}$$

Karena jumlah mol gas pada keadaan setimbang adalah 40 mol

$$\text{maka } (10 - x) + (40 - 3x) + 2x = 40$$

$$-2x = -10$$

$$x = 5$$

$$H_2 = 10 - x = 5 \text{ mol}$$

$$H_2 = 40 - 3x = 25 \text{ mol}$$

$$NH_3 = 2x = 10 \text{ mol}$$

$$\text{Tekanan } H_2, H_2 \text{ dan } NH_3 = 5 : 25 : 10 = 1 : 5 : 2$$

$$\text{Tekanan parsial } H_2 = \frac{1}{8} \times 230 = 28,75 \text{ atm}$$

$$H_2 = \frac{5}{8} \times 230 = 143,75 \text{ atm}$$

$$NH_3 = \frac{2}{8} \times 230 = 57,5 \text{ atm}$$

maka harga K_p yaitu:

$$K_p = \frac{[P \cdot NH_3]^2}{[P \cdot N_2] [P \cdot H_2]^3}$$

$$K_p = \frac{[57,5 \text{ atm}]^2}{[28,75 \text{ atm}] [143,75 \text{ atm}]^3}$$

$$K_p = 3,87 \times 10^{-5}$$

Jadi harga K_p yaitu $3,87 \times 10^{-5}$

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2] [H_2]^3}$$

$$= \frac{[2/10]^2}{[2/10] [5/10]^3}$$

$$= \frac{[6,5/10] [0,5/10]^3}{[0,072 \text{ M}^{-2}]}$$

$$= 0,072 \text{ M}^{-2}$$

Jadi harga K_c yaitu $0,072 \text{ M}^{-2}$

1. Hukum Keseimbangan adalah prinsip dasar yang menjelaskan perilaku reaksi kimia yang berlangsung dalam sistem tertutup yang mencapai suatu kondisi keseimbangan kimia. Tetapan keseimbangan ada 2 yaitu keseimbangan konsentrasi (K_c) & keseimbangan tekanan Partial (K_p).
2. Cara menentukan tetapan Keseimbangan konsentrasi yaitu membandingkan (hasil bagi) antara konsentrasi molar ($[C]$) zat-zat ruas kanan dengan konsentrasi molar zat-zat ruas kiri yg dipangkatkan dengan koefisiennya. Yang diperlukan untuk menemukan K_c yaitu konsentrasi molar zat-zat ruas kiri dan kanan dengan koefisiennya jika ada.
3. Untuk menentukan tetapan Keseimbangan kita harus mengetahui reaksi kimia yg relevan serta konsentrasi atau tekanan awal dan akhir dari spesies kimia yg terlibat dalam reaksi tersebut. Kemudian untuk menemukan K_c kita harus mengetahui persamaan keseimbangan dan nilai konsentrasi atau tekanan awal dan akhir.

4. Hubungan antara K_c dan K_p terkait dengan persamaan ideal gas. Untuk sistem yg melibatkan gas, hubungannya adalah K_p adalah perubahan jumlah mol gas pada sisi produk dikurangi dengan sisi reaktan dalam reaksi keseimbangan. Sehingga, nilai K_p dapat dihitung dari K_c dan sebaliknya dengan menghitung kondisi reaksi dan jenis gas yg terlibat.

Bagaimana cara menentukan tetapan kesetimbangan konsentrasi (K_c)? Apa yang diperlukan untuk menentukan K_c ?	
Bagaimana cara menentukan tetapan kesetimbangan tekanan (K_p)? Apa yang diperlukan untuk menentukan K_p ?	
Bagaimana hubungan dari K_c dan K_p ? Apakah nilai K_p dapat ditentukan dari K_c atau sebaliknya?	

Evaluasi Pemecahan Masalah

Setelah mempelajari tetapan kesetimbangan tekanan (K_p) dan hubungan K_c dengan K_p tuliskanlah kesimpulan yang Anda dapatkan mengenai materi tersebut!

25 Kesetimbangan terdapat terjadi ketika laju reaksi maju sama dengan laju reaksi balik. K_c merupakan konstanta kesetimbangan dalam hal konsentrasi mol per liter, sedangkan K_p adalah konstanta kesetimbangan dalam hal tekanan partial gas. Konversi antara K_c dan K_p tergantung pada persamaan gas yg digunakan dim reaksi, dan pengaruh perubahan suhu, tekanan, atau konsentrasi dapat mengubah nilai K_c dan K_p tetapi kesetimbangan tetap terjaga.



3. Faktor Pergeseran Keseimbangan Kimia



**LEMBAR KERJA
PESERTA DIDIK
FAKTOR PERGESERAN
KESETIMBANGAN KIMIA**



SMA NEGERI 12 SEMARANG

Kelompok : 4
Nama Anggota :

1. Bima Retnu Dwi Fajar (4)
2. Cheisy Ardha F (5)
3. Nabila Nalwa A (9)
4. NOVANDA H.Y (23)
5. Syihabuddin Rafid. H (34)
6. Satryo Nugroho (31)

RISKA RAHMAWATI 2008076079

INDUSTRI PEMBUATAN ASAM SULFAT

Asam sulfat diproduksi dengan melakukan beberapa fase yaitu sebagai berikut:

1. Membuat sulfur dioksida (SO_2)
2. Mengubah sulfur dioksida menjadi sulfur trioksida (SO_3) melalui reaksi kesetimbangan
3. Mengubah sulfur trioksida menjadi asam sulfat (H_2SO_4)

Pada proses kedua, terdapat reaksi kesetimbangan yaitu perubahan sulfur dioksida menjadi sulfur trioksida. Dalam kesetimbangan, kita mengenal adanya pergeseran arah kesetimbangan. Jika kita memanipulasi beberapa faktor seperti suhu, tekanan, dan konsentrasi. Kadar sulfur trioksida yang diperoleh bisa semakin banyak dan menguntungkan untuk pelaku bisnis.

Apa saja yang dapat kita lakukan untuk memperoleh hasil maksimum?

Organisasi Peserta Didik untuk Belajar

Bekerjasama dengan anggota kelompokmu yang terdiri dari 5-6 orang dalam satu kelompok dan berdiskusi membuat hipotesis/jawaban sementara untuk menyelesaikan permasalahan di atas!

Hipotesis:

- 25
- Penurunan suhu, kesetimbangan akan bergeser untuk karena melepas kalor
 - Peningkatan tekanan, kesetimbangan akan bergeser ke arah reaksi dan jumlah koefisien SO_3 lebih kecil yaitu produk.
 - Pengambilan produk

Selanjutnya peserta didik mengerjakan aktivitas yang ada di LKPD dan melakukan mengumpulkan informasi terkait faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan.

Membantu Investigasi Mandiri dan Kelompok

Berdasarkan permasalahan di atas, untuk mengetahui pergeseran arah kesetimbangan menuju produk kita dapat mengamati video praktikum pada link di bawah ini untuk membuktikan kebenaran hipotesis yang sudah dibuat.

<https://youtu.be/iKtdmFvXQb0?si=on-tyeHTEBen05zm>

https://youtu.be/oC3HlPMRnwo?si=-ov-p0Xq8014Q_gg



Video Praktikum 1



Video Praktikum 2

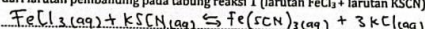
Setelah mengamati video pada link di atas, lengkapilah table dan jawablah pertanyaan di bawah ini!

1. Pengaruh perubahan konsentrasi terhadap pergeseran kesetimbangan

Tabung Reaksi	Perlakuan	Hasil Pengamatan
1.	Aquades + 5 mL FeCl_3 + 5 mL KSCN	Warna <u>merah muda</u>
2.	Ditambah 1 tetes KSCN	Warna <u>merah</u>
3.	Ditambah 1 tetes FeCl_3	Warna <u>merah lebih pekat</u>
4.	Ditambah kristal NaH_2PO_4	Warna <u>merah semakin pudar</u>

Pertanyaan Kunci

- a. Berdasarkan video percobaan yang telah kalian lihat, tuliskanlah persamaan reaksi dari larutan pembandingan pada tabung reaksi 1 (larutan FeCl_3 + larutan KSCN)



- b. Mengapa penambahan KSCN pada tabung reaksi 2 menyebabkan warna merah semakin pekat serta jelaskan arah pergeseran kesetimbangan yang terjadi!

Ketika ditambahkan larutan KSCN maka konsentrasi SCN^- di

kanan saat itu di turunkan kesetimbangan akan bergeser ke reaksi eksoterm, maka gas N_2O_4 akan terbentuk lebih banyak sehingga terjadi perubahan warna yaitu menjadi tidak berwarna

- c. Mengapa gas NO_2 pada tabung reaksi 3 saat dipanaskan mengalami perubahan warna serta jelaskan arah pergeseran kesetimbangan yang terjadi!

Karena pada saat suhu dinaikkan kesetimbangan akan bergeser ke reaksi endoterm, maka gas NO_2 akan terbentuk lebih banyak dan terjadi perubahan warna menjadi lebih pekat (coklat +)

Mengembangkan dan Menyajikan Hasil Diskusi

Presentasikanlah hasil diskusi kalian didepan kelas dengan terampil dan santun

Evaluasi Pemecahan Masalah

Berdasarkan hasil diskusi yang telah kalian lakukan, tuliskan kesimpulan dari penyelesaian permasalahan yang telah dibuat!

Pengaruh perubahan konsentrasi terhadap pergeseran arah kesetimbangan

- Jika konsentrasi reaktan diperbesar kesetimbangan bergeser ke kanan.
- Jika konsentrasi reaktan diperkecil maka kesetimbangan bergeser ke kiri.

Pengaruh perubahan suhu terhadap pergeseran arah kesetimbangan

- Jika suhu sistem dinaikkan maka kesetimbangan bergeser ke reaktan endoterm.
- Jika suhu sistem diturunkan maka kesetimbangan bergeser ke reaktan ekso term.

Lampiran 8. Instrumen Soal Berpikir Kritis

Kisi-Kisi Instrumen Soal Keterampilan Berpikir Kritis

Sekolah : SMA Negeri 12 Semarang
 Mata Pelajaran : Kimia
 Kelas / Semester : XI / Genap
 Tahun Ajaran : 2023 /2024
 Kurikulum : Merdeka
 Materi : Keseimbangan Kimia

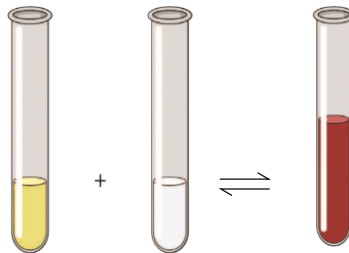
Capaian Pembelajaran

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 keseimbangan reaksi kimia; menggunakan konsep asam basa dalam keseharian; menggunakan transformasi energi kimia dalam keseharian; memahami kimia organik; memahami konsep kimia pada makhluk hidup.

Indikator Soal	Indikator Berpikir Kritis	Ranah Kognitif	No Soal	Butir Soal	Jawaban	Skor			
						4	3	2	1
Peserta didik mampu menganalisis reaksi homogen dan reaksi heterogen	Reason	C4	1	Perhatikan reaksi berikut ini! a. $\text{AgCl}_{(s)} \rightleftharpoons \text{Ag}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$ b. $\text{PCl}_{5(g)} \rightleftharpoons \text{PCl}_{3(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$ c. $\text{Fe}_2\text{O}_{3(s)} + 3\text{CO}_{(g)} \rightleftharpoons 2\text{Fe}_{(s)} + 3\text{CO}_{2(g)}$ d. $2\text{N}_2\text{O}_{5(g)} \rightleftharpoons 4\text{NO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)}$ Berdasarkan beberapa reaksi di atas, analisislah manakah yang termasuk reaksi homogen dan reaksi heterogen? Mengapa?	a. $\text{AgCl}_{(s)} \rightleftharpoons \text{Ag}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$ = heterogen karena terdiri dari dua fasa yaitu fasa solid (s) dan aqueous (aq) (1) b. $\text{PCl}_{5(g)} \rightleftharpoons \text{PCl}_{3(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$ = homogen karena terdiri dari satu fasa zat yaitu gas (g) (2) c. $\text{Fe}_2\text{O}_{3(s)} + 3\text{CO}_{(g)} \rightleftharpoons 2\text{Fe}_{(s)} + 3\text{CO}_{2(g)}$ = heterogen karena terdiri dari dua fasa yaitu fasa solid (s) dan gas (g) (3) d. $2\text{N}_2\text{O}_{5(g)} \rightleftharpoons 4\text{NO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)}$ = homogen karena terdiri dari satu fasa zat yaitu gas (g) (4)	4 poin Peserta didik mampu menjawab	3 poin Peserta didik mampu menjawab	2 poin Peserta didik mampu menjawab	1 poin Peserta didik mampu menjawab

Peserta didik mampu menguraikan nilai tetapan Kc dan menganalisis hubungan jenis fasa zat dengan nilai Kc	Reason	C4	2	Perhatikan reaksi berikut ini! a. $\text{Sb}_2\text{S}_3(\text{s}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Sb}(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ b. $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ c. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) + 6\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 6\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ d. $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{C}(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g})$ Berdasarkan pemahamanmu, uraikanlah persamaan tetapan kesetimbangan konsentrasinya! Analisislah hubungan antara jenis fasa zat-zat dengan nilai Kc! Berikan alasan Anda!	Tetapan kesetimbangan konsentrasi: a. $K_c = \frac{[\text{H}_2]^3}{[\text{H}_2\text{S}]^3}$ b. $K_c = [\text{CO}_2] \dots\dots (1)$ c. $K_c = \frac{[\text{CO}_2]^6 [\text{H}_2\text{O}]^6}{[\text{O}_2]^6}$ d. $K_c = \frac{[\text{CO}]^2}{[\text{CO}_2]} \dots\dots (2)$ Alasan: Dalam kesetimbangan kimia, fasa zat mempengaruhi ketika ingin menentukan nilai Kc. Persamaan kesetimbangan Kc ditentukan oleh zat yang konsentrasinya berubah selama reaksi berlangsung.(3) Fasa zat gas (g) dan aquos (aq) mengalami perubahan, sehingga dilibatkan dalam penentuan nilai Kc, sedangkan fasa zat padat (s) dan cairan (l) tidak terlibat dalam penentuan nilai Kc. (4)	Peserta didik mampu menjawab 4 poin	Peserta didik mampu menjawab 3 poin	Peserta didik mampu menjawab 2 poin	Peserta didik mampu menjawab 1 poin
---	--------	----	---	--	---	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

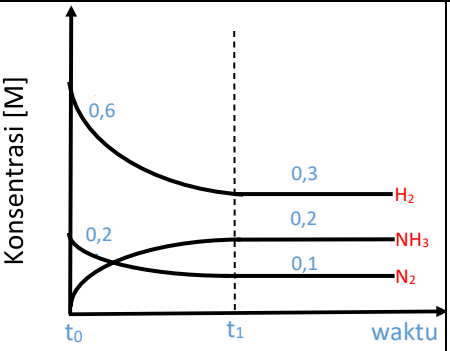
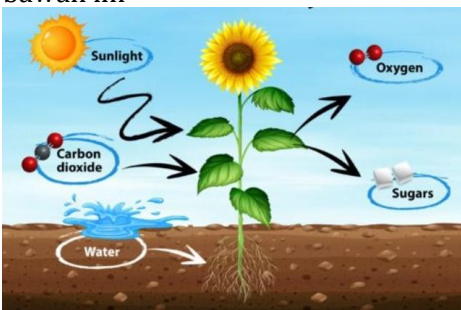
Peserta didik mampu menganalisis pengaruh tekanan dan volume terhadap pergeseran arah kesetimbangan	<i>Inference</i>	C4	3	Kebutuhan ammonia sebagai salah satu bahan pembuat pupuk meningkat, maka pembuatan ammonia sintesis juga harus ditingkatkan. Untuk mendapatkan hasil ammonia dalam jumlah yang banyak maka pada proses pembuatannya menggunakan tekanan yang bervariasi dengan molaritas (M) dan suhu (T) sama. Hal itu dilakukan guna mengetahui kondisi optimal untuk mendapatkan hasil yang banyak dan efisien. Berikut adalah reaksi yang berlangsung: $\text{N}_2 (\text{g}) + 3\text{H}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3 (\text{g})$ Tabel pembuatan ammonia dengan berbagai tekanan. <table><tr><th>Tekanan</th><th>Hasil NH₃ (%)</th></tr><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></table> Menurut Anda apa yang dapat disimpulkan dari tabel diatas? kaitkanlah dengan konsep perubahan tekanan dan volume di kesetimbangan kimia!	Tekanan	Hasil NH ₃ (%)	10 atm	14,7	30 atm	30,3	50 atm	39,4	100 atm	52	300 atm	71	Tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin besar tekanan yang diberikan maka hasil NH₃ akan semakin banyak,(1) hal tersebut dikarenakan kesetimbangan kimia akan bergeser kearah kanan yaitu menuju NH₃.(2) Jika tekanan diperbesar maka kesetimbangan bergeser ke koefisien (jumlah mol) yang kecil,(3) sedangkan tekanan diperkecil maka kesetimbangan akan bergeser ke koefisien reaksi (jumlah mol) yang lebih besar.(4)	Peserta didik mampu menjawab 4 poin	Peserta didik mampu menjawab 3 poin	Peserta didik mampu menjawab 2 poin	Peserta didik mampu menjawab 1 poin
Tekanan	Hasil NH ₃ (%)																				
10 atm	14,7																				
30 atm	30,3																				
50 atm	39,4																				
100 atm	52																				
300 atm	71																				

Peserta didik mampu menganalisis siSTEM tertutup berdasarkan gambar yang diberikan dengan tepat	Clarity	C4	4	Stefanus mengetahui bahwa salah satu syarat mencapai kondisi setimbang harus berada dalam siSTEM tertutup. Namun kenyataannya pada reaksi antara larutan FeCl₃ dengan larutan KSCN dapat dilakukan seperti gambar berikut:  Fe³⁺_(aq) SCN⁻_(aq) (Fe)SCN²⁺_(aq) Kuning Tidak berwarna Merah darah Berdasarkan analisismu terhadap gambar yang disajikan, bagaimana definisi siSTEM tertutup menurut Anda? Mengapa reaksi tersebut dapat terjadi?	SiSTEM tertutup adalah suatu siSTEM reaksi ketika zat-zat yang bereaksi dan zat-zat hasil reaksi tidak ada yang meninggalkan sySTEM.(1) SiSTEM tertutup bukan berarti reaksi tersebut dilakukan dalam wadah tertutup, kecuali untuk reaksi yang melibatkan gas, terkadang diperlukan ruangan tertutup,(2) sedangkan reaksi antara larutan FeCl ₃ dengan larutan KSCN bisa dilakukan dalam wadah terbuka karena wujudnya dalam bentuk larutan, meskipun dalam wadah terbuka tidak ada zat yang meninggalkan siSTEM.(3) Reaksi yang terjadi sebagai berikut: Fe ³⁺ _(aq) + SCN ⁻ _(aq) ⇌ FeSCN ²⁺ _(aq)(4)	Peserta didik mampu menjawab 1 poin	Peserta didik mampu menjawab 2 poin	Peserta didik mampu menjawab 3 poin	Peserta didik mampu menjawab 4 poin												
Peserta didik mampu menganalisis nilai Kp jika diketahui masing-masing nilai tekanan awal gas dan tekanan total gas	Clarity	C4	5	Gas oksigen difluorida (OF₂) disintesis dari reaksi antara gas F₂ dan gas O₂ menurut reaksi berikut: 2F_{2(g)} + O_{2(g)} ⇌ 2OF_{2(g)} Dalam sebuah wadah dengan volume tertentu, tekanan awal gas F₂ dan gas O₂ diketahui masing-masing 1 atm dan tekanan total gas pada kesetimbangan adalah 1,75 atm. Analisislah berapakah nilai kesetimbangan tekanan parsialnya?	Persamaan reaksi: 2F_{2(g)} + O_{2(g)} ⇌ 2OF_{2(g)} Mencari nilai Kp: (1) 2F_{2(g)} + O_{2(g)} ⇌ 2OF_{2(g)} <table><tr><td>M</td><td>1</td><td>1</td><td></td></tr><tr><td>R</td><td>2x</td><td>x</td><td>2x</td></tr><tr><td>S</td><td>1-2x</td><td>1-x</td><td>2x</td></tr></table> P_{total} = (1-2x) + (1-x) + 2x 1,75 atm = 2-x X = 0,25 (2)	M	1	1		R	2x	x	2x	S	1-2x	1-x	2x	Peserta didik mampu menjawab 1 poin	Peserta didik mampu menjawab 2 poin	Peserta didik mampu menjawab 3 poin	Peserta didik mampu menjawab 4 poin
M	1	1																			
R	2x	x	2x																		
S	1-2x	1-x	2x																		

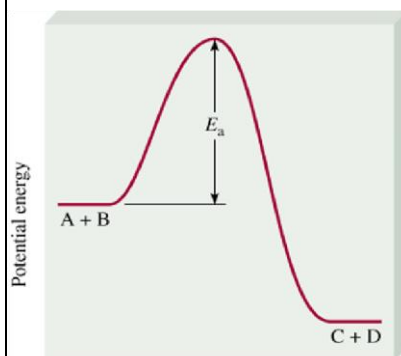
					$P(F_2) = 1 - 2x = 1 - 0,5 = 0,5$ $P(O_2) = 1 - x = 1 - 0,25 = 0,75$ $P(OF_2) = 2x = 2(0,25) = 0,5 \dots\dots (3)$ $K_p = \frac{(P(OF_2))^2}{(P(F_2))^2(P(O_2))}$ $= \frac{(0,5)^2}{(0,5)^2(0,75)} = 1,33$ Jadi, nilai kesetimbangan tekanan parsial sebesar 1,33 atm. (4)				
Peserta didik mampu menganalisis nilai K_p jika diketahui nilai tekanan total gas	Clarity	C4	6	Dalam suatu wadah tertutup yang suhunya 25°C, sejumlah amonium karbamat ($N_2H_6CO_2$) menyublim dan terdisosiasi menjadi amonia (NH_3) dan karbon dioksida (CO_2). Setelah didiamkan beberapa lama, terjadi kesetimbangan tekanan total gas sebesar 0,116 atm. Menurut Anda, analisislah berapakah nilai kesetimbangan tekanan parsial (K_p) pada reaksi tersebut?	Persamaan reaksi: (1) $N_2H_6CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} + CO_{2(g)}$ Mencari nilai K_p: (2) $N_2H_6CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} + CO_{2(g)}$ (sudah setara) Dari reaksi tersebut dapat dilihat bahwa perbandingan molekul $N_2H_6CO_{2(g)}$, $2NH_{3(g)}$, $CO_{2(g)}$ adalah 1:2:1. Berdasarkan Hukum Avogadro, diketahui bahwa perbandingan molekul setara dengan perbandingan mol (n). $P_{N_2H_6CO_2} = \frac{P_{N_2H_6CO_2}}{n_t} \cdot P_{tot} = \frac{1}{4} \cdot 0,116 = 0,029 \text{ atm}$ $P_{NH_3} = \frac{P_{NH_3}}{n_t} \cdot P_{tot} = \frac{2}{4} \cdot 0,116 = 0,058 \text{ atm}$ $P_{CO_2} = \frac{P_{CO_2}}{n_t} \cdot P_{tot} = \frac{1}{4} \cdot 0,116 = 0,029 \text{ atm} \dots\dots (3)$ $K_p = \frac{(P_{NH_3})^2(P_{CO_2})}{(P_{N_2H_6CO_2})} = \frac{(0,058)^2(0,029)}{(0,029)}$ $K_p = 0,003364$ Jadi, nilai kesetimbangan tekanan parsial sebesar 0,003364 atm. (4)	Peserta didik mampu menjawab 4 poin	Peserta didik mampu menjawab 3 poin	Peserta didik mampu menjawab 2 poin	Peserta didik mampu menjawab 1 poin

Peserta didik mampu menganalisis data hasil percobaan pengaruh konsentrasi terhadap pergeseran arah kesetimbangan	Reason	C4	7	Alea kembali berpikir tentang percobaan yang dia lakukan mengenai pengaruh konsentrasi terhadap pergeseran kesetimbangan. Hasil percobaan yang dilakukan Alea dapat dituliskan dalam tabel sebagai berikut.	Gelas kimia 1 dan 2 dengan penambahan masing-masing zat pereaksi FeCl ₃ dan KSCN akan menggeser kesetimbangan kearah hasil/produk (ke kanan) sehingga larutan berubah menjadi merah pekat.(1) Sedangkan gelas kimia 3 ketika kristal Na ₂ HPO ₄ ditambahkan, maka kesetimbangan akan bergeser ke kiri/reaktan sehingga warna larutan menjadi kuning pucat.(2) Hal ini disebabkan karena ketika penambahan Na ₂ HPO ₄ , ion-ion Fe ³⁺ akan bereaksi dengan ion HPO ₄ ²⁻ ,(3) sehingga konsentrasi Fe ³⁺ berkurang. (4)	Peserta didik mampu menjawab 1 poin												
				<table><tr><th>Perlakuan</th><th>Pengamatan</th></tr><tr><td>Gelas kimia 1 ditambahkan besi (III) klorida (FeCl₃)</td><td>Warna merah muda</td></tr><tr><td>Gelas kimia 2 ditambahkan kalium tiosianat (KSCN)</td><td>Warna merah tua</td></tr><tr><td>Gelas kimia 3 ditambahkan kristal disodium fosfat (Na₂HPO₄)</td><td>Warna coklat lebih muda</td></tr></table>			Perlakuan	Pengamatan	Gelas kimia 1 ditambahkan besi (III) klorida (FeCl ₃)	Warna merah muda	Gelas kimia 2 ditambahkan kalium tiosianat (KSCN)	Warna merah tua	Gelas kimia 3 ditambahkan kristal disodium fosfat (Na ₂ HPO ₄)	Warna coklat lebih muda	Peserta didik mampu menjawab 2 poin			
				Perlakuan			Pengamatan											
				Gelas kimia 1 ditambahkan besi (III) klorida (FeCl ₃)			Warna merah muda											
				Gelas kimia 2 ditambahkan kalium tiosianat (KSCN)			Warna merah tua											
Gelas kimia 3 ditambahkan kristal disodium fosfat (Na ₂ HPO ₄)	Warna coklat lebih muda																	
Reaksi kesetimbangan yang terjadi pada proses tersebut adalah sebagai berikut: Fe ³⁺ _(aq) + SCN ⁻ _(aq) ⇌ FeSCN ²⁺ _(aq) Berdasarkan data yang disajikan oleh Alea, analisislah perbedaan dari ketiga gelas tersebut dan berikan alasan Anda!	Peserta didik mampu menjawab 3 poin																	
		Peserta didik mampu menjawab 4 poin																
Peserta didik mampu menganalisis konsep pergeseran kesetimbangan berdasarkan penambahan	Reason		C4	8	Reaksi kesetimbangan pada reaksi SO ₂ menjadi SO ₃ dengan data-data sebagai berikut: <table><tr><td></td><td colspan="3">Jumlah mol</td></tr><tr><td></td><td>SO₂</td><td>O₂</td><td>SO₃</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>		Jumlah mol				SO ₂	O ₂	SO ₃					Persamaan reaksi: 2SO _{2(g)} + O _{2(g)} ⇌ 2SO _{3(g)}(1) Berdasarkan data tersebut ternyata dengan penambahan 1 mol SO ₃ jumlah mol SO ₃ menjadi 1,46 mol yang seharusnya berjumlah 1,68, sehingga SO ₃ berkurang sebanyak 0,22 mol.(2)
	Jumlah mol																	
	SO ₂	O ₂	SO ₃															
					Peserta didik mampu menjawab 2 poin													
					Peserta didik mampu menjawab 3 poin													
					Peserta didik mampu menjawab 4 poin													

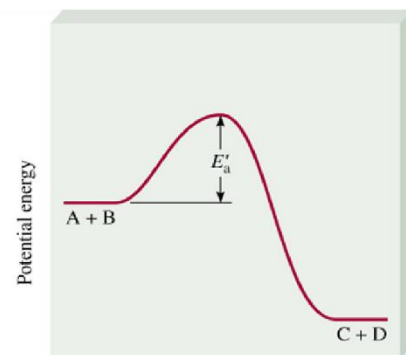
atau pengurangan konsentrasi pada reaksi				Sebelum penambahan SO₃	0,32 mol	0,16 mol	0,68 mol	Kekurangan ini disebabkan karena adanya pergeseran ke arah kiri (pereaksi) sehingga komposisi pereaksi juga bertambah. SO ₂ bertambah dari 0,32 mol menjadi 0,54 mol dan O ₂ bertambah dari 0,16 mol menjadi 0,27 mol, pengaruh terhadap nilai tetapan kesetimbangan.(3) Namun hal ini tidak mengubah harga tetapan kesetimbangan, sehingga perubahan konsentrasi hanya mengubah komposisi zat-zat pada saat setimbang.(4)				
				Setelah penambahan SO₃	0,54 mol	0,27 mol	1,46 mol					
				Berdasarkan data pada tabel, dengan penambahan 1 mol SO ₃ , seharusnya SO ₃ berjumlah 1,68. Namun kenyataannya hanya 1,46 mol SO ₃ . Menurut Anda, mengapa jumlah mol SO ₃ mengalami pengurangan? Jelaskan alasan Anda dengan mengaitkan konsep pergeseran kesetimbangan serta tuliskan persamaan reaksi kimia!								
Peserta didik mampu menganalisis sebuah grafik pembuatan amonia (NH ₃)	Inference	C4	9	Adam melihat sebuah animasi mengenai pembuatan amonia dalam dunia industri. Proses produksi menggunakan aplikasi faktor kesetimbangan yakni memperbesar tekanan sehingga kesetimbangan akan bergeser ke kanan dapat diketahui dari grafik konsentrasi terhadap waktu berikut:	$\Delta H_2 = 0,3 - 0,6 = -0,3$ $\Delta NH_3 = 0,2 - 0 = +0,2$ $\Delta N_2 = 0,1 - 0,2 = -0,1$(1) H₂ dan N₂ mengalami pengurangan, sehingga berperan sebagai reaktan, sedangkan NH₃ bertambah sehingga berperan sebagai produk. Ketiga gas dalam reaksinya memiliki rasio H₂:N₂:NH₃ sebesar 3: 1: 2, sehingga persamaan reaksi yang terbentuk adalah seperti berikut.(2) $3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ Karena dengan mengeluarkan amonia maka konsentrasi ammonia akan berkurang.(3) Hal ini membuat			Peserta didik mampu menjawab 4 poin	Peserta didik mampu menjawab 3 poin	Peserta didik mampu menjawab 2 poin	Peserta didik mampu menjawab 1 poin	

				 Berdasarkan animasi tersebut ternyata produk NH_3 yang diperoleh kemudian dikeluarkan dari wadah. Menurut Anda kenapa NH_3 dikeluarkan dari proses pembuatan Amonia? Analisislah apa yang akan terjadi jika NH_3 dikeluarkan!	kesetimbangan akan bergeser ke kanan untuk menaikkan konsentrasi amonia yang hilang dan reaksi akan terus berlangsung secara berulang. Sehingga hasil amonia bertambah.(4)				
Peserta didik mampu menganalisis faktor pergeseran kesetimbangan melalui ilustrasi pada gambar	Focus	C4	10	Proses fotosintesis dapat diilustrasikan melalui gambar di bawah ini  Apabila dalam proses fotosintesis menyerap kalor sebesar +2801 kJ. Analisislah bagaimana kesetimbangan akan dipengaruhi oleh perubahan berikut: a. Tekanan parsial CO_2 dinaikkan	$6\text{CO}_{2(g)} + 6\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{6(s)} + 6\text{O}_{2(g)}$ a. Tekanan dinaikkan maka akan bergeser ke arah jumlah koefisien mol yang kecil (ke kanan/produk).(1) b. O_2 dipindahkan dari campuran maka konsentrasi O_2 berkurang. Hal ini membuat kesetimbangan akan bergeser ke arah yang dikurangi (ke kanan) sehingga glukosa dan oksigen yang terbentuk akan bertambah.(2) c. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (glukosa) dipindahkan dari campuran maka konsentrasi $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ berkurang. Hal ini akan menggeser reaksi ke arah yang dikurangi (ke kanan) sehingga glukosa dan oksigen	Peserta didik mampu menjawab 4 poin	Peserta didik mampu menjawab 3 poin	Peserta didik mampu menjawab 2 poin	Peserta didik mampu menjawab 1 poin

				b. O ₂ dipindahkan dari campuran c. C ₆ H ₁₂ O ₆ (glukosa) dipindahkan dari campuran d. Lebih banyak air yang ditambahkan	yang terbentuk akan bertambah.(3) d. Penambahan konsentrasi H ₂ O akan bergeser ke arah yang berlawanan sehingga glukosa dan oksigen yang terbentuk akan bertambah.(4)				
Peserta didik mampu menyimpulkan diagram reaksi peranan katalis dalam pembuatan larutan ammonia	<i>Inference</i>	C4	11	Peranan konsep kesetimbangan kimia telah banyak diterapkan didalam kegiatan sehari-hari maupun dalam bidang industri. Salah satu penerapannya dalam bidang industri adalah proses pembuatan ammonia. Pada suhu 100°C, reaksi proses pembuatan ammonia akan mencapai keadaan setimbang dalam waktu bertahun-tahun. Jika dalam reaksi tersebut ditambahkan katalis, kesetimbangan akan dapat tercapai hanya dalam waktu 5 menit sampai 10 menit. Berdasarkan gambar berikut, berikanlah kesimpulan peranan katalis dalam proses pencapaian kondisi setimbang!	Reaksi yang terjadi pada proses pembuatan ammonia adalah: $3\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ Pada gambar (a) reaksi tanpa katalis: garis kesetimbangan cenderung lebih panjang dan proses mencapai kesetimbangan membutuhkan waktu bertahun-tahun pada suhu 100°C.(1) Hal ini menunjukkan bahwa tanpa katalis, laju reaksi menuju kesetimbangan lebih lambat.(2) Pada gambar (b) reaksi dengan katalis: garis kesetimbangan menjadi lebih pendek dan proses mencapai kesetimbangan hanya memerlukan waktu 5-10 menit pada suhu 100°C.(3) Hal ini menunjukkan bahwa dengan katalis, laju reaksi menuju kesetimbangan menjadi lebih cepat, dengan demikian katalis dapat mempercepat tercapainya suatu keadaan setimbang.(4)	Peserta didik mampu menjawab 4 poin	Peserta didik mampu menjawab 3 poin	Peserta didik mampu menjawab 2 poin	Peserta didik mampu menjawab 1 poin



Gambar (a) diagram reaksi tanpa katalis



Gambar (b) diagram reaksi dengan katalis

Peserta didik mampu mengolah data untuk menentukan nilai Kc dengan mengidentifikasi jumlah mol N ₂	Clarity	C5	12	Amonia adalah senyawa kimia dengan rumus NH₃. Biasanya senyawa ini didapati berupa gas dengan bau tajam yang khas. NH₃ terbentuk dari Nitrogen dan Hidrogen. Dari suatu percobaan, didalam wadah 1 dm³ terdapat data sebagai berikut: • 0,05 mol gas N₂ • 0,2 mol gas H₂ • 0,10 gas NH₃ Jika ingin meningkatkan jumlah NH₃ menjadi 0,20 mol dalam suhu dan volum tetap. Prediksilah berapakah jumlah mol N₂ yang harus ditambahkan agar mencukupi jumlah NH₃ yang diinginkan?	Tahap 1 Menulis persamaan reaksi dan perhitungan stoikiometri $\text{N}_2 (\text{g}) + 3\text{H}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3 (\text{g}) \dots\dots 1)$ <table><tr><td></td><td colspan="3">$\text{N}_2 (\text{g}) + 3\text{H}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3 (\text{g})$</td></tr><tr><td>Awal</td><td>0,05</td><td>0,2</td><td>0,1</td></tr><tr><td>Penambahan</td><td>x</td><td>-</td><td>-</td></tr><tr><td>Setelah penambahan</td><td>0,05+x</td><td>0,2</td><td>0,1</td></tr><tr><td>Perubahan</td><td>-y</td><td>-3y</td><td>+2y</td></tr><tr><td>Setimbang</td><td>0,05+x-y</td><td>0,2-3y</td><td>0,1+2y</td></tr></table> Tahap 2 Menentukan komposisi Mencari nilai y Jumlah mol NH₃ yang diinginkan 0,2, maka dari rumus NH₃ saat setimbang dapat dicari nilai y. $0,1 + 2y = 0,2$$2y = 0,2 - 0,1$$2y = 0,1$$y = 0,05$ Menentukan komposisi zat Komposisi setiap zat adalah sebagai berikut Untuk N₂ = $0,05 + x - y = 0,05 + x - 0,05 = x$ Untuk H₂ = $0,2 - 3y = 0,2 - 3(0,05) = 0,2 - 0,15 = 0,05 \dots\dots (2)$ Tahap 3 Menghitung mol N₂ yang ditambahkan Nilai Kc awal $Kc = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}$$Kc = \frac{[0,1]^2}{[0,05][0,02]^3}$		$\text{N}_2 (\text{g}) + 3\text{H}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3 (\text{g})$			Awal	0,05	0,2	0,1	Penambahan	x	-	-	Setelah penambahan	0,05+x	0,2	0,1	Perubahan	-y	-3y	+2y	Setimbang	0,05+x-y	0,2-3y	0,1+2y	Peserta didik mampu menjawab 4 poin	Peserta didik mampu menjawab 3 poin	Peserta didik mampu menjawab 2 poin	Peserta didik mampu menjawab 1 poin
	$\text{N}_2 (\text{g}) + 3\text{H}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3 (\text{g})$																																
Awal	0,05	0,2	0,1																														
Penambahan	x	-	-																														
Setelah penambahan	0,05+x	0,2	0,1																														
Perubahan	-y	-3y	+2y																														
Setimbang	0,05+x-y	0,2-3y	0,1+2y																														

				$K_c = \frac{[0,01]}{[0,05][0,08]^3}$ $K_c = 25 \dots\dots(3)$ Karena dalam suhu yang sama K_c tidak berubah maka berlaku $K_{c1} = K_{c2}$ $25 = \frac{[0,2]^2}{[z][0,05]^3}$ $25 = \frac{[0,04]}{[z][0,000125]}$ $0,003125z = 0,04$ $z = 12,8 \text{ (merupakan jumlah mol N}_2 \text{ akhir saat setimbang). Jadi jumlah mol N}_2 \text{ yang harus ditambahkan adalah jumlah mol N}_2 \text{ akhir - jumlah mol N}_2 \text{ awal} = 12,8 - 0,05 = 12,75 \text{ mol} \dots\dots(4)$					
Peserta didik mampu menganalisis data dalam perhitungan kesetimbangan derajat disosiasi (α)	Clarity	C4	13	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, analisislah berapa derajat disosiasi (α) asam asetat dalam percobaan ini?	Untuk menentukan derajat disosiasi (α) asam asetat (CH_3COOH) menggunakan persamaan reaksi ionisasi asam asetat: $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+ \dots\dots(1)$ Pada kondisi kesetimbangan, konsentrasi awal asam asetat adalah 0.05 M, dan konsentrasi ion hidrogen (H^+) adalah 0.025 M. Setiap mol asam asetat yang terdisosiasi akan menghasilkan satu mol ion hidrogen.(2) Oleh karena itu, konsentrasi asam asetat yang terdisosiasi dapat dianggap sama dengan konsentrasi ion hidrogen: $[\text{CH}_3\text{COO}^-] = [\text{H}^+] = 0.025 \text{ M} \dots\dots(3)$ Selanjutnya, untuk menghitung derajat disosiasi (α), kita menggunakan rumus: $\alpha = \frac{\text{Konsentrasi disosiasi}}{\text{Konsentrasi awal}}$ $\alpha = \frac{0,025}{0,05} = 0,5$ jadi, derajat disosiasi (α) asam asetat dalam percobaan ini adalah 0,5 atau 50% dari asam asetat telah terdisosiasi menjadi ion hidrogen (H^+) dan ion asetat (CH_3COO^-)(4)	Peserta didik mampu menjawab 4 poin	Peserta didik mampu menjawab 3 poin	Peserta didik mampu menjawab 2 poin	Peserta didik mampu menjawab 1 poin

Peserta didik mampu membandingkan kondisi optimum untuk memproduksi bahan-bahan kimia berdasarkan suhu dan tekanan	<i>Situation</i>	C4	14	Asam nitrat digunakan dalam pembuatan pupuk amonium nitrat, bahan peledak seperti trinitrotoluena (TNT) dan nitrogliserin. Asam nitrat dapat dibuat dengan cara mereaksikan nitrogen dioksida dan air: $3\text{NO}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons 2\text{HNO}_{3(g)} + \text{NO}_{(g)}$ $\Delta H = -x \text{ kJ}$ Jika pembuatan asam nitrat terdiri dari 2 proses seperti berikut: - Menggunakan tekanan 71-80 atm dan suhu 200°C - Menggunakan tekanan 61-70 atm dan suhu 350°C Berdasarkan kedua data di atas, analisislah perbandingan pada suhu dan tekanan mana yang dihasilkan asam nitrat dalam jumlah yang lebih banyak? Jelaskan!	Untuk menaikkan produksi asam nitrat maka lebih baik menggunakan suhu rendah dan tekanan yang tinggi(1) yaitu dengan menggunakan proses (a)(2) karena dengan: - Menaikkan tekanan akan menggeser kesetimbangan ke arah jumlah koefisien yang lebih kecil, yakni HNO_3.(3) - Menggunakan suhu rendah agar kesetimbangan bergeser ke arah kanan sehingga produksi asam nitrat akan lebih banyak, namun reaksi akan berlangsung lambat jika dibandingkan dengan proses (b).(4)	Peserta didik mampu menjawab 4 poin	Peserta didik mampu menjawab 3 poin	Peserta didik mampu menjawab 2 poin	Peserta didik mampu menjawab 1 poin
				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	Ketiga grafik tersebut merupakan kesetimbangan dinamis, reaksi kimia dapat berlangsung ke arah produk dan sebaliknya juga ke arah reaktan. Reaksi ini akan berlangsung berkesinambungan atau terus-menerus dengan laju pembentukan produk sama dengan laju pembentukan reaktan.(1)	Peserta didik mampu menjawab 4 poin	Peserta didik mampu menjawab 3 poin	Peserta didik mampu menjawab 2 poin	Peserta didik mampu menjawab 1 poin

- Pada saat setimbang, konsentrasi C dan D lebih besar daripada A dan B

Kemungkinan II

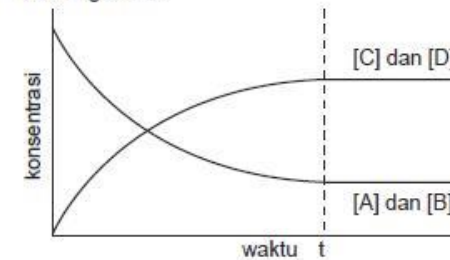
- Perubahan konsentrasi A dan B menjadi C dan D sama seperti kemungkinan I
- Pada saat setimbang, konsentrasi C dan D lebih kecil daripada A dan B

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.

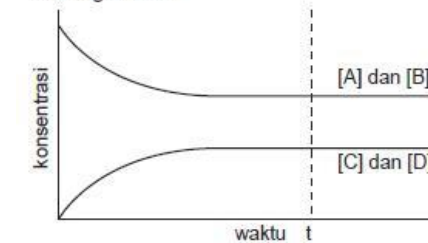
Apa yang dapat Anda pahami dari ketiga grafik tersebut? Berikanlah uraian jawaban Anda serta buatlah rancangan sebuah grafik dari ketiga kondisi dari ketiga kemungkinan kesetimbangan tersebut sesuai dengan pemahaman Anda!

Kemungkinan I



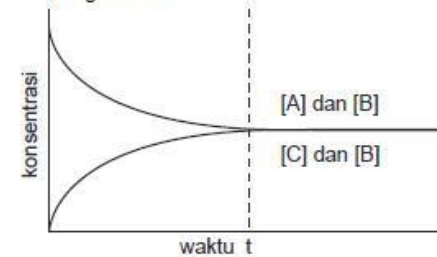
Gambar 1. Kemungkinan I(2)

Kemungkinan II



Gambar 2. Kemungkinan II(3)

Kemungkinan III



Gambar 3. Kemungkinan III(4)

Lampiran 9. Lembar Validasi Ahli Materi

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN

Judul Penelitian : Pengaruh Model *Problem Based Learning-STEM* pada Materi Keseimbangan Kimia terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik

Peneliti : Riska Rahmawati

Nama Validator :

Tanggal :

A. Pengantar

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

B. Petunjuk

1. Bapak/Ibu diharapkan memberikan penilaian pada setiap butir soal.
2. Bapak/Ibu diharapkan memberikan nilai pada kolom setiap soal.
3. Kriteria skor kelayakan penilaian tiap butir soal sebagai berikut:

Skor Kelayakan	Keterangan
4	Layak digunakan di lapangan tanpa revisi
3	Layak digunakan di lapangan dengan sedikit revisi
2	Layak digunakan di lapangan dengan banyak revisi
1	Tidak layak digunakan di lapangan

D. Komentar Umum dan Saran

.....

.....

.....

E. Keputusan

Beberapa penilaian yang telah dilakukan, instrumen penilaian ini dinyatakan:

- a. Valid digunakan untuk uji coba tanpa revisi
- b. Valid digunakan untuk uji coba setelah revisi
- c. Tidak valid untuk digunakan uji coba

Mohon diberi tanda silang (X) sesuai dengan kesimpulan Bapak/Ibu

Semarang,

2024

Validator

.....
NIP.

Lampiran 10. Hasil Validasi Ahli Materi

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN

Judul Penelitian : Pengaruh Model *Problem Based Learning-STEM* Pada Materi Keseimbangan Kimia Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik

Peneliti : Riska Rahmawati

Nama Validator : Apriliana Drastisianti, M.Pd

Tanggal : 7 Februari 2024

A. Pengantar

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

B. Petunjuk

1. Bapak/Ibu diharapkan memberikan penilaian pada setiap butir soal.
2. Bapak/Ibu diharapkan memberikan nilai pada kolom setiap soal.
3. Kriteria skor kelayakan penilaian tiap butir soal sebagai berikut:

Skor Kelayakan	Keterangan
4	Layak digunakan di lapangan tanpa revisi
3	Layak digunakan di lapangan dengan sedikit revisi
2	Layak digunakan di lapangan dengan banyak revisi
1	Tidak layak digunakan di lapangan

D. Komentor Umum dan Saran

Perbaiki sesuai saran.

E. Keputusan

Beberapa penilaian yang telah dilakukan, instrumen penilaian ini dinyatakan:

- a. Valid digunakan untuk uji coba tanpa revisi
- ☒ b. Valid digunakan untuk uji coba setelah revisi
- c. Tidak valid untuk digunakan uji coba

Mohon diberi tanda silang (X) sesuai dengan kesimpulan Bapak/Ibu

Semarang, 20 Februari 2024

Validator



Apriliana Drastisianti, M.Pd
NIP. 198504292019032013

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN

Judul Penelitian : Pengaruh Model *Problem Based Learning-STEM* Pada Materi Keseimbangan Kimia Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik
 Peneliti : Riska Rahmawati
 Nama Validator : Julia Mardhiya, M.Pd
 Tanggal : 7 Februari 2024

A. Pengantar

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

B. Petunjuk

1. Bapak/Ibu diharapkan memberikan penilaian pada setiap butir soal.
2. Bapak/Ibu diharapkan memberikan nilai pada kolom setiap soal.
3. Kriteria skor kelayakan penilaian tiap butir soal sebagai berikut:

Skor Kelayakan	Keterangan
4	Layak digunakan di lapangan tanpa revisi
3	Layak digunakan di lapangan dengan sedikit revisi
2	Layak digunakan di lapangan dengan banyak revisi
1	Tidak layak digunakan di lapangan

C. Penilaian

No.	Aspek yang dinilai	Nomor Soal														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1.	Asesmen															
a.	Konten instrumen penilaian merangsang untuk menggali pemahaman siswa	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	3	4	3
2.	Materi															
a.	Instrumen soal sesuai dengan indikator tes soal Keterampilan berpikir kritis	3	4	4	4	3	3	4	4	4	3	4	4	3	4	3
b.	Isi materi yang ditanyakan sesuai dengan isu-isu terkini	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4
c.	Konsep materi pada soal benar sesuai konsep yang disepakati para ahli	3	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4
d.	Instrumen soal sesuai dengan muatan materi Kesetimbangan kimia	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4
3.	Konstruksi															
a.	Pokok soal dirumuskan dengan singkat, jelas dan tegas	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4
b.	Pokok soal tidak memberi petunjuk kunci jawaban	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
4.	Kebahasaan															
a.	Penggunaan bahasa pada soal tidak multitafsir, lugas dan sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4

D. Komentar Umum dan Saran

.....

.....

.....

E. Keputusan

Beberapa penilaian yang telah dilakukan, instrumen penilaian ini dinyatakan:

- a. Valid digunakan untuk uji coba tanpa revisi
- b. Valid digunakan untuk uji coba setelah revisi
- c. Tidak valid untuk digunakan uji coba

Mohon diberi tanda silang (X) sesuai dengan kesimpulan Bapak/Ibu

Semarang, 28 Februari 2024

Validator



Julia Mardhiya, M.Pd
NIP. 199310202019032014

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN

Judul Penelitian : Pengaruh Model *Problem Based Learning-STEM* pada Materi Keseimbangan Kimia terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik

Peneliti : Riska Rahmawati

Nama Validator : Sri Hartati, S.Pd

Tanggal : 27 Februari 2024

A. Pengantar

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

B. Petunjuk

1. Bapak/Ibu diharapkan memberikan penilaian pada setiap butir soal.
2. Bapak/Ibu diharapkan memberikan nilai pada kolom setiap soal.
3. Kriteria skor kelayakan penilaian tiap butir soal sebagai berikut:

Skor Kelayakan	Keterangan
4	Layak digunakan di lapangan tanpa revisi
3	Layak digunakan di lapangan dengan sedikit revisi
2	Layak digunakan di lapangan dengan banyak revisi
1	Tidak layak digunakan di lapangan

C. Penilaian

No.	Aspek yang dinilai	Nomor Soal														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1.	Asesmen															
a.	Konten instrumen penilaian merangsang untuk menggali pemahaman siswa	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4
2.	Materi															
a.	Instrumen soal sesuai dengan indikator tes soal Keterampilan berpikir kritis	3	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4
b.	Isi materi yang ditanyakan sesuai dengan isu-isu terkini	3	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	4	3
c.	Konsep materi pada soal benar sesuai konsep yang disepakati para ahli	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4
d.	Instrumen soal sesuai dengan muatan materi Kesetimbangan kimia	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
3.	Konstruksi															
a.	Pokok soal dirumuskan dengan singkat, jelas dan tegas	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4
b.	Pokok soal tidak memberi petunjuk kunci jawaban	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
4.	Kebahasaan															
a.	Penggunaan bahasa pada soal tidak multitafsir, lugas dan sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4

Lampiran 11 Hasil Uji Coba Instrumen

NO	Nama	NO SOAL															Jumlah
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	AZK	4	4	1	3	4	4	4	4	4	0	4	0	0	4	0	40
2	ATA	4	4	3	3	3	3	2	3	3	4	2	4	4	4	4	50
3	ARSU	4	2	4	3	3	4	2	2	2	2	4	0	0	4	0	36
4	AQA	4	2	2	2	4	3	1	1	2	3	1	0	1	2	1	29
5	A	4	4	4	2	0	4	2	3	4	4	4	4	4	4	4	51
6	ALH	4	2	4	2	4	4	4	3	2	1	4	2	1	4	0	41
7	AIS	4	3	1	2	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	15
8	APH	4	3	0	0	4	0	0	1	1	1	1	0	0	3	1	19
9	ASH	2	1	2	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	4	15
10	CIR	4	4	3	2	4	4	4	4	2	0	4	0	4	2	0	41
11	CN	4	2	4	3	4	4	4	3	4	1	4	4	4	3	1	49
12	D	4	3	4	3	4	4	4	4	3	2	1	2	4	4	0	46
13	DED	4	2	2	2	4	4	0	0	1	3	2	0	1	2	0	27
14	DK	4	2	4	1	4	4	2	4	4	1	4	4	0	2	0	40
15	FPBP	4	3	2	2	0	2	1	4	1	1	2	1	2	3	4	32
16	FEP	4	2	4	3	4	4	4	3	4	1	4	1	1	4	3	46
17	FNH	4	3	2	1	4	4	2	2	1	4	1	0	4	2	4	38
18	GDS	4	4	4	0	4	0	4	4	0	0	4	4	0	4	4	40
19	IRDWP	4	2	1	3	4	4	2	2	2	2	4	0	4	1	0	35
20	IS	4	2	1	3	4	4	2	1	2	2	2	0	0	2	0	29
21	IF	2	1	3	2	0	0	0	1	1	0	4	1	4	4	4	27
22	LLA	4	4	4	4	4	4	4	4	3	2	4	4	4	3	4	56
23	LSP	4	3	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	13
24	NPH	2	2	2	4	0	0	2	2	3	4	4	1	4	4	4	38
25	NVF	1	1	2	2	0	0	1	0	1	0	2	0	4	4	4	22
26	NYJ	4	4	2	1	4	4	2	3	2	2	2	0	0	2	0	32
27	NATS	4	3	4	3	2	3	2	2	2	2	0	0	0	2	0	29
28	RAA	2	1	3	1	0	0	0	1	2	0	2	2	4	2	4	24
29	ZSA	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	0	1	4	4	50
30	Z	2	1	2	1	0	0	0	0	1	0	2	2	1	2	4	18

NO : _____ DATE _____

1) $3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3$
 gambar n reaksi tanpa katalis : garis
 cenderung lebih panjang dan proses mencapai kesetimbangan membutuhkan waktu berturut-turut pada suhu 100°C. Bahkan tanpa katalis laju reaksi lebih lambat
 gambar b reaksi dengan katalis : garis menjadi lebih pendek dan proses mencapai kesetimbangan yang memerlukan waktu 1-10 menit pada suhu 100°C. Bahkan dengan katalis laju reaksi menjadi lebih cepat.

Menyebutkan tidak ada zat yg meninggalkan sistem. Reaksi yang terjadi sebagai berikut:
 $Fe^{3+}(aq) + SCN^-(aq) \rightleftharpoons FeSCN^{2+}(aq)$
 c) $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$
 Mencari nilai Kp:
 $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$
 Perbandingan mol: 1 : 3 : 2
 Perbandingan tekanan parsial: 1 : 3 : 2
 Perbandingan mol: 1 : 3 : 2
 Perbandingan tekanan parsial: 1 : 3 : 2
 Perbandingan mol: 1 : 3 : 2
 Perbandingan tekanan parsial: 1 : 3 : 2

2) Tentukan Kc:
 a) $K_c = \frac{[H_2]^3}{[H_2S]^3}$
 b) $K_c = [CO_2]$
 c) $K_c = \frac{[CO_2]^4 [H_2O]^4}{[CO]^4}$
 d) $K_c = \frac{[SO_2]^2}{[CO_2]}$

Analisa: Dalam kesetimbangan kimia
 Fasa zat mempengaruhi penentuan nilai Kc. Persamaan kesetimbangan ditentukan oleh zat yang konsentrasinya berubah. Selama reaksi berlangsung fasa yang terlibat dalam penentuan nilai Kc adalah gas (g) dan aq (aq). Sedangkan zat padat (s) dan cairan (l) tidak terlibat.

3) Sistem tertutup $\rightarrow$ jumlah sistem yg berubah dengan zat hasil reaksi tidak meninggalkan sistem. Sistem tertutup bukan berarti reaksi harus diaku kum dalam wadah tertutup kecuali reaksi yg melibatkan gas. Sedangkan reaksi FeCl3 dengan KSCN bisa dilakukan dalam wadah terbuka karena berbentuk larutan.

4) Sistem tertutup $\rightarrow$ jumlah sistem yg berubah dengan zat hasil reaksi tidak meninggalkan sistem. Sistem tertutup bukan berarti reaksi harus diaku kum dalam wadah tertutup kecuali reaksi yg melibatkan gas. Sedangkan reaksi FeCl3 dengan KSCN bisa dilakukan dalam wadah terbuka karena berbentuk larutan.

NO. DATE:

13) Untuk menentukan derajat disosiasi dalam suhu yang sama Kc tidak berubah

asam asetat maka menggunakan reaksi

$$\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$$

konstantanya

$$K_c = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

Pada kondisi seimbang konsentrasi

asam asetat 0,02M, dan ion hidrogen 0,02M. Seberapa asam asetat yang terdisosiasi menghasilkan satu mol hidrogen

Maka konsentrasi asam asetat = ion hidrogen

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = [\text{H}^+] = 0,02 \text{ M}$$

Maka konsentrasi disosiasi: $0,02 = 0,5 \times \text{konstanta}$

konstanta asam

∴ derajat asam asetat dalam hal ini adalah 0,5 / 50% dari asam asetat telah terdisosiasi menjadi ion H^+ dan ion CH_3COO^-

15) ketiga grafik menunjukkan kesetimbangan dinamis reaksi dapat berlangsung karena produk dan sebalutnya juga tengah reaksi kesetimbangan 1.

kesetimbangan 2.

kesetimbangan 3

Tahap 1

menulis persamaan reaksi dan perhitungan stoikiometri

$$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$$

	N_2	H_2	NH_3
Awal	0,05	0,2	0,1
Perubahan	x	-	-
Setelah Perubahan	$0,05 + x$	0,2	0,1
Perubahan	-y	-3y	+2y
Setimbangnya	$0,05 + x - y$	$0,2 - 3y$	$0,1 + 2y$

Tahap 2.

$$0,1 + 2y = 0,2$$

$$2y = 0,2 - 0,1$$

$$2y = 0,1$$

$$y = 0,05$$

menentukan kompleks zat.

$$\text{N}_2 = 0,05 + x - y = 0,05 + x - 0,05 - x$$

$$\text{H}_2 = 0,2 - 3y = 0,2 - 3(0,05) = 0,2 - 0,15 = 0,05$$

Tahap 3.

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

$$K_c = \frac{[0,1]^2}{[0,05][0,05]^3}$$

$$K_c = 25$$

Correlations

		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	Jumlah
P1	Pearson Correlation	1	.675**	.112	.110	.676**	.655**	.499**	.539**	.281	.274	.102	.099	-.283	-.075	-.535**	.437*
	Sig. (2-tailed)		.000	.555	.564	.000	.000	.005	.002	.133	.143	.591	.604	.130	.692	.002	.016
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
P2	Pearson Correlation	.675**	1	.104	.117	.386*	.362*	.547**	.678**	.259	.218	.140	.181	-.039	.149	-.097	.512**
	Sig. (2-tailed)	.000		.585	.537	.035	.049	.002	.000	.167	.248	.461	.339	.837	.433	.610	.004
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
P3	Pearson Correlation	.112	.104	1	.348	.218	.400*	.538**	.538**	.456*	.060	.448*	.570**	.202	.543**	.209	.690**

P15	Pearson Correlation	- .535*	- .097	.209	.003	- .449*	- .394*	- .154	- .019	- .071	.067	.090	.313	.414*	.362*	1	.138
	Sig. (2-tailed)	.002	.610	.269	.987	.013	.031	.415	.921	.710	.725	.636	.092	.023	.049		.469
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Jumlah	Pearson Correlation	.437*	.512**	.690**	.587**	.532**	.681**	.799**	.793**	.724**	.359	.639**	.540**	.389*	.622**	.138	1
	Sig. (2-tailed)	.016	.004	.000	.001	.002	.000	.000	.000	.000	.052	.000	.002	.033	.000	.469	
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

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

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

2. Reliabilitas

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	30	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	30	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's	
Alpha	N of Items
.860	13

3. Daya Beda Soal

Item-Total Statistics				
	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item- Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
P1	27.2667	120.064	.454	.855
P2	28.2333	118.116	.453	.855
P3	28.2333	111.357	.609	.846
P4	28.7333	115.926	.504	.852
P5	28.3000	107.183	.494	.855
P6	28.3000	102.838	.643	.842
P7	28.8000	102.648	.821	.831
P8	28.5667	105.495	.785	.835
P9	28.7000	111.045	.687	.842
P11	28.2333	110.185	.586	.847
P12	29.6000	114.317	.388	.859
P13	28.9333	120.478	.153	.879
P14	28.1000	114.852	.496	.852

4. Tingkat Kesukaran Soal

[illegible]

Lampiran 14. Soal Pretest dan Posttest

Soal *Pre-test* dan *Post-test*

Petunjuk Soal:

1. Tulis identitas pada lembar jawaban
2. Bacalah setiap soal dengan teliti dan kerjakan dengan serius
3. Kerjakan terlebih dahulu soal yang mudah
4. Uraikan setiap jawaban dengan lengkap dan jelas

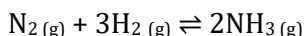
1. Perhatikan reaksi berikut ini!

- a. $\text{Sb}_2\text{S}_{3(s)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{Sb}_{(s)} + 3\text{H}_2\text{S}_{(g)}$
- b. $\text{CaCO}_{3(s)} \rightleftharpoons \text{CaO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$
- c. $\text{C}_{16}\text{H}_{12}\text{O}_{6(s)} + 6\text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 6\text{CO}_{2(g)} + 6\text{H}_2\text{O}_{(g)}$
- d. $\text{CO}_{2(g)} + \text{C}_{(s)} \rightleftharpoons 2\text{CO}_{(g)}$

Berdasarkan pemahamanmu, uraikanlah persamaan tetapan kesetimbangan konsentrasinya! Analisislah hubungan antara jenis fasa zat-zat dengan nilai K_c ! Berikan alasan Anda!

2. Kebutuhan ammonia sebagai salah satu bahan pembuat pupuk meningkat, maka pembuatan ammonia sintesis juga harus ditingkatkan. Untuk mendapatkan hasil ammonia dalam jumlah yang banyak maka pada proses pembuatannya menggunakan tekanan yang bervariasi

dengan molaritas (M) dan suhu (T) sama. Hal itu dilakukan guna mengetahui kondisi optimal untuk mendapatkan hasil yang banyak dan efisien. Berikut adalah reaksi yang berlangsung:

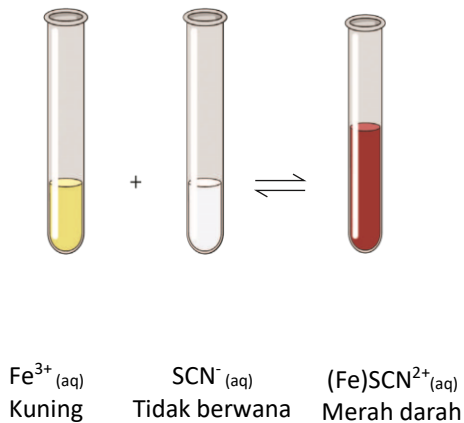


Tabel pembuatan ammonia dengan berbagai tekanan.

Tekanan	Hasil NH_3 (%)
10 atm	14,7
30 atm	30,3
50 atm	39,4
100 atm	52
300 atm	71

Menuurut Anda apa yang dapat disimpulkan dari tabel diatas? kaitkanlah dengan konsep perubahan tekanan dan volume di kesetimbangan kimia!

3. Stefanus mengetahui bahwa salah satu syarat mencapai kondisi setimbang harus berada dalam *siSTEM* tertutup. Namun kenyataannya pada reaksi antara larutan FeCl_3 dengan larutan KSCN dapat dilakukan seperti gambar berikut:



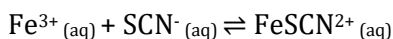
Berdasarkan analisismu terhadap gambar yang disajikan, bagaimana definisi sistem tertutup menurut Anda? Mengapa reaksi tersebut dapat terjadi?

4. Dalam suatu wadah tertutup yang suhunya 25°C , sejumlah amonium karbamat ($\text{N}_2\text{H}_6\text{CO}_2$) menyublim dan terdisosiasi menjadi amonia (NH_3) dan karbon dioksida (CO_2). Setelah didiamkan beberapa lama, terjadi kesetimbangan tekanan total gas sebesar 0,116 atm. Menurut Anda, analisislah berapakah nilai kesetimbangan tekanan parsial (K_p) pada reaksi tersebut?
5. Alea kembali berpikir tentang percobaan yang dia lakukan mengenai pengaruh konsentrasi terhadap

pergeseran kesetimbangan. Hasil percobaan yang dilakukan Alea dapat dituliskan dalam tabel sebagai berikut.

Perlakuan	Pengamatan
Gelas kimia 1 ditambahkan besi (III) klorida (FeCl_3)	Warna merah muda
Gelas kimia 2 ditambahkan kalium tiosianat (KSCN)	Warna merah tua
Gelas kimia 3 ditambahkan kristal disodium fosfat (Na_2HPO_4)	Warna coklat lebih muda

Reaksi kesetimbangan yang terjadi pada proses tersebut adalah sebagai berikut:



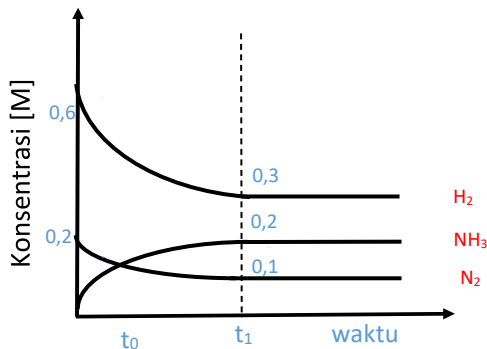
Berdasarkan data yang disajikan oleh Alea, analisislah perbedaan dari ketiga gelas tersebut dan berikan alasan Anda!

6. Reaksi kesetimbangan pada reaksi SO_2 menjadi SO_3 dengan data-data sebagai berikut:

	Jumlah mol		
	SO_2	O_2	SO_3
Sebelum penambahan SO_3	0,32 mol	0,16 mol	0,68 mol
Setelah penambahan SO_3	0,54 mol	0,27 mol	1,46 mol

Berdasarkan data pada tabel, dengan penambahan 1 mol SO_3 , seharusnya SO_3 berjumlah 1,68. Namun kenyataannya hanya 1,46 mol SO_3 . Menurut Anda, mengapa jumlah mol SO_3 mengalami pengurangan? Jelaskan alasan Anda dengan mengaitkan konsep pergeseran kesetimbangan serta tuliskan persamaan reaksi kimia!

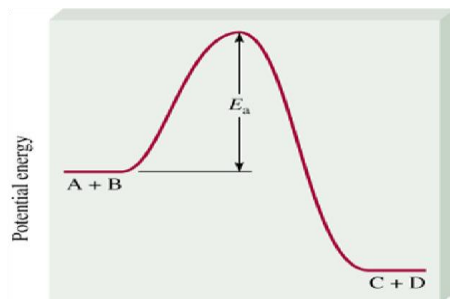
7. Adam melihat sebuah animasi mengenai pembuatan amonia dalam dunia industri. Proses produksi menggunakan aplikasi faktor kesetimbangan yakni memperbesar tekanan sehingga kesetimbangan akan bergeser ke kanan dapat diketahui dari grafik konsentrasi terhadap waktu berikut:



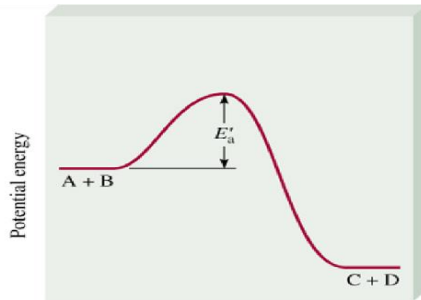
Berdasarkan animasi tersebut ternyata produk NH_3 yang diperoleh kemudian dikeluarkan dari wadah.

Menurut Anda kenapa NH_3 dikeluarkan dari proses pembuatan Amonia? Analisislah apa yang akan terjadi jika NH_3 dikeluarkan!

8. Peranan konsep kesetimbangan kimia telah banyak diterapkan didalam kegiatan sehari-hari maupun dalam bidang industri. Salah satu penerapannya dalam bidang industri adalah proses pembuatan ammonia. Pada suhu 100°C , reaksi proses pembuatan ammonia akan mencapai keadaan setimbang dalam waktu bertahun-tahun. Jika dalam reaksi tersebut ditambahkan katalis, kesetimbangan akan dapat tercapai hanya dalam waktu 5 menit sampai 10 menit. Berdasarkan gambar berikut, berikanlah kesimpulan peranan katalis dalam proses pencapaian kondisi setimbang!



Gambar (a) diagram reaksi tanpa katalis



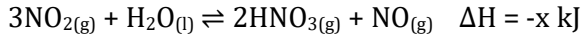
Gambar (b) diagram reaksi dengan katalis

9. Amonia adalah senyawa kimia dengan rumus NH_3 . Biasanya senyawa ini didapati berupa gas dengan bau tajam yang khas. NH_3 terbentuk dari Nitrogen dan Hidrogen. Dari suatu percobaan, didalam wadah 1 dm^3 terdapat data sebagai berikut:

- 0,05 mol gas N_2
- 0,2 mol gas H_2
- 0,10 mol gas NH_3

Jika ingin meningkatkan jumlah NH_3 menjadi 0,20 mol dalam suhu dan volum tetap. Prediksilah berapakah jumlah mol N_2 yang harus ditambahkan agar mencukupi jumlah NH_3 yang diinginkan?

10. Asam nitrat digunakan dalam pembuatan pupuk amonium nitrat, bahan peledak seperti trinitrotoluena (TNT) dan nitrogliserin. Asam nitrat dapat dibuat dengan cara mereaksikan nitrogen dioksida dan air:



Jika pembuatan asam nitrat terdiri dari 2 proses seperti berikut:

- a. Menggunakan tekanan 71-80 atm dan suhu 200°C
- b. Menggunakan tekanan 61-70 atm dan suhu 350°C

Berdasarkan kedua data di atas, analisislah perbandingan pada suhu dan tekanan mana yang dihasilkan asam nitrat dalam jumlah yang lebih banyak? Jelaskan!

Lampiran 15. Hasil *Pre-test* Kelas Kontrol

NO	Nama	Nomor Soal										Skor
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	APR	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5
2	AABS	2	2	1	0	0	0	0	2	0	0	17.5
3	ADA	3	0	0	1	0	0	0	2	0	0	15
4	ASD	2	0	2	2	0	0	0	1	0	0	17.5
5	AAN	2	2	0	1	0	0	0	2	0	0	17.5
6	ADM	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	5
7	ALPS	1	2	0	1	0	0	0	2	0	0	15
8	AIN	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2.5
9	BMP	2	2	0	1	0	0	0	2	0	0	17.5
10	CNF	3	2	0	3	0	0	0	2	0	0	25
11	FCC	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2.5
12	KNR	2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	10
13	KUU	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	5
14	LRJ	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0	10
15	LK	1	2	0	1	0	0	0	1	0	0	12.5
16	MHI	2	2	0	1	0	0	0	2	0	0	17.5
17	MZF	3	1	0	1	0	0	0	1	0	0	15
18	MAA	0	2	0	1	0	0	0	2	0	0	12.5
19	MFP	1	2	0	2	0	0	0	2	0	0	17.5
20	MHK	2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	10
21	MIS	2	2	0	2	0	0	0	2	0	0	20
22	MWP	1	2	0	2	0	0	0	2	0	0	17.5
23	MWY	1	2	0	1	0	0	0	1	0	0	12.5
24	MZF	0	2	0	2	0	0	0	2	0	0	15
25	MNN	2	2	0	1	0	0	0	1	0	0	15
26	NYC	3	2	1	2	2	0	0	2	0	0	30
27	NZS	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	7.5
28	OPR	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	10
29	ODR	2	2	0	0	0	0	0	2	0	0	15
30	RAR	3	2	0	2	0	0	0	2	0	0	22.5
31	RSS	2	2	0	1	0	0	0	1	0	0	15
32	RJK	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	7.5
33	SSR	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5
34	SDP	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	7.5
35	TSS	4	2	1	2	0	0	1	2	0	0	30
36	ZNK	3	2	0	3	0	0	0	2	0	0	25

Lampiran 16. Jawaban Pretest Kelas Kontrol

Nama : Nabilla Yahya Cahyanti

No.

Kelas : XI F.7

Date

1. Tetapan kesetimbangan konsentrasi :

$$a. K_c = \frac{(H_2)^4}{(H_2S)^2}$$

30

$$b. K_c = (CO_2)$$

$$c. K_c = \frac{(CO_2)^4 (H_2O)^6}{(O_2)^6}$$

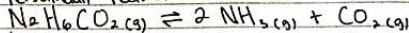
$$d. K_c = \frac{[CO]^2}{[CO_2]}$$

alasan : karena dalam kesetimbangan kimia hanya fase zat yang dapat mempengaruhi nilai K_c yang konsentrasinya berubah selama reaksi berlangsung.

2. Dapat disimpulkan bahwa semakin besar tekanan maka hasil NH_3 semakin banyak karena kesetimbangan akan bergeser ke arah kanan / produk.

3. Suatu sistem ketika bereaksi tidak ada zat hasil reaksi yang meninggalkan sistem. Reaksi tersebut terjadi karena berbentuk cairan sehingga akan berubah warna atau mengalami pergeseran kesetimbangan kimia.

4. Persamaan reaksi :



karena sudah setara maka perbandingan molekulnya yaitu 1 : 2 : 1 Ditanya mencari nilai K_p

$$K_p = \frac{(P_{NH_3})^2 (P_{CO_2})}{(P_{N_2} (P_{CO_2})^6)}$$

No.

Date

5. Gelas kimia 1 ditambahkan FeCl_3 kesetimbangan akan bergeser ke arah produk begitu juga ditambahkan pereaksi KSCN . Sedangkan gelas kimia 3 ketika kristal Na_2HPO_4 ditambahkan kesetimbangan akan bergeser ke reaktan sehingga warna coklat lebih muda karena ditambahkan I^- .

8. Berdasarkan gambar tersebut dapat disimpulkan bahwa pada gambar a menunjukkan reaksi tersebut tidak menggunakan katalis dan pada gambar b reaksi menggunakan katalis.

Lampiran 17. Nilai *Post-test* Kelas Kontrol

NO	Nama	Nomor Soal										Skor
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	APR	0	0	0	3	4	4	2	2	4	2	52.5
2	AABS	3	0	0	4	2	4	2	4	3	3	62.5
3	ADD	3	1	0	4	4	4	2	4	4	4	75
4	AS	2	1	0	4	4	1	2	4	4	3	62.5
5	AAN	3	0	0	4	4	4	3	4	4	4	75
6	ADZ	1	0	0	4	2	0	0	2	4	2	37.5
7	AAPE	3	1	0	3	4	4	4	4	4	4	77.5
8	AII	2	2	0	4	2	2	0	3	1	4	50
9	BBAA	0	0	0	4	4	0	0	0	4	0	30
10	CNN	2	0	0	4	4	4	3	4	4	4	72.5
11	FFFU	2	0	4	4	1	2	0	2	1	4	50
12	KNN	1	0	0	4	4	0	2	0	4	2	42.5
13	KKKT	2	1	0	4	4	0	4	2	4	2	57.5
14	LRR	2	0	0	4	4	4	0	2	4	3	57.5
15	LLLA	2	1	0	4	4	4	3	1	4	2	62.5
16	MH	0	2	0	4	4	4	0	4	4	3	62.5
17	MZU	3	0	0	4	1	0	4	4	4	0	50
18	MMMH	3	2	4	4	2	2	2	4	2	4	72.5
19	MMDA	0	1	0	3	0	0	3	2	1	2	30
20	MH	2	0	4	4	0	3	0	0	4	4	52.5
21	MI	2	0	4	3	0	3	2	3	3	2	55
22	MW	1	0	4	4	0	3	2	2	3	2	52.5
23	MMTA	1	0	2	4	0	3	0	2	4	4	50
24	MMAA	0	1	4	3	0	0	3	4	3	2	50
25	MMMI	1	0	0	4	4	0	4	0	4	4	52.5
26	NYI	3	4	2	4	0	0	1	4	0	4	55
27	NZS	1	2	0	2	0	2	0	4	4	2	42.5
28	OPP	2	1	0	4	1	1	2	4	0	3	45
29	ODR	2	0	0	4	4	4	4	2	4	4	70
30	RA	0	0	0	4	4	3	2	2	4	2	52.5
31	RREN	2	4	0	3	2	4	2	2	1	2	55
32	RRPA	0	0	0	2	4	4	2	2	4	0	45
33	SSA	0	0	0	4	2	3	2	0	3	0	35
34	SDA	3	4	2	2	0	2	2	4	0	4	57.5
35	TTTF	4	2	0	4	0	0	1	4	4	4	57.5
36	ZN	2	0	0	4	4	4	3	4	4	4	72.5

Lampiran 18. Jawaban Post-test Kelas Kontrol

MURAH LUTHERA YULI Sulistiyono
XI F.7

NO: DATE: 19/5

1) Tentukan Kesetimbangan konsentrasi

a. $KC = \frac{[H_2]^3}{[H_2S]^3}$ c) $KC = \frac{[CO_2]^6}{[O_2]^6}$ d) $KC = \frac{[H_2O]^6}{[CO_2]^6}$

2) Berdasarkan tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin besar tekanan maka semakin banyak amonia yang dihasilkan

3) a. 25

4) Persamaan reaksi

3 $N_2 + 3 H_2 + CO_2 \rightleftharpoons 2 NH_3 + CO_2$ → Sudah setara. Perbandingan molekul mencari nilai K_p 1:2:1

$P_{N_2} + H_2CO_2 = \frac{P_{NH_3}^2}{P_{tot}} = \frac{1}{4} \cdot 0,116 = 0,029 \text{ atm}$

$P_{NH_3} = \frac{P_{NH_3}}{P_{tot}} = \frac{2}{4} \cdot 0,116 = 0,058 \text{ atm}$

$P_{CO_2} = \frac{P_{CO_2}}{P_{tot}} = \frac{1}{4} \cdot 0,116 = 0,029 \text{ atm}$

$K_p = \frac{(P_{NH_3})^2 (P_{CO_2})}{(P_{N_2} + H_2CO_2)}$

5) Gelas kimia 1 & 2 dengan masing-masing ditambahkan FeCl₃ dan KSCN

4 Maka kesetimbangan akan bergeser ke arah Produk / kanan sehingga berubah menjadi merah tua. Gelas kimia 3 dengan penambahan Na₂HPO₄ maka kesetimbangan akan bergeser ke arah kiri / kiri sehingga berubah menjadi lebih tua. Ketika penambahan Kristal Na₂HPO₄ Fe³⁺ bereaksi dengan ion HPO₄²⁻ sehingga berkurangnya konsentrasi ion Fe³⁺

6) Persamaan reaksi $2 SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2 SO_3$

4 Berdasarkan tabel mol SO₂ berkurang sebanyak 0,22 mol hal ini karena adanya pergeseran kesetimbangan kekanan sehingga reaksi berjalan. Tetapi harga tetapan kesetimbangan tidak berubah.

NO: _____ DATE: _____

3) Grafik tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut.

4 $\Delta H_2 = 0,3 - 0,6 = -0,3$
 $\Delta NH_3 = 0,2 - 0 = +0,2$
 $\Delta N_2 = 0,1 - 0,2 = -0,1$

Reaktan = H_2 dan N_2 karena mengalami pengurangan.
 Produk = NH_3 karena bertambah.

Perbandingan: $H_2 : N_2 : NH_3$ yaitu $3 : 2 : 1$

Persamaan reaksi $3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3$

Kondisi mengeluarkan ammonia maka konsentrasi berkurang, sehingga mengalami pergeseran ke produk untuk menstabilkan ammonia yg berkurang & reaksi baru memenuhi

8) Persamaan reaksi

4 $3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3$

Gambar a menunjukkan reaksi tanpa katalis karena garis Ea lebih panjang. Sehingga mencapai kesetimbangan membutuhkan waktu yang cukup lama dan laju reaksi akan berjalan lebih lambat. Gambar b menunjukkan bahwa reaksi dengan katalis karena garis Ea lebih pendek sehingga mencapai kesetimbangan hanya memerlukan waktu yang pendek dan laju reaksi akan lebih cepat. Jadi peran katalis adalah mempercepat terjadinya keadaan setimbang.

9) Persamaan reaksi: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$

4

	$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$		
Awal	0,05	0,2	0,1
Pertambahan	x	-	-
Setelah Pertambahan	0,05+x	0,2	0,1
Pertubahan	-y	-3y	+2y
Setimbang	0,05+x-y	0,2-3y	0,1+2y

* Mencari nilai y dari jumlah mol yang diinginkan 0,2

$$0,1 + 2y = 0,2$$

$$2y = 0,2 - 0,1$$

$$2y = 0,1$$

$$y = 0,05$$

$$N_2 \cdot 0,05 + x - y = 0,05 + x - 0,05 = x$$

$$H_2 \cdot 0,2 - 3y = 0,2 - 3(0,05) = 0,2 - 0,15 = 0,05$$

Nilai K_c awal: NO: DATE:

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$$

$$K_c = \frac{[0,1]^2}{[0,05][0,05]^3}$$

$$K_c = \frac{[0,05][0,05]^3}{[0,01]}$$

$$K_c = \frac{[0,05][0,05]^3}{[0,01]}$$

Kc dan Kc sama karena suhu sama

$$x_r = \frac{[0,2]^2}{[0,05]^3}$$

$$x_r = \frac{[0,04]}{[0,000125]}$$

$$0,003125 p = 0,04$$

$$p = 12,8 \text{ mol } N_2$$

Jumlah mol N_2 yang ditambahkan jumlah mol N_2 awal - jumlah mol N_2 awal

$$12,8 - 0,01 = 12,79 \text{ mol}$$

- 10) lebih baik menggunakan Produk HNO_3 pada Proses a yaitu dengan suhu rendah dan tekanan tinggi.
- * Tekanan yang tinggi akan menggeser kesetimbangan ke arah Produk atau ke arah kanan yaitu HNO_3
 - * Suhu rendah kesetimbangan akan bergeser ke arah reaksi eksoterm. Pada reaksi dengan nilai entalpinya negatif, artinya reaksi akan ke kanan atau ke arah HNO_3 lebih berimbang lebih banyak.

Lampiran 19. Nilai *Pre-test* Kelas Eksperimen

NO	Nama	Soal										Skor
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	AYA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5
2	APM	2	1	0	2	0	0	0	1	0	1	17.5
3	ARA	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	15
4	BRDF	2	2	1	1	0	0	0	1	0	0	17.5
5	CAP	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	10
6	CNIDM	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	15
7	DAR	2	1	0	2	0	0	0	0	0	0	12.5
8	FSA	2	2	0	1	0	0	0	2	0	1	20
9	JHH	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5
10	KPI	3	2	1	2	0	0	0	2	0	2	30
11	KAS	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	10
12	MS	2	1	2	2	1	0	0	1	0	0	22.5
13	MIF	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	7.5
14	MB	2	2	1	2	0	0	0	2	0	1	25
15	MF	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5
16	MFA	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5
17	MR	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	10
18	NJB	3	2	2	2	1	0	0	2	0	0	30
19	NNA	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
20	NRA	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	12.5
21	NZR	2	2	2	1	0	1	0	1	0	0	22.5
22	NA	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.5
23	NHY	2	2	0	0	0	0	0	2	0	1	17.5
24	PY	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
25	RBI	3	2	2	2	1	0	0	2	0	2	35
26	RDA	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	15
27	RNP	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.5
28	RP	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	7.5
29	RS	2	2	1	2	1	0	0	1	0	1	25
30	SA	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	7.5
31	SN	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	15
32	SCI	1	2	1	0	0	0	0	1	0	1	15
33	SBR	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	12.5
34	SF	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	7.5
35	YLU	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	15

Lampiran 20. Jawaban *Pre-test* Kelas Eksperimen

Nama : Raffi Brian Hafish Pawana
Kelas : XI f.8 35

- Tetapan Kc:
 - a. Kc = $\frac{[H_2]^3}{[CO_2]^3}$
 - b. Kc = $\frac{[CO]^3}{[CO_2]}$
 - c. Kc = $\frac{[CO]^3}{[CO_2]}$

Karena menentukan nilai Kc dilihat pada fasa zat gas dan aqous sedangkan S dan l tidak terhitung dalam penentuan Kc.
- Disimpulkan bahwa semakin besar atm maka hasil NH_3 akan semakin banyak hal ini dikarenakan kesetimbangan akan bergeser kearah kanan (produk) yaitu membentuk ammonia.
- Sistem tertutup bukan berarti reaksi tersebut dalam keadaan tertutup kecuali yang melibatkan gas. Pada reaksi $FeCl_3$ dan $KSCN$ bisa dilakukan dalam wadah terbuka karena dalam bentuk larutan sehingga tidak ada yang menngakikan sistem.
- Percamaan reaksi:

$$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 + (O_2)$$

Karena reaksi tersebut sudah setara, perbandingan molar 1:2:1

$$P_{N_2} + 2P_{H_2} = P_{NH_3} + P_{O_2} = P_{tot}$$
- Pada gelas kimia 1 ditambahkan $FeCl_3$ kesetimbangan akan bergeser kearah produk begitu juga dengan gelas kimia 2 ditambahkan pereaksi $KSCN$ sehingga berubah menjadi merah tua. gelas kimia 3 ditambahkan kristal NH_4PO_4 bergeser kearah
-
-
- Gambar a diimpitkan $\rightarrow$ reaksi tanpa katalis, karena garis kesetimbangan lebih panjang
- Gambar b $\rightarrow$ reaksi dgn katalis karena kesetimbangan lebih pendek
- Menakkan produk NH_3 dibutuhkan proses a yaitu menggunakan tekanan tinggi dan suhu rendah

Lampiran 21. Nilai *Post-test* Kelas Eksperimen

NO	Nama	Soal										Skor
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	AYF	4	4	4	3	2	4	4	4	0	2	72.5
2	APM	3	2	2	2	4	4	2	4	0	4	67.5
3	ARAF	4	4	4	4	2	2	2	4	4	4	85
4	BRDF	4	4	4	4	2	2	0	4	4	4	80
5	CAP	2	2	2	4	3	4	0	4	4	4	72.5
6	CNDM	4	4	2	3	0	3	4	4	3	3	75
7	DAR	4	4	4	4	1	1	4	4	3	4	82.5
8	FSA	4	4	4	4	3	3	3	4	4	3	90
9	JHH	3	2	0	3	2	2	4	4	4	4	70
10	KPL	3	4	4	4	4	4	0	4	4	4	87.5
11	KAJ	1	0	0	4	4	3	4	4	4	4	70
12	MSMS	3	4	4	4	2	2	2	2	4	4	77.5
13	MIF	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4	92.5
14	MBAH	3	2	2	4	3	3	4	4	4	4	82.5
15	MDAF	4	4	2	4	3	3	2	4	4	4	85
16	MFPI	3	0	0	3	4	3	4	4	4	4	72.5
17	MRAF	4	4	4	4	2	2	2	3	4	4	82.5
18	NJP	3	4	4	4	3	2	2	2	2	4	75
19	NNAS	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	70
20	NRA	1	0	0	4	4	3	4	4	4	4	70
21	NZR	2	0	0	4	4	3	4	4	4	4	72.5
22	NANA	3	2	0	3	2	3	4	4	3	2	65
23	NHY	3	1	0	4	4	4	3	4	4	2	72.5
24	PYF	4	4	4	3	4	3	4	1	4	4	87.5
25	RBHP	3	2	3	2	2	4	4	4	4	4	80
26	RDK	3	3	3	4	2	2	2	2	1	4	65
27	RNP	3	4	2	4	3	3	3	4	4	4	85
28	RPRP	4	4	1	4	2	3	4	4	4	4	85
29	RSRS	3	2	0	4	2	0	2	4	4	4	62.5
30	SRVA	2	1	0	4	4	0	4	4	4	4	67.5
31	SNSN	3	2	0	4	0	3	4	4	4	4	70
32	SCB	0	0	0	3	4	3	4	2	3	4	57.5
33	SBR	3	2	2	3	2	2	4	4	2	2	65
34	SRAF	4	4	4	2	4	0	2	3	4	4	77.5
35	YLN	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	90

Lampiran 22. Jawaban *Post-test* Kelas Eksperimen

☐ Nama : Muhammad Iqbal Gebitan.
☐ Kelas : XI F.8. 92.5
☐ Jawaban Post test eksperimen.
☐ 1. K_c :
☐ a. $K_c = \frac{[H_2]^4}{[H_2S]^4}$
☐ b. $K_c = [CO_2]$
☐ c. $K_c = \frac{[CO_2]^4 [H_2O]^4}{[CO]^4}$
☐ d. $K_c = \frac{[CO]}{[CO_2]^2}$
☐ Karena penentuan K_c hanya fasa zat yang dapat mempengaruhi nilai konsentrasinya berubah selama reaksi berlangsung yaitu fasa zat gas dan aquas sedangkan solid dan liquid tidak terlihat.
☐ 2. Berdasarkan table disimpulkan bahwa semakin besar tekanan (atm), maka hasil NH_3 semakin banyak karena keseimbangan bergeser ke produk. Tekanan diperbesar maka akan bergeser ke jumlah koefisien yang kecil, begitu juga jika tekanan diperkecil maka akan bergeser ke arah jumlah koefisien yang besar.
☐ 3. Gelas kimia 1 dan 2 masing-masing ditambahkan Fe^{3+} dan $FeCl_3$ masing-masing akan akan bergeser ke arah produk sehingga berubah menjadi merah tua, gelas kimia 3 ditambahkan kristal $MgHPO_4$ bergeser ke arah reaktan sehingga berubah menjadi lebih muda karena dengan penambahan $MgHPO_4$ ion Fe^{3+} akan bereaksi dengan ion HPO_4^{2-} sehingga berkurangnya konsentrasi Fe^{3+} .
☐ 4. Persamaan reaksi :
☐ $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$
☐ Data table menunjukkan bahwa CO_2 berturung menjadi 0,25 mol yang sebenarnya harus meningkat. Hal ini dikarenakan adanya Pergeseran

- kesetimbangan kearah kiri / kanan sehingga komposisi tersebut meningkat. Tetapi tidak akan mengubah harga tetapan kesetimbangan, perubahan konsentrasi hanya mengubah zat pada setimbang.
3. Sistem tertutup yaitu sistem reaksi yang hasil zat bereaksi tidak meninggalkan sistem, sistem tertutup bukan berarti dilakukannya dalam wadah tertutup kecuali zat untuk zat yang terlibat gas didalamnya, pada reaksi antara FeCl_3 dan FeCl_2 dapat dilakukan dalam wadah terbuka karena berwujud larutan, persamaan reaksi yang terjadi sebagai berikut: $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{SCN}^{-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{FeSCN}^{2+}(\text{aq})$.
7. Reaktan: H_2 dan H_2 karena berkurang.
 Produk: H_2S karena bertambah.
 Persamaan reaksi: $3\text{H}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{S}$
 Maka perbandingan molnya yaitu $3:1:2$, dengan menggunakan H_2S maka konsentrasinya akan berkurang, sehingga kesetimbangan akan bergeser kearah produk untuk menstabilkan ammonia secara terus menerus sampai ammonia meningkat.
8. Pada gambar a reaksi tanpa katalis karena dapat dilihat pada garis Ea lebih panjang sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama. Hal ini akan membuat ~~selanjutnya~~ ^{laju reaksi} lebih lambat. Sedangkan pada gambar b bereaksi dengan katalis karena garis kesetimbangan Ea lebih pendek sehingga membutuhkan waktu yang pendek, hal ini akan membuat laju reaksi akan berjalan lebih cepat. Jadi peran katalis yaitu untuk mempercepat mencapai kesetimbangan.
10. Produk asam nitrat meningkat sebabnya menggunakan tekanan a yaitu meningkatkan tekanan dan menurunkan suhu karena dengan meningkatkan tekanan akan menggeser kesetimbangan kearah jumlah koefisien kecil yaitu kearah produk. Sedangkan menurunkan suhu akan menggeser kearah kanan ~~reaksi~~ tetapi reaksi berlangsung lambat.
4. Persamaan reaksi:
 $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{S}(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{aq})$
 Berdasarkan persamaan reaksi tersebut sudah setara maka

☐ perbandingan molnya yaitu 1:2:1
☐ $P_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{P_{\text{H}_2\text{O}} \cdot n_{\text{H}_2\text{O}}}{n_{\text{t}}} \cdot P_{\text{tot}} = \frac{1}{4} \cdot 0,116 = 0,029 \text{ atm.}$
☐ $P_{\text{H}_2} = \frac{P_{\text{H}_2}}{n_{\text{t}}} \cdot P_{\text{tot}} = \frac{2}{4} \cdot 0,116 = 0,058 \text{ atm.}$
☐ $P_{\text{CO}_2} = \frac{P_{\text{CO}_2}}{n_{\text{t}}} \cdot P_{\text{tot}} = \frac{1}{4} \cdot 0,116 = 0,029 \text{ atm.}$
☐ $K_p = \frac{(P_{\text{H}_2})^2 (P_{\text{CO}_2})}{(P_{\text{H}_2\text{O}})} = \frac{(0,058)^2 (0,029)}{(0,029)} = 0,0036$
☐ 9. Persamaan reaksi
☐ $\text{H}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$
☐

	$\text{H}_2(\text{g})$	$+ 3 \text{H}_2(\text{g})$	$\rightleftharpoons$	$2 \text{NH}_3(\text{g})$
awal	0,05	0,2		0,1
penambahan	-	-		-
setelah penambahan	0,05 + x	0,2		0,1 - 2x
perubahan	-x	-3x		+2x
seimbang	0,05 + x	0,2 - 3x		0,1 + 2x

☐ mencari jumlah mol yang diinginkan yaitu sebesar 0,02 mol maka:
☐ $0,1 + 2x = 0,02 //$

Lampiran 23. Uji Prasyarat dan Uji Hipotesis

1. Normalitas

Tests of Normality				
	Kelas	Kolmogorov-Smirnov ^a		
		Statistic	df	Sig.
Hasil <i>Post-test</i>	Pretest Kelas Kontrol	.129	36	.138
	Posttest Kelas Kontrol	.136	36	.088
	Pretest Kelas Eksperimen	.129	35	.151
	Posttest Kelas Eksperimen	.142	35	.073

a. Lilliefors Significance Correction

Dasar pengambilan Keputusan, jika nilai Sig > 0,05 maka data berdistribusi normal.

2. Homogenitas

Test of Homogeneity of Variance					
		Levene	df1	df2	Sig.
		Statistic			
Hasil <i>Post-test</i>	Based on Mean	1.237	1	69	.270
	Based on Median	1.263	1	69	.265
	Based on Median and with adjusted df	1.263	1	56.786	.266
	Based on trimmed mean	1.277	1	69	.262

Dasar pengambilan Keputusan, jika nilai Sig > 0,05 maka data yang dianalisis memiliki varians yang homogen.

3. Uji Hipotesis (Uji t)

Group Statistics					
	Kelas	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Hasil <i>Post-test</i>	Posttest Kelas Kontrol	36	55.347	12.2205	2.0367
	Posttest Kelas Eksperimen	35	76.071	8.8966	1.5038

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
Hasil <i>Post-test</i>	Equal variances assumed	1.237	.270	-8.150	69	.000	-20.7242	2.5429	-25.7971	-15.6513

	Equal variances not assumed			-8.186	63.986	.000	-20.7242	2.5317	-25.7820	-15.6664
--	-----------------------------------	--	--	--------	--------	------	----------	--------	----------	----------

Lampiran 24. Surat Penunjukan Pembimbing



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 Jl.Prof.Dr.Hamka (Kampus III) Ngaliyan Semarang 50185
 Email: fst@walisongo.ac.id, Web: fst.walisongo.ac.id

Nomor : B.2672/Un.10.8/J.7/DA.04.01/04/2024

03 Mei 2024

Lamp :

Perihal : Penunjukan Pembimbing Skripsi

Kepada Yth:
 Teguh Wibowo, M. Pd
 Di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb

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

Nama : Riska Rahmawati

NIM : 2008076079

Prodi : Pendidikan Kimia

Judul : Pengaruh Model Problem Based Learning-STEM pada Materi Kesetimbangan Kimia terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik.

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

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

a.n. Dekan,
 Ketua Prodi Pendidikan Kimia

Wirda Udalbah, S.Si, M.Si
 NIP. 198501042009122003

Tembusan Yth.

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

Lampiran 25. Surat Permohonan Validasi



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

Alamat: Jl.Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang 50185
E-mail: fsi@walisongo.ac.id Web : <http://fsi.walisongo.ac.id>

Nomor : B.923/Un.10.8/D/SP.01.06/02/2024 05 Februari 2024
Lamp : -
Hal : Permohonan Validasi Instrumen

Kepada Yth.

1. Apriliana Drastisianti, M.Pd Validator Instrumen Ahli Soal
(Dosen Pendidikan Kimia FST UIN Walisongo)
2. Julia Mardhiya, M.Pd Validator Instrumen Ahli Soal
(Dosen Pendidikan Kimia FST UIN Walisongo)
3. Nadhifah, S.Pd Validator Instrumen Ahli Soal
(Guru Kimia MA Askhabul Kahfi)
di tempat.

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Bersama ini kami mohon dengan hormat, kiranya Bapak/Ibu/Saudara menjadi validator ahli instrumen untuk penelitian skripsi:

Nama : Riska Rahmawati
NIM : 2008076079
Program Studi : Pendidikan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo
Judul : Pengaruh Model *Problem Based Learning* – STEM pada Materi
Keseimbangan Kimia terhadap Keterampilan Berpikir Kritis
Peserta Didik.

Demikian atas perhatian dan berkenannya menjadi validator ahli instrument kami ucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Dekan
Fak. TU
Moh. Kharis, SH, M.H
19691017 199403 1 002

Tembusan Yth.

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

Lampiran 26. Permohonan Izin Penelitian



**PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
CABANG DINAS PENDIDIKAN WILAYAH I**

Jalan Gatot Subroto, Komplek Tarubudaya, Ungaran Telepon (024) 79910066
Faksimile (024) 79910066 Laman cabdin1.pdkjateng.go.id
Surat Elektronik cabdindkwl1@gmail.com

NOTA DINAS

Kepada Yth. : Kepala SMA Negeri 12 Semarang
Dari : Kepala Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I
Tanggal : 07 Maret 2024
Nomor : 071/579
Hal : Izin Riset

Menindaklanjuti surat permohonan dari Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, Nomor : B.1416/Un.10.8/K/SP.01.08/02/2024 tanggal 28 Februari 2024, perihal Permohonan Izin Riset sebagaimana tersebut pada pokok surat diatas, kami sampaikan hal-hal sebagai berikut :

1. Kepala Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I Dinas Pendidikan Dan Kebudayaan Provinsi Jawa Tengah, memberikan ijin kepada :

Nama : Riska Rahmawati
NIM : 2008076079
Jurusan : Pendidikan Kimia
Judul Penelitian : Pengaruh Model Problem Based Learning-STEM pada Materi Keseimbangan Kimia Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik

2. Kegiatan dilaksanakan pada :

Tanggal : 5 Maret 2024 s.d 20 Maret 2024
Pukul : 08.00 WIB – Selesai
Lokasi : SMA Negeri 12 Semarang

3. Hal – hal yang perlu diperhatikan:

- a. Harus sesuai dengan peraturan yang berlaku;
- b. Kepala Sekolah bertanggung jawab penuh terhadap pelaksanaan ijin penelitian yang dimulai pukul 08.00 WIB sampai dengan selesai;
- c. Saat pelaksanaan ijin Penelitian tidak mengganggu proses jam belajar mengajar;
- d. Pemberian ijin ini hanya untuk kegiatan tersebut diatas, apabila dalam pelaksanaan terjadi penyimpangan dari ketentuan yang telah ditetapkan maka pemberian ijin ini dicabut;
- e. Apabila Kegiatan tersebut telah selesai agar segera memberikan laporan hasil kegiatan ke Cabang Dinas Pendidikan Wilayah I.

Demikian untuk menjadikan maklum dan atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

a.n. KEPALA CABANG DINAS PENDIDIKAN WILAYAH I
Kepala Sub Bagian Tata Usaha



ANGKY MAYANG SASWATI, S.Psi, M.Si
Penata Tingkat I
NIP 19791005 200801 2 001



Dokumen ini ditandatangani secara elektronik dengan menggunakan Sertifikat Elektronik yang diterbitkan oleh Balai Sertifikasi Elektronik (BSrE) BSSN.

Lampiran 27. Dokumentasi Kegiatan Penelitian



Pre-test kelas kontrol



Pembelajaran kelas kontrol



Post-test kelas kontrol



Foto bersama kelas XI F.7



Pre-test kelas eksperimen



Pembelajaran PBL-STEM
kelas eksperimen



Post-test kelas eksperimen



Foto bersama kelas XI F.8

Lampiran 28. Daftar Riwayat Hidup

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

3. Nama Lengkap : Riska Rahmawati
4. Tempat & Tgl. Lahir : Pati, 25 September 2002
5. Alamat Rumah : DK Gibing, Karangsari 4/5,
Kec. Cluwak, Kab. Pati, Jawa
Tengah
6. HP : 088232615398
7. E-mail : riskarahma637@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. TK Al-Masyitoh (2006-2008)
2. MI Matholi'ul Huda 02 Karangsari (2008-2014)
3. MTS Islam Karangsari (2014-2017)
4. MA Salafiyah Kajen (2017-2020)
5. UIN Walisongo Semarang (2020-Sekarang)