

Lampiran 01. Surat- surat terkait dengan penelitian



UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
JURUSAN KIMIA

Alamat: Jalan Udayana No. 11 Singaraja Bali Indonesia 81117 Telp. 0362 25072 Fax 0362 25335

Nomor	: 4/UN48.9/TU/2024	10 Desember 2024
Lampiran	: -	
Perihal	: Permohonan Data Penelitian	

Kepada
Yth. SMA Negeri 2 Singaraja

Dengan hormat, dalam rangka melengkapi persyaratan perkuliahan/ penyusunan makalah/tesis/skripsi/tugas akhir *), bersama ini dimohon bantuannya untuk memberikan informasi atau data yang diperlukan kepada mahasiswa berikut.

Nama : Yesi Aprilita Br Barus
NIM : 2113031020
Program Studi : Pendidikan Kimia

Demikian surat ini disampaikan, atas perkenan dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

a.n. Dekan
Ketua Jurusan



Prof. Dr. I Nyoman Suardana, M.Si.
NIP. 196611231993031001



**Balai
Sertifikasi
Elektronik**

Catatan :

- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau Dokumen Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini tertanda ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BsrE
- Surat ini dapat dibuktikan keasliannya dengan menggunakan *qr code* yang telah tersedia



පළාත් පාලන ආයතන සභාව
PEMERINTAH PROVINSI BALI
සමූහාණ්ඩු විද්‍යා මධ්‍යස්ථානය
SMA NEGERI 2 SINGARAJA
හා සමාජ විද්‍යා - මධ්‍යම අධ්‍යාපන කොට්ඨාසය (විද්‍යා) කුලසභාව
Alamat : Jl. Srikandi – Singaraja, Telp. (0362) 24321
Email : smandasingaraja2011@gmail.com website : <http://smandasingaraja.sch.id>



SURAT KETERANGAN PENELITIAN

Nomor : B.10.400.3.8.1/3851/SMAN 2 SGR/DIKPORA

Yang bertanda tangan di bawah ini Kepala SMA Negeri 2 Singaraja menerangkan bahwa:

Nama : Yesi Aprilita Br Barus
NIM : 2113031020
Program Studi : Pendidikan Kimia
UNIVERSITAS : Pendidikan Ganesha Singaraja

Memang benar mahasiswa yang telah disebutkan di atas telah melaksanakan penelitian di SMA Negeri 2 Singaraja, dengan Judul Skripsi **“PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN PjBL BERBASIS STEAM BERBANTUAN SCAFFOLDING ADAFTIF TERHADAP PENGUASAAN KONSEP KIMIA DAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMA”** dari tanggal 16 April 2025 sampai dengan tanggal 19 Mei 2025.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Dikeluarkan di Singaraja

Pada tanggal, 23 Mei 2025



Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan oleh BSR-E



Lampiran 02. Perangkat Pembelajaran

1. INFORMASI UMUM

Identitas Modul Ajar	
Sekolah	: SMA Negeri 2 Singaraja
Nama Penyusun	: Yesi Aprilita Br Barus
Mata Pelajaran	: Kimia
Materi Pokok	: Keseimbangan Kimia
Tahun Ajaran	: 2024/2025
Semester	: 2
Jenjang	: Sekolah Menengah Atas
Kelas/Fase	: Kls XI/F
Alokasi Waktu	: 2 x 40 menit (2JP) & 3 x 40 menit (3JP)
Jumlah Pertemuan	: 5 x Pertemuan
Moda	: Tatap Muka
Model Pembelajaran	: PjBL Berbasis STEAM Berbantuan <i>Scaffolding</i> Adaptif

Profil Pelajar Pancasila	
Beriman, Bertakwa kepada Tuhan YME, dan Berakhlak Mulia	: Peserta didik menyadari bahwa keteraturan dalam reaksi kimia merupakan bagian dari ciptaan Tuhan yang penuh keseimbangan. Mereka juga menunjukkan sikap jujur, tanggung jawab, dan menghargai etika saat melakukan percobaan maupun bekerja dalam proyek.
Bergotong Royong	: Melalui pembelajaran berbasis proyek, peserta didik dilatih untuk bekerja dalam tim, berbagi peran, membantu teman yang kesulitan, dan mencapai tujuan bersama.
Mandiri	: Peserta didik memiliki kesadaran untuk mengelola waktu, menyelesaikan tugas tanpa bergantung pada orang lain, serta mampu mengembangkan solusi sendiri terhadap masalah dalam proyek keseimbangan kimia. Dukungan <i>scaffolding</i> diberikan sesuai kebutuhan agar kemandirian tumbuh secara bertahap.
Bernalar Kritis	: Peserta didik dilatih untuk menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi

	kesetimbangan kimia, merancang eksperimen, menginterpretasikan data, dan membuat kesimpulan berdasarkan bukti ilmiah. Pembelajaran ini menumbuhkan kemampuan berpikir logis dan reflektif.
Kreatif	: Melalui pendekatan STEAM, peserta didik didorong untuk menciptakan solusi atau produk inovatif yaitu poster, video eksperimen, atau simulasi interaktif yang menjelaskan konsep kesetimbangan kimia secara menarik dan relevan.

Capaian Pembelajaran

Peserta didik mampu menjelaskan kesetimbangan kimia berdasarkan hukum aksi massa, menentukan tetapan kesetimbangan, serta menganalisis pengaruh berbagai faktor terhadap pergeseran kesetimbangan untuk memahami dan memecahkan masalah dalam konteks kehidupan sehari-hari dan industri.

(Fase F)

Keterampilan Proses

- 9) Mengamati
Mengamati jumlah gelembung yang muncul saat suhu dinaikkan/didihkan atau saat botol dibuka.
- 10) Mengidentifikasi variabel
Menentukan variabel bebas (suhu, zat tambahan, tekanan), variabel terikat (jumlah CO_2 terlepas), dan variabel kontrol (volume minuman, waktu, jenis wadah).
- 11) Merumuskan hipotesis
Contoh: "Jika suhu dinaikkan, maka gas CO_2 akan lebih cepat keluar dari larutan karena kesetimbangan bergeser ke kanan."
- 12) Merancang percobaan
Merancang langkah kerja dengan beberapa perlakuan: suhu dingin, suhu ruang, suhu hangat; menambahkan garam/gula; mengocok botol dan membuka tutupnya.
- 13) Melakukan percobaan
Melaksanakan pengujian terhadap masing-masing perlakuan dan mencatat hasil pengamatan secara sistematis.
- 14) Mencatat dan menafsirkan data
Menyusun tabel hasil percobaan, membandingkan jumlah gelembung yang muncul atau waktu yang dibutuhkan untuk gelembung keluar.

15) Menarik kesimpulan

Menyimpulkan bahwa peningkatan suhu dan penurunan tekanan menyebabkan pelepasan gas CO_2 lebih cepat (pergeseran kesetimbangan ke kanan).

16) Mengkomunikasikan hasil

Membuat laporan praktikum atau presentasi/poster mengenai pengaruh suhu, tekanan, dan penambahan zat terhadap sistem kesetimbangan CO_2 dalam minuman.

Analisis Capaian Pembelajaran untuk Tujuan Pembelajaran (TP) pada Alur Tujuan Pembelajaran (ATP)

Kompetensi	Konten	Variasi	Tujuan Pembelajaran
Pertemuan II			
- Memahami - Menjelaskan	- Reaksi reversibel dan ireversibel - Ciri-ciri sistem setimbang - Kesetimbangan homogen dan heterogen - Kesetimbangan statik dan dinamik	- Eksplorasi video - Diskusi kelompok tentang jenis kesetimbangan - Membagikan LKPD	- Peserta didik mampu menjelaskan reaksi kesetimbangan dan keadaan setimbang - Peserta didik mampu membedakan kesetimbangan homogen dan heterogen - Peserta didik mampu membedakan kesetimbangan statik dan dinamik
Pertemuan III			
- Menghitung - Menerapkan	- Rumus dan cara menghitung K_c dan K_p - Hubungan antara K_c dan K_p	- Latihan soal hitung K_c dan K_p dengan data reaksi - Praktikum Kesetimbangan CO_2 dalam	- Peserta didik mampu menentukan harga tetapan kesetimbangan - Peserta didik mampu menggunakan tetapan kesetimbangan dalam perhitungan

	Minuman Berkarbonasi	3. Peserta didik mampu menjelaskan hubungan antara tetapan Kp dan Kc
Pertemuan IV		
• Menganalisis	• Prinsip Le Chatelier • Pengaruh suhu, tekanan, konsentrasi, dan katalis	• Presentasi kelompok hasil praktikum 1. Peserta didik mampu menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran kesetimbangan berdasarkan prinsip Le Chatelier 2. Peserta didik mampu menjelaskan penerapan kesetimbangan kimia dalam kehidupan sehari-hari dan industri

2. KOMPONEN INTI

Pertanyaan Pemantik	
Pertemuan II	2. Pernahkah kalian membuka botol minuman bersoda yang baru dibuka? Apa yang terjadi saat itu? 3. Bagaimana perbedaan rasa dan sensasi minuman bersoda saat pertama kali dibuka dibandingkan setelah beberapa waktu dibiarkan terbuka?
Pertemuan III	1) Menurut kalian, mengapa minuman bersoda bisa kehilangan rasa segarnya setelah dibiarkan terbuka? 2) Apa yang mempengaruhi gas CO₂ keluar dari minuman bersoda?
Pertemuan IV	1) Apakah kita bisa mengontrol agar minuman bersoda tetap segar lebih lama?

Sarana Prasarana	
Media	Laptop, HP, Proyektor, Buku, Video YT, PPT, WAG, Google Formulir
Alat	Alat Tulis, Papan Tulis, Lembar Penilaian, LKPD, perlengkapan Praktikum
Sumber Belajar	1. E-book materi Keseimbangan kimia >>Klik<< https://repositori.kemdikbud.go.id/22153/1/XI_Kimia_KD-3.8_Final.pdf 2. <i>Power point</i> (PPT) https://drive.google.com/file/d/1Eb72O8vN8nx3ZkTbbE9G92YkkEWaCjLD/view?usp=sharing 3. <i>Youtube</i> a. https://youtu.be/x5QOcinlhu8?si=WX42haKYCQ_6-qR_ b. https://youtu.be/H3VPTVQ6DL0 c. https://youtu.be/3jaTTxZLwzo?si=wjR-RBzQKLR-Jaie 4. <i>Website</i> - https://www.quipper.com/id/blog/mapel/kimia/keseimbangan-kimia/ - https://www.ruangguru.com/blog/keseimbangan-kimia-jenis-jenis-reaksi-dan-tetapan 5. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) (Terlampir) 6. Bahan Bacaan (Terlampir)

3. KEGIATAN INTI

a. Pertemuan 1 (2 x 40 menit)

Langkah-langkah Kegiatan Pembelajaran	
Pendahuluan (10 menit)	1. Guru membuka kelas dengan salam, doa, dan memeriksa kehadiran Siswa. 2. Guru memberikan motivasi dan menanyakan kesiapan Siswa sebelum memulai pembelajaran. 3. Guru menyampaikan kegiatan pembelajaran pada pertemuan hari ini.
Kegiatan Inti (60 menit)	Guru memberikan soal <i>pre-test</i> sebelum memulai pembelajaran. 1. <i>Pre-test</i> penguasaan konsep keseimbangan kimia (30 menit)

	2. <i>Pre-test</i> keterampilan berpikir kritis kesetimbangan kimia (30 menit)
Penutup (10 menit)	1. Guru menginformasikan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan pada pertemuan berikutnya. 2. Guru mengakhiri kegiatan dengan berdoa dan salam penutup.

b. Pertemuan 2 (3 x 40 menit)

Langkah-langkah Kegiatan Pembelajaran		
Kegiatan	Kegiatan Guru	Kegiatan siswa
Pendahuluan (10 menit)	- Guru membuka kelas dengan salam, doa, dan memeriksa kehadiran peserta didik. - Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan cakupan materi yang akan dipelajari - Guru melakukan apersepsi dengan memberikan pertanyaan pemantik. <i>“Pernahkah kalian membuka botol minuman bersoda yang baru dibuka? Apa yang terjadi saat itu?”</i> <i>“Bagaimana perbedaan rasa dan sensasi minuman bersoda saat pertama kali dibuka dibandingkan setelah beberapa waktu dibiarkan terbuka?”</i> - Guru memberikan motivasi dan menanyakan kesiapan siswa sebelum memulai pembelajaran.	- Peserta didik menjawab salam dari guru. - Peserta didik menjawab pertanyaan pemantik dari guru.
Kegiatan Inti (100 menit)	<u>Identifikasi Masalah</u> Guru menampilkan fenomena kesetimbangan yang relevan dengan kehidupan sehari-hari (video	- Peserta didik mengamati dan membandingkan minuman berkarbonasi

	dan skenario minuman bersoda dingin, hangat, dan yang sudah dikocok) . Identifikasi Masalah Saat tutup botol soda dibuka, muncul gelembung gas yang keluar dari botol. Fenomena ini terjadi karena adanya perubahan tekanan dan kesetimbangan kimia dalam botol. Namun, apa yang menyebabkan gelembung gas ini muncul? Faktor apa saja yang mempengaruhi jumlah gas yang keluar? Bagaimana proses ini berkaitan dengan kesetimbangan kimia? Buatlah hipotesis atau pernyataan sementara sesuai dengan rumusan masalah tersebut! 1. _____ 2. _____ 3. _____ 2. Guru membagi peserta didik ke dalam kelompok kecil yang berisikan 5-6 orang dalam kelompok untuk mengerjakan LKPD. 3. Guru memberikan arahan untuk setiap kelompok mengerjakan LKPD. 4. Guru mengarahkan siswa untuk mendiskusikan kemungkinan penyebabnya.	(dalam kondisi dingin, hangat, dan yang telah dikocok). – Peserta didik berdiskusi dalam kelompok kecil untuk mengidentifikasi fenomena kesetimbangan gas dalam minuman berkarbonasi. – Peserta didik menuliskan hipotesis awal tentang faktor-faktor yang mempengaruhi pelepasan gas CO_2 dalam minuman bersoda.
	<u>Perencanaan Proyek</u> 1. Guru membimbing siswa dalam merancang eksperimen sederhana untuk menguji faktor yang mempengaruhi kesetimbangan pelepasan CO_2 dalam minuman bersoda. 2. Guru memberikan contoh metode eksperimen sederhana untuk memandu perancangan proyek. 3. Guru menjelaskan materi dan menayangkan video praktikum. 4. Guru menyediakan scaffolding dengan lembar panduan eksperimen bagi yang membutuhkan. Penerapan Scaffolding Adaptif • Siswa yang mengalami kesulitan dalam perancangan eksperimen?	1. Siswa menentukan variabel eksperimen (misalnya: suhu, tekanan, dan zat tambahan gula atau garam). 2. Siswa membuat rancangan eksperimen dan berdiskusi tentang alat dan bahan yang diperlukan. 3. Siswa menonton video pembelajaran. 4. Siswa mendesain eksperimen berdasarkan faktor yang diuji mulai dari alat dan bahan hingga langkah kerja.

	Guru memberikan contoh prosedur eksperimen sederhana Siswa mampu merancang sendiri? Guru menantang mereka untuk menyusun hipotesis kuantitatif terkait pelepasan CO₂.	
Penutup (10 menit)	- Guru menanyakan kesimpulan dari materi yang sudah dijelaskan. - Guru merefleksi kegiatan pembelajaran yang telah dilaksanakan - Guru menginformasikan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan pada pertemuan berikutnya yaitu mengarahkan dalam pengembangan Produk. - Guru mengakhiri kegiatan belajar dengan berdoa serta salam penutup.	- Peserta didik menyampaikan kesimpulan pembelajaran pada pertemuan ini. - Peserta didik menjawab salam dari guru.

c. Pertemuan 3 (2 x 40 menit)

Langkah-langkah Kegiatan Pembelajaran		
Kegiatan	Kegiatan Guru	Kegiatan siswa
Pendahuluan (10 menit)	- Guru membuka kelas dengan salam, doa, dan memeriksa kehadiran peserta didik. - Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan cakupan materi yang akan dipelajari - Guru melakukan apersepsi dengan memberikan pertanyaan pemantik. <i>“Menurut kalian, mengapa minuman bersoda bisa kehilangan</i>	- Peserta didik menjawab salam dari guru. - Peserta didik menjawab pertanyaan pemantik dari guru.

	<i>rasa segarnya setelah dibiarkan terbuka?”</i> • “Apa yang mempengaruhi gas CO_2 keluar dari minuman bersoda?” 4. Guru memberikan motivasi dan menanyakan kesiapan siswa sebelum memulai pembelajaran. 5. Guru menyampaikan langkah-langkah pembelajaran dan teknis penilaian.	
Kegiatan Inti (100 menit)	<u>Pengumpulan Data dan Eksperimen</u> 1. Guru mengawasi jalannya eksperimen sederhana dan memastikan keselamatan kerja. 2. Guru memastikan setiap kelompok mencatat data pengamatan. 3. Guru mengarahkan peserta didik untuk menganalisis data dan menghubungkannya dengan konsep kesetimbangan kimia. ★ Analisis Data dan Pembahasan ➤ Setelah melakukan pengumpulan data, kemudian gunakan prinsip Le Chatelier untuk menjelaskan hasil percobaan! ➤ Jawablah Pertanyaan berikut! 1. Apa hubungan antara suhu dan pelepasan gas CO_2 dalam soda? Jawaban: 2. Mengapa soda yang dikocok mengeluarkan lebih banyak gas saat dibuka? Jawaban: 3. Bagaimana garam atau gula mempengaruhi pelepasan gas CO_2? Jawaban: 4. Guru secara bertahap mengurangi bantuan <i>scaffolding</i> agar siswa dapat menjadi lebih mandiri dalam belajar. Guru tetap memberikan arahan jika diperlukan.	- Peserta didik melakukan eksperimen sesuai rancangan, mencatat hasil pengamatan. - Peserta didik menganalisis data dan menghubungkannya dengan konsep kesetimbangan kimia.

	<u>Pengembangan Produk</u> 5. Guru mengarahkan siswa untuk menyusun poster ilmiah yang menjelaskan hasil eksperimen mereka dan memberikan soal perhitungan. 6. Guru memberikan contoh desain poster yang informatif dan menarik. 7. Siswa menggunakan perangkat lunak desain (Canva, <i>PowerPoint</i> atau Photoshop) serta menyempurnakan poster sesuai dengan masukan dari guru dan teman kelompoknya. Penerapan <i>Scaffolding</i> Adaptif - Siswa kesulitan membuat poster? Guru memberikan contoh poster ilmiah.	- Peserta didik menyusun poster ilmiah berdasarkan data eksperimen yang telah dikumpulkan. Siswa menggunakan perangkat lunak desain (Canva, <i>PowerPoint</i>, atau Photoshop). - Siswa mengedit dan menyempurnakan poster sesuai dengan masukan dari guru dan teman kelompoknya.
Penutup (10 menit)	1. Guru menanyakan kesimpulan dari materi yang sudah dijelaskan. 2. Guru merefleksi kegiatan pembelajaran yang telah dilaksanakan 3. Guru menginformasikan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan pada pertemuan berikutnya yaitu mengarahkan dalam pengembangan Produk. 4. Guru mengakhiri kegiatan belajar dengan berdoa serta salam penutup.	- Peserta didik menyampaikan kesimpulan pembelajaran pada pertemuan ini. - Peserta didik menjawab salam dari guru.

d. Pertemuan 4 (3 x 40 menit)

Langkah-langkah Kegiatan Pembelajaran		
Kegiatan	Kegiatan Guru	Kegiatan siswa
Pendahuluan (10 menit)	1. Guru membuka kelas dengan salam, doa, dan memeriksa kehadiran peserta didik. 2. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan cakupan materi yang akan dipelajari 3. Guru melakukan apersepsi dengan memberikan pertanyaan pemantik. • “Pernahkah kalian membuka botol minuman bersoda yang baru dibuka? Apa yang terjadi saat itu?” 4. Guru memberikan motivasi dan menanyakan kesiapan siswa sebelum memulai pembelajaran.	- Peserta didik menjawab salam dari guru. - Peserta didik menjawab pertanyaan pemantik dari guru.
Kegiatan Inti (100 menit)	<u>Presentasi dan Publikasi</u> 1. Guru menetapkan aturan presentasi dan memberikan arahan dalam pengisian rubrik penilaian poster. 2. Guru mengajukan pertanyaan untuk menguji pemahaman konsep siswa dan merefleksi pengalaman siswa. 3. Guru memberikan umpan balik dan diskusi terbuka tentang kelebihan dan kekurangan setiap poster.	– Peserta didik menyajikan poster ilmiah di depan kelas dan membuka sesi pertanyaan. – Peserta didik menjawab pertanyaan dari siswa dan guru.
	<u>Evaluasi dan Refleksi</u> 1. Guru mengajak siswa melakukan refleksi melalui pertanyaan tertulis di LKPD. 2. Guru meminta siswa memberikan umpan balik	4) Siswa menulis refleksi individu tentang pembelajaran yang dipetik dari proyek.

	tentang metode yang digunakan. 3. Guru menjelaskan hasil pembelajaran dan mengaitkannya dengan dunia nyata.	5) Siswa berdiskusi tentang tantangan dan solusi selama proyek. 6) Siswa menyampaikan kesimpulan terkait kesetimbangan kimia dalam minuman berkarbonasi dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.
Penutup (10 enit)	1. Guru menanyakan kesimpulan dari materi yang sudah dijelaskan. 2. Guru merefleksi kegiatan pembelajaran yang telah dilaksanakan 3. Guru menginformasikan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan pada pertemuan berikutnya. 4. Guru mengakhiri kegiatan belajar dengan berdoa serta salam penutup.	- Peserta didik menyampaikan kesimpulan pembelajaran pada pertemuan ini. - Peserta didik menjawab salam dari guru.

e. Pertemuan 5 (2 x 40 menit)

Langkah-langkah Kegiatan Pembelajaran	
Pendahuluan (10 menit)	1. Guru membuka kelas dengan salam, doa, dan memeriksa kehadiran peserta didik. 2. Guru memberikan motivasi dan menanyakan kesiapan Siswa sebelum memulai pembelajaran. 3. Guru menyampaikan kegiatan pembelajaran pada pertemuan hari ini.
Kegiatan Inti (60 menit)	Guru memberikan soal <i>post-test</i> sebelum memulai pembelajaran. 1. <i>Post-test</i> penguasaan konsep kesetimbangan kimia (30 menit) 2. <i>Post-test</i> keterampilan berpikir kritis kesetimbangan kimia (30 menit)
Penutup (10 menit)	1. Guru menginformasikan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan pada pertemuan berikutnya. 2. Guru mengakhiri kegiatan dengan berdoa dan salam penutup.

D. ASESMEN

No	Aspek	Teknik	Bentuk	Jenis Asesmen
1	Sikap	Observasi Angket	- Lembar Observasi - Lembar penilaian diri dan penilaian antar teman - Penilaian Kerjasama siswa	(<i>Assessment for dan as learning</i>)
2	Pengetahuan	Tes Tulis	- Tes pilihan ganda untuk <i>pre-test</i> dan <i>post-test</i>. - Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)	(<i>Assessment for learning</i>)
3	Keterampilan	Unjuk kerja	- Rubrik penilaian keterampilan (praktikum) - Penilaian presentasi (presentasi poster).	(<i>Assessment for dan as learning</i>)

E. Remedial

PROGRAM REMEDIAL DAN PENGAYAAN

Sekolah :

Mata Pelajaran :

Kelas / Semester : /

No	Nama Peserta Didik	Rencana Program		Tanggal Pelaksanaan	Hasil		Kesimpulan
		Remedial	Pengayaan		Sebelum	Sesudah	
1							
2							
Dst.							

Refleksi Guru dan Peserta Didik

Lembar Refleksi Guru

No	Aspek	Refleksi Guru	Jawaban
1	Kesiapan dan pelaksanaan pembelajaran	Apakah saya telah menyampaikan tujuan pembelajaran dengan jelas kepada siswa?	
2	Ketercapaian tujuan pembelajaran	Apakah siswa dapat menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi kesetimbangan dalam sistem minuman bersoda?	
3	Umpan balik	Apakah peserta didik telah mencapai penguasaan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai?	

Lembar Refleksi Peserta Didik

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

I. LAMPIRAN

A. Rubik Penilaian

1. Penilaian Sikap

Profil pelajar Pancasila yang tertanam meliputi 3 dimensi yaitu mandiri, gotong royong, bernalar kritis. Berikut disajikan rubrik dan lembar observasi penilaian sikap.

a) Rubrik Penilaian Sikap

Aspek Yang Dinilai	Sub Indikator Aspek	Kriteria Penilaian
Beriman, bertaqwa kepada Tuhan YME dan berakhlak mulia	1. Berdoa sebelum dan sesudah melaksanakan pembelajaran secara khushyuk 2. Memberi salam sebelum dan sesudah pembelajaran 3. Menunjukkan perilaku yang baik 4. Tidak berkata kasar kepada sesama umat ciptaan Tuhan	4 = Jika 4 point dilakukan 3 = Jika 3 point dilakukan 2 = Jika 2 point dilakukan 1 = Jika 1 point dilakukan 0 = Jika tidak melakukan 4 point
Gotong royong	1. Terlibat aktif dalam diskusi dan kerja kelompok 2. Saling membantu dalam mengerjakan tugas kelompok 3. Memiliki tujuan yang sama dalam satu kelompoknya 4. Saling ketergantungan positif	4 = Jika 4 point dilakukan 3 = Jika 3 point dilakukan 2 = Jika 2 point dilakukan 1 = Jika 1 point dilakukan 0 = Jika tidak melakukan 4 point
Bernalar kritis	1. Mengajukan pertanyaan 2. Mengidentifikasi, mengklarifikasi dan mengolah informasi dan gagasan 3. Menganalisis dan mengevaluasi pelajaran dan prosesnya 4. Berusaha mengetahui informasi dengan baik	4 = jika 4 point dilakukan 3 = Jika 3 point dilakukan 2 = Jika 2 point dilakukan 0 = Jika tidak melakukan 4 point

Petunjuk Penskoran:

- 4 = sangat berkembang
- 3 = berkembang sesuai harapan
- 2 = sedang berkembang
- 1 = mulai berkembang
- 0 = tidak berkembang

Petunjuk Penilaian:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100$$

b) Lembar Observasi Sikap

Guru melakukan observasi kepada murid dengan cara memberikan tanda centang (✓) sesuai keadaan yang ditunjukkan oleh murid.

Kategori:

- 4 = sangat berkembang
- 3 = berkembang sesuai harapan
- 2 = sedang berkembang
- 1 = mulai berkembang
- 0 = tidak berkembang

No.	Nama	Dimensi Sikap														
		Beriman, Bertaqwa, Berakhlak Mulia					Gotong Royong					Bernalar Kritis				
		0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
1																
2																
Dst.																

2. Penilaian Pengetahuan

a) Instrument Penilaian Sikap

Teknik	Bentuk instrumen	Tujuan
Penugasan pada LKPD	Tugas yang dilakukan secara kelompok	Memfasilitasi penguasaan pengetahuan (diberikan selama proses pembelajaran /assesmen for learning)
Kuis/Asesmen Formatif	Tugas yang dilakukan secara individu	Memfasilitasi penguasaan pengetahuan (pertanyaan yang diberikan selama proses pembelajaran /assesmen for learning)

b) **Rubrik Penilaian Pengetahuan**

➤ **Rubrik Penilaian Antar Kelompok**

Aspek	Indikator	Skor Maksimal
Pemahaman Konsep (Science)	Siswa mampu menjelaskan konsep kesetimbangan kimia dengan benar, menghubungkannya dengan fenomena nyata, serta menerapkan prinsip ilmiah dalam proyek.	20
Penerapan Teknologi (Technology)	Siswa mampu menggunakan teknologi atau alat bantu digital (misalnya, Canva, Adobe Photoshop, software simulasi) untuk meningkatkan kualitas proyek.	15
Proses Rekayasa (Engineering)	Siswa menerapkan proses perancangan (identifikasi masalah, perencanaan, pembuatan, dan evaluasi) dalam mengembangkan proyek dengan pendekatan sistematis.	15
Kreativitas dan Desain (Art)	Proyek memiliki tampilan yang menarik, estetik, serta inovatif dalam menyampaikan konsep kesetimbangan kimia.	15
Perhitungan dan Analisis (Mathematics)	Siswa mampu menggunakan perhitungan matematis yang tepat dalam menganalisis data eksperimen atau simulasi yang berkaitan dengan kesetimbangan kimia.	15
Kolaborasi dan Partisipasi	Siswa aktif dalam diskusi kelompok, membagi tugas dengan baik, dan bekerja sama dalam menyelesaikan proyek secara efektif.	10
Presentasi & Argumentasi Ilmiah	Siswa mampu menyampaikan hasil proyek dengan jelas, menggunakan bahasa yang komunikatif, serta memberikan argumentasi yang didukung oleh data dan konsep ilmiah.	10
Total Skor		100

➤ **Rubrik Penilaian Formatif**

Skor	Keterangan
1	Jika siswa menjawab seluruh jawaban dengan benar
0	Jika siswa menjawab namun salah

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 10$$

3. Penilaian Unjuk Kerja

No.	Aspek	Sedang Berkembang	Sesuai Ekspektasi	Melebihi Ekspektasi
	Obsevasi			
1.	Mengikuti langkah-langkah observasi	Mengikuti langkah-langkah observasi dengan kurang sistematis.	Mengikuti langkah-langkah observasi dengan sistematis.	Mengikuti langkah-langkah observasi dengan sistematis dan tepat.
2.	Melakukan pengumpulan data	Data dikumpulkan tidak sesuai dengan petunjuk pada LKPD/ Aktivitas yang diberikan.	Data dikumpulkan sesuai dengan petunjuk pada LKPD/ Aktivitas yang diberikan.	Data dikumpulkan kurang sesuai dengan petunjuk pada LKPD/ Aktivitas yang diberikan.
3.	Melakukan analisis data	Analisis data dilakukan dengan konsep yang salah dan hasilnya tidak tepat.	Analisis data dilakukan dengan konsep yang benar dan hasilnya tepat.	Analisis data dilakukan dengan konsep yang benar dan hasilnya kurang tepat.
7.	Menarik kesimpulan	Kesimpulan yang ditulis tidak sesuai dengan petunjuk LKPD.	Kesimpulan yang ditulis sesuai dengan petunjuk LKPD.	Kesimpulan yang ditulis kurang sesuai dengan petunjuk LKPD.
Presentasi				
8.	Gaya komunikasi	Bahasa yang digunakan kaku/tidak mudah dimengerti	Bahasa yang digunakan luwes, formal, dan mudah dicerna oleh siswa lainnya dengan bahasa tubuh yang mendukung.	Bahasa yang digunakan bertele-tele, tidak baku dan kurang dimengerti oleh siswa lainnya.
9.	Kelengkapan informasi yang diberikan	Informasi yang disampaikan belum menjawab semua pertanyaan dengan lengkap (belum sesuai dengan tujuan pembelajaran secara utuh).	Informasi yang disampaikan sudah menjawab semua pertanyaan dengan lengkap (sesuai dengan tujuan pembelajaran secara utuh).	Informasi yang disampaikan sudah menjawab semua pertanyaan dengan lengkap (sesuai dengan tujuan pembelajaran secara utuh) serta terdapat informasi tambahan lainnya

No.	Aspek	Sedang Berkembang	Sesuai Ekspektasi	Melebihi Ekspektasi
	Obsevasi			
				yang bermanfaat dari sumber yang kredibel.

B. Lembar Kerja Peserta Didik: *terlampir*

C. Bahan Bacaan Guru dan Peserta Didik: *terlampir*

D. Glosarium:

- 1) **Kesetimbangan Kimia:** Keadaan di mana laju reaksi ke depan dan laju reaksi ke belakang sama, sehingga tidak ada perubahan konsentrasi zat-zat yang bereaksi.
- 2) **Konstanta Kesetimbangan (Kc):** Nilai yang menunjukkan perbandingan konsentrasi produk dan reaktan dalam suatu reaksi kesetimbangan pada suhu tertentu.
- 3) **Laju Reaksi:** perubahan konsentrasi reaktan atau produk per satuan waktu dalam suatu reaksi kimia.
- 4) **Konsentrasi:** Jumlah zat yang terkandung dalam suatu volume tertentu.
- 5) **Reaksi Ke Depan:** Reaksi kimia yang berlangsung dari reaktan ke produk.
- 6) **Reaksi Ke Belakang:** Reaksi kimia yang berlangsung dari produk ke reaktan.
- 7) **Kesetimbangan Dinamis:** Kesetimbangan dinamis terjadi ketika laju reaksi maju sama dengan laju reaksi balik dalam suatu sistem tertutup.
- 8) **Kesetimbangan Statik:** keadaan di mana tidak ada perubahan dalam sistem karena tidak terjadi reaksi atau pergerakan partikel lebih lanjut.
- 9) **Reaktan:** Zat yang bereaksi dalam suatu reaksi kimia.
- 10) **Produk:** Zat yang dihasilkan dalam suatu reaksi kimia.

Simbol-Simbol

1. $\rightleftharpoons$: Simbol kesetimbangan kimia.
2. Kc: Simbol konstanta kesetimbangan.
3. []: Simbol konsentrasi

E. Daftar Pustaka:

Atkins, P. W., & De Paula, J. (2010). *Kimia Fisik Edisi ke-9*. Jakarta: Erlangga.

Brown, T. E., LeMay, H. E., Bursten, B. E., & Murphy, C. J. (2012). *Kimia Edisi ke-12*. Jakarta: Erlangga.

Kemendikbud. (2017). *Kimia Kelas XI*. Jakarta: Kemendikbud.

Kemendikbud. (2017). *Kimia Kelas XI (Buku Guru)*. Jakarta: Kemendikbud.

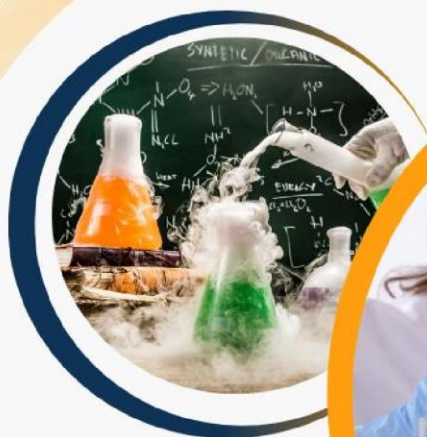


Merdeka
Mengajar

MODUL AJAR

Kesetimbangan Kimia

(Model Pembelajaran PjBL Berbasis STEAM
Berbantuan *Scaffolding* Adaptif)



Disusun Oleh:

Yesi Aprilita Br Barus

Lembar Kerja Peserta Didik

Keseimbangan Kimia

❖ Identifikasi Kelompok

Ketua Kelompok:

Anggota:

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

❖ Tujuan Pembelajaran

1. Menjelaskan konsep keseimbangan kimia pada minuman berkarbonasi.
2. Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran keseimbangan dalam sistem minuman berkarbonasi.
3. Mendesain dan membuat poster ilmiah yang mengilustrasikan konsep keseimbangan kimia dalam minuman berkarbonasi.
4. Menggunakan teknologi dalam pembuatan produk berbasis STEAM.

❖ Model Pembelajaran

LKPD ini menggunakan model pembelajaran *Projec Based Learning* (PjBL) Berbasis STEAM Berbantuan *Scaffolding* Adaptif.

❖ Petunjuk Praktikum

1. Bacalah setiap langkah kegiatan dengan seksama.
2. Kerjakan secara berkelompok dan ikuti instruksi yang diberikan.
3. Lakukan eksperimen sesuai dengan prosedur yang telah dirancang.
4. Catat hasil pengamatan dengan sistematis.
5. Buatlah produk dalam bentuk poster ilmiah sesuai dengan hasil eksperimen.
6. Presentasikan hasil proyek kepada teman-teman di kelas.

❖ Kegiatan Pembelajaran

Identifikasi Masalah

Saat tutup botol soda dibuka, muncul gelembung gas yang keluar dari botol. Fenomena ini terjadi karena adanya perubahan tekanan dan kesetimbangan kimia dalam botol. Namun, apa yang menyebabkan gelembung gas ini muncul? Faktor apa saja yang mempengaruhi jumlah gas yang keluar? Bagaimana proses ini berkaitan dengan kesetimbangan kimia?



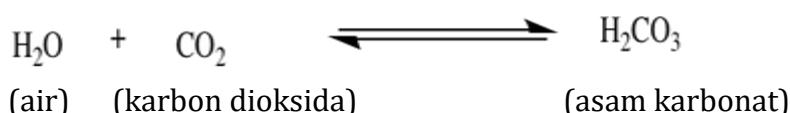
Buatlah hipotesis atau pernyataan sementara sesuai dengan rumusan masalah tersebut!

1.
.....
2.
.....
3.
.....

Pengumpulan Informasi dan Penyusunan Proyek

A. Pengumpulan Informasi

Kesetimbangan kimia memiliki hubungan yang sangat erat dengan minuman berkarbonasi. Reaksi Pembentukan Asam Karbonat:



Kesetimbangan Kimia:

Reaksi pembentukan asam karbonat di atas merupakan contoh kesetimbangan kimia. Pada kesetimbangan, laju reaksi ke depan (pembentukan asam karbonat) sama dengan laju reaksi ke belakang (penguraian asam karbonat). Kesetimbangan kimia dalam minuman berkarbonasi sangat dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti suhu, tekanan, dan zat terlarut. Fenomena ini menunjukkan bagaimana prinsip Le Chatelier bekerja dalam kehidupan sehari-hari, terutama dalam menjaga karbonasi soda.

1. **Pengaruh Tekanan**

Minuman bersoda dikemas di bawah tekanan tinggi agar karbon dioksida (CO_2) tetap larut dalam air. Saat kemasan dibuka, tekanan berkurang, menyebabkan CO_2 keluar dari larutan dan membentuk gelembung gas. Inilah yang membuat minuman bersoda berbuih dan berkurang karbonasinya seiring waktu.

2. Pengaruh Suhu

Pada suhu rendah, kelarutan CO₂ dalam air meningkat, sehingga minuman bersoda tetap berkarbonasi lebih lama. Sebaliknya, suhu tinggi menyebabkan CO₂ lebih cepat menguap, membuat minuman lebih cepat kehilangan kesegarannya.

3. Pengaruh penambahan zat terlarut

Zat terlarut seperti gula dan garam dapat mempercepat pelepasan CO₂ dari minuman bersoda. Gula meningkatkan viskositas cairan, menghambat pergerakan gas dalam larutan tetapi tetap mempengaruhi pelepasan gas. Garam memiliki efek *salting-out*, yang mengurangi kelarutan CO₂ dan membuat gas lebih cepat keluar dari larutan. Akibatnya, minuman menjadi kurang berkarbonasi lebih cepat setelah ditambahkan zat terlarut.

Untuk lebih jelas mari simak Video berikut!

<https://youtu.be/H3VPTVQ6DL0>

B. Penyusunan Proyek

Untuk menjawab pertanyaan identifikasi masalah, ayo kerjakan proyek berikut!

Menentukan Variabel Uji Eksperimen

Tentukan variabel yang akan diuji dalam eksperimen, seperti:

1. Pengaruh Suhu (membandingkan gas CO₂ pada soda Dingin dan Panas)
2. Pengaruh Tekanan (membandingkan gas CO₂ soda dikocok dan tidak dikocok)
3. Penambahan zat lain (membandingkan gas CO₂ bila ditambahkan gula atau garam)

Membuat Rancangan Eksperimen

B. Menentukan Alat dan Bahan

Alat :

Bahan :

C. Menentukan Langkah Kerja

Susunlah langkah kerja dari variabel eksperimen yang kalian tentukan!

1. Pengaruh Suhu

2. Pengaruh Tekanan

3. Pengaruh Penambahan Zat Lain

Pengumpulan Data dan Eksperimen

Eksperimen

Lakukan percobaan sesuai rancangan yang telah dibuat pada langkah kerja tersebut, kemudian catat hasil eksperimen pada tabel berikut!

Data Hasil Penelitian

Setelah melakukan penelitian, lengkapi tabel data hasil penelitian berikut!

Faktor Uji	Hasil Pengamatan	Kesimpulan
Faktor Suhu		
➤ Panas		
➤ Dingin		
Faktor Tekanan		
➤ Dikocok		
➤ Tidak Dikocok		
Faktor Penambahan Zat Lain		
➤ Gula		
➤ Garam		

Analisis Data dan Pembahasan

➤ Setelah melakukan pengumpulan data, kemudian gunakan prinsip *Le Chatelier* untuk menjelaskan hasil percobaan!

➤ Jawablah Pertanyaan berikut!

1. Apa hubungan antara suhu dan pelepasan gas CO₂ dalam soda?

Jawaban:

2. Mengapa soda yang dikocok mengeluarkan lebih banyak gas saat dibuka?

Jawaban:

3. Bagaimana garam atau gula mempengaruhi pelepasan gas CO_2 ?

Jawaban:

4. Tulis persamaan kesetimbangan CO_2 dalam soda dan jelaskan pergeserannya!

Jawaban:

5. Sebuah botol soda berkarbonasi memiliki tekanan parsial CO_2 sebesar 3,5 atm pada suhu 25°C . Jika tetapan kesetimbangan (K_c) untuk reaksi pembentukan asam karbonat (H_2CO_3) dari CO_2 dan H_2O adalah $4,3 \times 10^{-7}$, maka hitunglah konsentrasi CO_2 dalam larutan soda tersebut!

Jawaban:

Pengembangan Produk

Pengembangan Produk (Poster Ilmiah)

Berdasarkan hasil eksperimen, buat poster ilmiah yang berisi:

1. Judul: Kesetimbangan CO_2 dalam Minuman Berkarbonasi
2. Pendahuluan: Jelaskan fenomena yang diamati.
3. Metode Eksperimen: Uraikan prosedur dan variabel yang diuji.
4. Hasil dan Analisis: Sajikan data dalam bentuk tabel/grafik.
5. Perhitungan dari kesetimbangan kimia.
6. Kesimpulan: Hubungkan hasil dengan prinsip kesetimbangan kimia..

Syarat Pembuatan Poster Ilmiah

1. Kembangkan visual poster dengan menambahkan gambar, grafik, atau ilustrasi yang relevan dengan tema.
2. Pastikan visual poster menarik, jelas, dan sesuai dengan konten.
3. Gunakan aplikasi desain digital seperti *Adobe Photoshop* atau Canva untuk membuat visual yang lebih menarik.
4. Poster ilmiah (dicetak) sebagai pendamping yang menjelaskan konsep dan hasil riset kelompok.

Presentasi dan Refleksi

Presentasi

Presentasikan hasil eksperimen dan poster di depan kelas serta diskusikan penerapan konsep ini dalam industri minuman berkarbonasi!

Refleksi

Jawablah pertanyaan refleksi berikut:

1. Apa yang sudah kamu dipahami dari eksperimen ini?

Jawab:

.....

.....

.....

.....

2. Apa keterkaitan eksperimen dengan kesetimbangan kimia?

Jawab:

.....

.....

.....

.....

3. Bagaimana konsep ini diterapkan dalam industri?

Jawab:

.....

.....

.....

.....

4. Apa tantangan yang dihadapi saat membuat poster?

Jawab:

.....

.....

.....

.....

Rubrik Penilaian Proyek

Aspek	Indikator	Skor Maksimal
Pemahaman Konsep (Science)	Siswa mampu menjelaskan konsep kesetimbangan kimia dengan benar, menghubungkannya dengan fenomena nyata, serta menerapkan prinsip ilmiah dalam proyek.	20
Penerapan Teknologi (Technology)	Siswa mampu menggunakan teknologi atau alat bantu digital (misalnya, Canva, Adobe Photoshop, software simulasi) untuk meningkatkan kualitas proyek.	15
Proses Rekayasa (Engineering)	Siswa menerapkan proses perancangan (identifikasi masalah, perencanaan, pembuatan, dan evaluasi) dalam mengembangkan proyek dengan pendekatan sistematis.	15
Kreativitas dan Desain (Art)	Proyek memiliki tampilan yang menarik, estetik, serta inovatif dalam menyampaikan konsep kesetimbangan kimia.	15
Perhitungan dan Analisis (Mathematics)	Siswa mampu menggunakan perhitungan matematis yang tepat dalam menganalisis data eksperimen atau simulasi yang berkaitan dengan kesetimbangan kimia.	15
Kolaborasi dan Partisipasi	Siswa aktif dalam diskusi kelompok, membagi tugas dengan baik, dan bekerja sama dalam menyelesaikan proyek secara efektif.	10
Presentasi & Argumentasi Ilmiah	Siswa mampu menyampaikan hasil proyek dengan jelas, menggunakan bahasa yang komunikatif, serta memberikan argumentasi yang didukung oleh data dan konsep ilmiah.	10
Total Skor		100

Penilaian Antar Kelompok

Kelompok	Science (S)	Technology (T)	Engineering (E)	Art (A)	Mathematics (M)	Kolaborasi & Partisipasi	Presentasi & Argumentasi	Skor Total
1								
2								
3								
4								
5								
6								

Modul Ajar Kelas Kontrol

1. INFORMASI UMUM

Identitas Modul Ajar	
Sekolah	: SMA Negeri 2 Singaraja
Nama Penyusun	: Yesi Aprilita Br Barus
Mata Pelajaran	: Kimia
Materi Pokok	: Keseimbangan Kimia
Tahun Ajaran	: 2024/2025
Semester	: 2
Jenjang	: Sekolah Menengah Atas
Kelas/Fase	: Kls XI/F
Alokasi Waktu	: 2 x 40 menit (2JP) & 3 x 40 menit (3JP)
Jumlah Pertemuan	: 5 x Pertemuan
Moda	: Tatap Muka
Model Pembelajaran	: <i>Project Based Learning</i> (PjBL)

Profil Pelajar Pancasila	
Beriman, Bertakwa kepada Tuhan YME, dan Berakhlak Mulia	: Peserta didik menyadari bahwa keteraturan dalam reaksi kimia merupakan bagian dari ciptaan Tuhan yang penuh keseimbangan. Mereka juga menunjukkan sikap jujur, tanggung jawab, dan menghargai etika saat melakukan percobaan maupun bekerja dalam proyek.
Bergotong Royong	: Melalui pembelajaran berbasis proyek, peserta didik dilatih untuk bekerja dalam tim, berbagi peran, membantu teman yang kesulitan, dan mencapai tujuan bersama.
Mandiri	: Peserta didik memiliki kesadaran untuk mengelola waktu, menyelesaikan tugas tanpa bergantung pada orang lain, serta mampu mengembangkan solusi sendiri terhadap masalah dalam proyek keseimbangan kimia.
Bernalar Kritis	: Peserta didik dilatih untuk menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi keseimbangan kimia, merancang eksperimen, menginterpretasikan data, dan membuat kesimpulan berdasarkan bukti ilmiah. Pembelajaran ini menumbuhkan kemampuan berpikir logis dan reflektif.

Kreatif : Peserta didik didorong untuk menciptakan solusi atau produk inovatif yaitu poster, video eksperimen, atau simulasi interaktif yang menjelaskan konsep kesetimbangan kimia secara menarik dan relevan.

Capaian Pembelajaran

Peserta didik mampu menjelaskan kesetimbangan kimia berdasarkan hukum aksi massa, menentukan tetapan kesetimbangan, serta menganalisis pengaruh berbagai faktor terhadap pergeseran kesetimbangan untuk memahami dan memecahkan masalah dalam konteks kehidupan sehari-hari dan industri.

(Fase F)

Keterampilan Proses

- 17) Mengamati
Mengamati jumlah gelembung yang muncul saat suhu dinaikkan/didihkan atau saat botol dibuka.
- 18) Mengidentifikasi variabel
Menentukan variabel bebas (suhu, zat tambahan, tekanan), variabel terikat (jumlah CO_2 terlepas), dan variabel kontrol (volume minuman, waktu, jenis wadah).
- 19) Merumuskan hipotesis
Contoh: "Jika suhu dinaikkan, maka gas CO_2 akan lebih cepat keluar dari larutan karena kesetimbangan bergeser ke kanan."
- 20) Merancang percobaan
Merancang langkah kerja dengan beberapa perlakuan: suhu dingin, suhu ruang, suhu hangat; menambahkan garam/gula; mengocok botol dan membuka tutupnya.
- 21) Melakukan percobaan
Melaksanakan pengujian terhadap masing-masing perlakuan dan mencatat hasil pengamatan secara sistematis.
- 22) Mencatat dan menafsirkan data
Menyusun tabel hasil percobaan, membandingkan jumlah gelembung yang muncul atau waktu yang dibutuhkan untuk gelembung keluar.
- 23) Menarik kesimpulan
Menyimpulkan bahwa peningkatan suhu dan penurunan tekanan menyebabkan pelepasan gas CO_2 lebih cepat (pergeseran kesetimbangan ke kanan).
- 24) Mengkomunikasikan hasil

Membuat laporan praktikum atau presentasi/poster mengenai pengaruh suhu, tekanan, dan penambahan zat terhadap sistem kesetimbangan CO₂ dalam minuman.

Analisis Capaian Pembelajaran untuk Tujuan Pembelajaran (TP) pada Alur Tujuan Pembelajaran (ATP)				
Kompetensi	Konten	Variasi	Tujuan Pembelajaran	
Pertemuan II				
- Memahami - Menjelaskan	- Reaksi reversibel dan ireversibel - Ciri-ciri sistem setimbang - Kesetimbangan homogen dan heterogen - Kesetimbangan statik dan dinamik	- Eksplorasi video - Diskusi kelompok tentang jenis kesetimbangan - Membagikan LKPD	4. Peserta didik mampu menjelaskan reaksi kesetimbangan dan keadaan setimbang	5. Peserta didik mampu membedakan kesetimbangan homogen dan heterogen
			6. Peserta didik mampu membedakan kesetimbangan statik dan dinamik	
Pertemuan III				
- Menghitung - Menerapkan	- Rumus dan cara menghitung Kc dan Kp - Hubungan antara Kc dan Kp	- Latihan soal hitung Kc dan Kp dengan data reaksi - Praktikum Kesetimbangan CO₂ dalam Minuman	4. Peserta didik mampu menentukan harga tetapan kesetimbangan	5. Peserta didik mampu menggunakan tetapan kesetimbangan dalam perhitungan
			6. Peserta didik mampu menjelaskan hubungan antara tetapan Kp dan Kc	

Berkarbo nasi				
Pertemuan IV				
• Menganalisis	• Prinsip Le Chatelier	• Presentasi kelompok hasil praktikum	3. Peserta didik mampu menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran kesetimbangan berdasarkan prinsip Le Chatelier	
	• Pengaruh suhu, tekanan, konsentrasi, dan katalis		4. Peserta didik mampu menjelaskan penerapan kesetimbangan kimia dalam kehidupan sehari-hari dan industri	

2. KOMPONEN INTI

Pertanyaan Pemantik	
Pertemuan II	5. Pernahkah kalian membuka botol minuman bersoda yang baru dibuka? Apa yang terjadi saat itu? 6. Bagaimana perbedaan rasa dan sensasi minuman bersoda saat pertama kali dibuka dibandingkan setelah beberapa waktu dibiarkan terbuka?
Pertemuan III	3) Menurut kalian, mengapa minuman bersoda bisa kehilangan rasa segarnya setelah dibiarkan terbuka? 4) Apa yang mempengaruhi gas CO_2 keluar dari minuman bersoda
Pertemuan IV	2) Apakah kita bisa mengontrol agar minuman bersoda tetap segar lebih lama?

Sarana Prasarana	
Media	Laptop, HP, Proyektor, Buku, Video YT, PPT, WAG, Google Formulir
Alat	Alat Tulis, Papan Tulis, Lembar Penilaian, LKPD, perlengkapan Praktikum
Sum ber Bela jar	7. E-book materi Keseimbangan kimia >>Klik<< https://repositori.kemdikbud.go.id/22153/1/XI_Kimia_KD-3.8_Final.pdf 8. <i>Power point</i> (PPT) https://drive.google.com/file/d/1Eb72O8vN8nx3ZkTbbE9G92YkkEWaCjLD/view?usp=sharing 9. <i>Youtube</i> d. https://youtu.be/x5QOcinlhu8?si=WX42haKYCQ_6-qR e. https://youtu.be/H3VPTVQ6DL0 f. https://youtu.be/3jaTTxZLwzo?si=wjR-RBzQKLR-Jaie 10. <i>Website</i> - https://www.quipper.com/id/blog/mapel/kimia/keseimbangan-kimia/ - https://www.ruangguru.com/blog/keseimbangan-kimia-jenis-jenis-reaksi-dan-tetapan 11. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) (Terlampir) 12. Bahan Bacaan (Terlampir)

3. KEGIATAN INTI

a) Pertemuan 1 (2 x 40 menit)

Langkah-langkah Kegiatan Pembelajaran	
Pendahuluan (10 menit)	4. Guru membuka kelas dengan salam, doa, dan memeriksa kehadiran Siswa. 5. Guru memberikan motivasi dan menanyakan kesiapan Siswa sebelum memulai pembelajaran. 6. Guru menyampaikan kegiatan pembelajaran pada pertemuan hari ini.
Kegiatan Inti (60 menit)	Guru memberikan soal <i>pre-test</i> sebelum memulai pembelajaran. 3. <i>Pre-test</i> penguasaan konsep keseimbangan kimia (30 menit)

	4. <i>Pre-test</i> keterampilan berpikir kritis kesetimbangan kimia (30 menit)
Penutup (10 menit)	3. Guru menginformasikan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan pada pertemuan berikutnya. 4. Guru mengakhiri kegiatan dengan berdoa dan salam penutup.

b) Pertemuan 2 (3 x 40 menit)

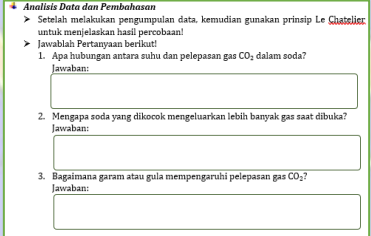
Langkah-langkah Kegiatan Pembelajaran		
Kegiatan	Kegiatan Guru	Kegiatan siswa
Pendahuluan (10 menit)	1. Guru membuka kelas dengan salam, doa, dan memeriksa kehadiran peserta didik. 2. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan cakupan materi yang akan dipelajari 3. Guru melakukan apersepsi dengan memberikan pertanyaan pemantik. • “Pernahkah kalian membuka botol minuman bersoda yang baru dibuka? Apa yang terjadi saat itu?” • “Bagaimana perbedaan rasa dan sensasi minuman bersoda saat pertama kali dibuka dibandingkan setelah beberapa waktu dibiarkan terbuka?” 4. Guru memberikan motivasi dan menanyakan kesiapan siswa sebelum memulai pembelajaran.	- Peserta didik menjawab salam dari guru. - Peserta didik menjawab pertanyaan pemantik dari guru.
Kegiatan Inti (100 menit)	Identifikasi Masalah 1. Guru menampilkan fenomena kesetimbangan yang relevan dengan kehidupan sehari-hari	– Peserta didik mengamati dan membandingkan

	(video dan skenario minuman bersoda dingin, hangat, dan yang sudah dikocok). 2. Guru membagi peserta didik ke dalam kelompok kecil yang berisikan 5-6 orang dalam kelompok untuk mengerjakan LKPD. 3. Guru memberikan arahan untuk setiap kelompok mengerjakan LKPD. 4. Guru mengarahkan siswa untuk mendiskusikan kemungkinan penyebabnya.	minuman berkarbonasi (dalam kondisi dingin, hangat, dan yang telah dikocok). – Peserta didik berdiskusi dalam kelompok kecil untuk mengidentifikasi fenomena kesetimbangan gas dalam minuman berkarbonasi. – Peserta didik menuliskan hipotesis awal tentang faktor-faktor yang mempengaruhi pelepasan gas CO_2 dalam minuman bersoda.
	<u>Perencanaan Proyek</u> 5. Guru membimbing siswa dalam merancang eksperimen sederhana untuk menguji faktor yang mempengaruhi kesetimbangan pelepasan CO_2 dalam minuman bersoda. 6. Guru memberikan contoh metode eksperimen sederhana untuk memandu perancangan proyek. 7. Guru menjelaskan materi dan menayangkan video praktikum.	1. Siswa menentukan variabel eksperimen (misalnya: suhu, tekanan, dan zat tambahan gula atau garam). 2. Siswa membuat rancangan eksperimen dan berdiskusi tentang alat dan bahan yang diperlukan. 3. Siswa menonton video pembelajaran. 4. Siswa mendesain eksperimen berdasarkan faktor yang diuji mulai dari alat dan bahan

		hingga langkah kerja.
Penutup (10 menit)	1. Guru menanyakan kesimpulan dari materi yang sudah dijelaskan. 2. Guru merefleksi kegiatan pembelajaran yang telah dilaksanakan 3. Guru menginformasikan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan pada pertemuan berikutnya yaitu mengarahkan dalam pengembangan Produk. 4. Guru mengakhiri kegiatan belajar dengan berdoa serta salam penutup.	- Peserta didik menyampaikan kesimpulan pembelajaran pada pertemuan ini. - Peserta didik menjawab salam dari guru.

c) Pertemuan 3 (2 x 40 menit)

Langkah-langkah Kegiatan Pembelajaran		
Kegiatan	Kegiatan Guru	Kegiatan siswa
Pendahuluan (11 menit)	1. Guru membuka kelas dengan salam, doa, dan memeriksa kehadiran peserta didik. 2. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan cakupan materi yang akan dipelajari 3. Guru melakukan apersepsi dengan memberikan pertanyaan pemantik. • “Menurut kalian, mengapa minuman bersoda bisa kehilangan rasa segarnya setelah dibiarkan terbuka?”	- Peserta didik menjawab salam dari guru. - Peserta didik menjawab pertanyaan pemantik dari guru.

	• “Apa yang mempengaruhi gas CO_2 keluar dari minuman bersoda?” 4. Guru memberikan motivasi dan menanyakan kesiapan siswa sebelum memulai pembelajaran. 5. Guru menyampaikan langkah-langkah pembelajaran dan teknis penilaian.	
Kegiatan Inti (100 menit)	<u>Pengumpulan Data dan Eksperimen</u> 1. Guru mengawasi jalannya eksperimen sederhana dan memastikan keselamatan kerja. 2. Guru memastikan setiap kelompok mencatat data pengamatan. 3. Guru mengarahkan peserta didik untuk menganalisis data dan menghubungkannya dengan konsep kesetimbangan kimia. 	- Peserta didik melakukan eksperimen sesuai rancangan, mencatat hasil pengamatan. - Peserta didik menganalisis data dan menghubungkannya dengan konsep kesetimbangan kimia.
	<u>Pengembangan Produk</u> 4. Guru mengarahkan siswa untuk menyusun poster ilmiah yang menjelaskan hasil eksperimen mereka dan memberikan soal perhitungan. 5. Guru memberikan contoh desain poster yang informatif dan menarik. 6. Siswa menggunakan perangkat lunak desain (Canva, PowerPoint atau Photoshop) serta menyempurnakan poster	– Peserta didik menyusun poster ilmiah berdasarkan data eksperimen yang telah dikumpulkan. Siswa menggunakan perangkat lunak desain (Canva, PowerPoint, atau Photoshop). – Siswa mengedit dan menyempurnakan

	sesuai dengan masukan dari guru dan teman kelompoknya.	poster sesuai dengan masukan dari guru dan teman kelompoknya.
Penutup (11 menit)	1. Guru menanyakan kesimpulan dari materi yang sudah dijelaskan. 2. Guru merefleksi kegiatan pembelajaran yang telah dilaksanakan 3. Guru menginformasikan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan pada pertemuan berikutnya yaitu mengarahkan dalam pengembangan Produk. 4. Guru mengakhiri kegiatan belajar dengan berdoa serta salam penutup.	- Peserta didik menyampaikan kesimpulan pembelajaran pada pertemuan ini. - Peserta didik menjawab salam dari guru.

d) Pertemuan 4 (3 x 40 menit)

Langkah-langkah Kegiatan Pembelajaran		
Kegiatan	Kegiatan Guru	Kegiatan siswa
Pendahuluan (11 enit)	1. Guru membuka kelas dengan salam, doa, dan memeriksa kehadiran peserta didik. 2. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran dan cakupan materi yang akan dipelajari 3. Guru melakukan apersepsi dengan memberikan pertanyaan pemantik. • “Pernahkah kalian membuka botol minuman bersoda yang baru dibuka? Apa yang terjadi saat itu?” 4. Guru memberikan motivasi dan menanyakan kesiapan siswa	- Peserta didik menjawab salam dari guru. - Peserta didik menjawab pertanyaan pemantik dari guru.

	sebelum memulai pembelajaran.	
Kegiatan Inti (100 menit)	<u>Presentasi dan Publikasi</u> - Guru menetapkan aturan presentasi dan memberikan arahan dalam pengisian rubrik penilaian poster. - Guru mengajukan pertanyaan untuk menguji pemahaman konsep siswa dan merefleksi pengalaman siswa. - Guru memberikan umpan balik dan diskusi terbuka tentang kelebihan dan kekurangan setiap poster.	- Peserta didik menyajikan poster ilmiah di depan kelas dan membuka sesi pertanyaan. - Peserta didik menjawab pertanyaan dari siswa dan guru.
	<u>Evaluasi dan Refleksi</u> - Guru mengajak siswa melakukan refleksi melalui pertanyaan tertulis di LKPD. - Guru meminta siswa memberikan umpan balik tentang metode yang digunakan. - Guru menjelaskan hasil pembelajaran dan mengaitkannya dengan dunia nyata.	- Siswa menulis refleksi individu tentang pembelajaran yang dipetik dari proyek. - Siswa berdiskusi tentang tantangan dan solusi selama proyek. - Siswa menyampaikan kesimpulan terkait kesetimbangan kimia dalam minuman berkarbonasi dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.
Penutup (11 menit)	- Guru menanyakan kesimpulan dari materi yang sudah dijelaskan. - Guru merefleksi kegiatan pembelajaran yang telah dilaksanakan	- Peserta didik menyampaikan kesimpulan pembelajaran pada pertemuan ini.

	3. Guru menginformasikan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan pada pertemuan berikutnya. 4. Guru mengakhiri kegiatan belajar dengan berdoa serta salam penutup.	- Peserta didik menjawab salam dari guru.
--	---	---

e) Pertemuan 5 (2 x 40 menit)

Langkah-langkah Kegiatan Pembelajaran	
Pendahuluan (10 menit)	1. Guru membuka kelas dengan salam, doa, dan memeriksa kehadiran peserta didik. 2. Guru memberikan motivasi dan menanyakan kesiapan Siswa sebelum memulai pembelajaran. 3. Guru menyampaikan kegiatan pembelajaran pada pertemuan hari ini.
Kegiatan Inti (60 menit)	Guru memberikan soal <i>post-test</i> sebelum memulai pembelajaran. 1. <i>Post-test</i> penguasaan konsep kesetimbangan kimia (30 menit) 2. <i>Post-test</i> keterampilan berpikir kritis kesetimbangan kimia (30 menit)
Penutup (10 menit)	1. Guru menginformasikan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan pada pertemuan berikutnya. 2. Guru mengakhiri kegiatan dengan berdoa dan salam penutup.

D. ASESMEN

No	Aspek	Teknik	Bentuk	Jenis Assesmen
1	Sikap	Observasi Angket	- Lembar Observasi - Lembar penilaian diri dan penilaian antar teman	(<i>Assessment for dan as learning</i>)

			Penilaian Kerjasama siswa	
2	Pengetahuan	Tes Tulis	- Tes pilihan ganda untuk <i>pre-test</i> dan <i>post-test</i>. - Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)	(Assessment for learning)
3	Keterampilan	Unjuk kerja	- Rubrik penilaian keterampilan (praktikum) - Penilaian presentasi (presentasi poster).	(Assessment for dan as learning)

E. Remedial

PROGRAM REMEDIAL DAN PENGAYAAN

Sekolah :

Mata Pelajaran :

Kelas / Semester : /

No	Nama Peserta Didik	Rencana Program		Tanggal Pelaksanaan	Hasil		Kesimpulan
		Remedial	Pengayaan		Sebelum	Sesudah	
1							
2							
3							
4							
5							
Dst							

Refleksi Guru dan Peserta Didik

Lembar Refleksi Guru

No	Aspek	Refleksi Guru	Jawaban
1	Kesiapan dan pelaksanaan pembelajaran	Apakah saya telah menyampaikan tujuan pembelajaran dengan jelas kepada siswa?	
2	Ketercapaian tujuan pembelajaran	Apakah siswa dapat menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi kesetimbangan dalam sistem minuman bersoda?	
3	Umpan balik	Apakah peserta didik telah mencapai penguasaan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai?	

Lembar Refleksi Peserta Didik

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

2. LAMPIRAN

1. Rubik Penilaian

a) Penilaian Sikap

Profil pelajar Pancasila yang tertanam meliputi 3 dimensi yaitu mandiri, gotong royong, bernalar kritis. Berikut disajikan rubrik dan lembar observasi penilaian sikap.

b) Rubrik Penilaian Sikap

Aspek Yang Dinilai	Sub Indikator Aspek	Kriteria Penilaian
Beriman, bertaqwa kepada Tuhan YME dan berakhlak mulia	5. Berdoa sebelum dan sesudah melaksanakan pembelajaran secara khusus 6. Memberi salam sebelum dan sesudah pembelajaran 7. Menunjukkan perilaku yang baik 8. Tidak berkata kasar kepada sesama umat ciptaan Tuhan	4 = Jika 4 point dilakukan 3 = Jika 3 point dilakukan 2 = Jika 2 point dilakukan 1 = Jika 1 point dilakukan 0 = Jika tidak melakukan 4 point
Gotong royong	5. Terlibat aktif dalam diskusi dan kerja kelompok 6. Saling membantu dalam mengerjakan tugas kelompok 7. Memiliki tujuan yang sama dalam satu kelompoknya 8. Saling ketergantungan positif	4 = Jika 4 point dilakukan 3 = Jika 3 point dilakukan 2 = Jika 2 point dilakukan 1 = Jika 1 point dilakukan 0 = Jika tidak melakukan 4 point
Bernalar kritis	5. Mengajukan pertanyaan 6. Mengidentifikasi, mengklarifikasi dan mengolah informasi dan gagasan 7. Menganalisis dan mengevaluasi pealaran dan prosedurnya 8. Berusaha mengetahui informasi dengan baik	4 = jika 4 point dilakukan 3 = Jika 3 point dilakukan 2 = Jika 2 point dilakukan 0 = Jika tidak melakukan 4 point

Petunjuk Penilaian:

- 4 = sangat berkembang
- 3 = berkembang sesuai harapan
- 2 = sedang berkembang
- 1 = mulai berkembang
- 0 = tidak berkembang

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100$$

c) Lembar Observasi Sikap

Guru melakukan observasi kepada murid dengan cara memberikan tanda centang (✓) sesuai keadaan yang ditunjukkan oleh murid.

Kategori:

- 4 = sangat berkembang
- 3 = berkembang sesuai harapan
- 2 = sedang berkembang
- 1 = mulai berkembang
- 0 = tidak berkembang

No.	Nama	Dimensi Sikap														
		Beriman, Bertakwa, Berakhlak Mulia					Gotong Royong					Bernalar Kritis				
		0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
1																
2																
Dst.																

d) Penilaian Pengetahuan

Instrument Penilaian Sikap

Teknik	Bentuk instrumen	Tujuan
Penugasan pada LKPD	Tugas yang dilakukan secara kelompok	Memfasilitasi penguasaan pengetahuan (diberikan selama proses pembelajaran /assesmen for learning)
Kuis/Asesmen Formatif	Tugas yang dilakukan secara individu	Memfasilitasi penguasaan pengetahuan (pertanyaan yang diberikan selama proses pembelajaran /assesmen for learning)

e) **Rubrik Penilaian Pengetahuan**

➤ **Rubrik Penilaian Antar Kelompok**

Aspek	Indikator	Skor Maksimal
Penguasaan Konsep	Menjelaskan konsep kesetimbangan kimia dengan benar dan menghubungkannya dengan fenomena nyata secara logis serta ilmiah	25
Kualitas proyek	Produk proyek sesuai dengan tujuan pembelajaran, memiliki struktur yang jelas, berbasis data yang valid, serta menunjukkan pemahaman yang mendalam terhadap materi	25
Kolaborasi & Partisipasi	Aktif dalam diskusi, berbagi tugas dengan seimbang, dan bekerja sama dalam menyelesaikan proyek secara efektif.	15
Kreativitas & Inovasi	Menghasilkan proyek dengan ide-ide orisinal, menarik, dan memberikan solusi inovatif terhadap masalah yang diangkat.	20
Presentasi & Komunikasi	Menyampaikan hasil proyek dengan struktur yang jelas, menggunakan bahasa yang komunikatif, serta memberikan argumentasi yang kuat dan didukung oleh data yang relevan.	15
Total Skor		100

➤ **Rubrik Penilaian Formatif**

Skor	Keterangan
1	Jika siswa menjawab seluruh jawaban dengan benar
0	Jika siswa menjawab namun salah

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100$$

f) Penilaian Unjuk Kerja

No.	Aspek	Sedang Berkembang	Sesuai Ekspektasi	Melebihi Ekspektasi
	Obsevasi			
1.	Mengikuti langkah-langkah observasi	Mengikuti langkah-langkah observasi dengan kurang sistematis.	Mengikuti langkah-langkah observasi dengan sistematis.	Mengikuti langkah-langkah observasi dengan sistematis dan tepat.
2.	Melakukan pengumpulan data	Data dikumpulkan tidak sesuai dengan petunjuk pada LKPD/ Aktivitas yang diberikan.	Data dikumpulkan sesuai dengan petunjuk pada LKPD/ Aktivitas yang diberikan.	Data dikumpulkan kurang sesuai dengan petunjuk pada LKPD/ Aktivitas yang diberikan.
3.	Melakukan analisis data	Analisis data dilakukan dengan konsep yang salah dan hasilnya tidak tepat.	Analisis data dilakukan dengan konsep yang benar dan hasilnya tepat.	Analisis data dilakukan dengan konsep yang benardan hasilnya kurang tepat.
7.	Menarik kesimpulan	Kesimpulan yangditulis tidak sesuai dengan petunjuk LKPD.	Kesimpulan yangditulis sesuai dengan petunjuk LKPD.	Kesimpulan yang ditulis kurang sesuai dengan petunjuk LKPD.
Presentasi				
8.	Gaya komunikasi	Bahasa yang digunakan kaku/tidak mudah dimengerti	Bahasa yang digunakan luwes, formal, dan mudah dicerna oleh siswa lainnya dengan bahasa tubuh yang mendukung.	Bahasa yang digunakan bertele-tele, tidak baku dan kurang dimengerti oleh siswa lainnya.

No.	Aspek	Sedang Berkembang	Sesuai Ekspektasi	Melebihi Ekspektasi
	Obsevasi			
9.	Kelengkapan informasi yang diberikan	Informasi yang disampaikan belum menjawab semua pertanyaan dengan lengkap (belum sesuai dengan tujuan pembelajaran secara utuh).	Informasi yang disampaikan sudah menjawab semua pertanyaan dengan lengkap (sesuai dengan tujuan pembelajaran secara utuh).	Informasi yang disampaikan sudah menjawab semua pertanyaan dengan lengkap (sesuai dengan tujuan pembelajaran secara utuh) serta terdapat informasi tambahan lainnya yang bermanfaat dari sumber yang kredibel.

F. Lembar Kerja Peserta Didik: *terlampir*

G. Bahan Bacaan Guru dan Peserta Didik: *terlampir*

H. Glosarium:

- 11) **Kesetimbangan Kimia:** Keadaan di mana laju reaksi ke depan dan laju reaksi ke belakang sama, sehingga tidak ada perubahan konsentrasi zat-zat yang bereaksi.
- 12) **Konstanta Kesetimbangan (K_c):** Nilai yang menunjukkan perbandingan konsentrasi produk dan reaktan dalam suatu reaksi kesetimbangan pada suhu tertentu.
- 13) **Laju Reaksi:** perubahan konsentrasi reaktan atau produk per satuan waktu dalam suatu reaksi kimia.
- 14) **Konsentrasi:** Jumlah zat yang terkandung dalam suatu volume tertentu.
- 15) **Reaksi Ke Depan:** Reaksi kimia yang berlangsung dari reaktan ke produk.
- 16) **Reaksi Ke Belakang:** Reaksi kimia yang berlangsung dari produk ke reaktan.
- 17) **Kesetimbangan Dinamis:** Kesetimbangan dinamis terjadi ketika laju reaksi maju sama dengan laju reaksi balik dalam suatu sistem tertutup.
- 18) **Kesetimbangan Statik:** keadaan di mana tidak ada perubahan dalam sistem karena tidak terjadi reaksi atau pergerakan partikel lebih lanjut.
- 19) **Reaktan:** Zat yang bereaksi dalam suatu reaksi kimia.
- 20) **Produk:** Zat yang dihasilkan dalam suatu reaksi kimia.

Simbol-Simbol

1. $\rightleftharpoons$: Simbol kesetimbangan kimia.
2. Kc: Simbol konstanta kesetimbangan.
3. []: Simbol konsentrasi.

I. Daftar Pustaka:

Atkins, P. W., & De Paula, J. (2010). *Kimia Fisik Edisi ke-9*. Jakarta: Erlangga.

Brown, T. E., LeMay, H. E., Bursten, B. E., & Murphy, C. J. (2012). *Kimia Edisi ke-12*. Jakarta: Erlangga.

Kemendikbud. (2017). *Kimia Kelas XI*. Jakarta: Kemendikbud.

Kemendikbud. (2017). *Kimia Kelas XI (Buku Guru)*. Jakarta: Kemendikbud.



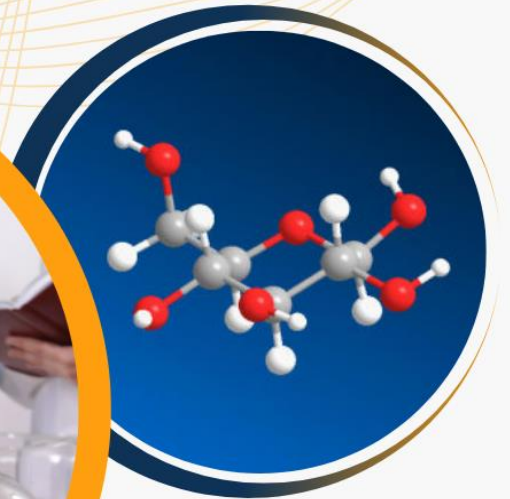
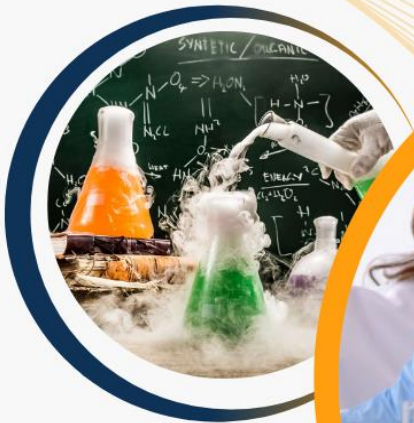


Merdeka
Mengajar

LKPD

Kesetimbangan Kimia

(Model Pembelajaran PjBL)



Disusun Oleh:

Yesi Aprilita Br Barus

Lembar Kerja Peserta Didik

Keseimbangan Kimia

❖ Identifikasi Kelompok

Ketua Kelompok:

Anggota:

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

❖ Tujuan Pembelajaran

1. Menjelaskan konsep keseimbangan kimia pada minuman berkarbonasi.
2. Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran keseimbangan dalam sistem minuman berkarbonasi.
3. Mendesain dan membuat poster ilmiah yang mengilustrasikan konsep keseimbangan kimia dalam minuman berkarbonasi.
4. Menggunakan teknologi dalam pembuatan produk berbasis STEAM.

❖ Model Pembelajaran

LKPD ini menggunakan model pembelajaran berbasis proyek (PjBL).

❖ Petunjuk Praktikum

1. Bacalah setiap langkah kegiatan dengan seksama.
2. Kerjakan secara berkelompok dan ikuti instruksi yang diberikan.
3. Lakukan eksperimen sesuai dengan prosedur yang telah dirancang.
4. Catat hasil pengamatan dengan sistematis.
5. Buatlah produk dalam bentuk poster ilmiah sesuai dengan hasil eksperimen.
6. Presentasikan hasil proyek kepada teman-teman di kelas

❖ Kegiatan Pembelajaran

Identifikasi Masalah

Saat tutup botol soda dibuka, muncul gelembung gas yang keluar dari botol. Fenomena ini terjadi karena adanya perubahan tekanan dan kesetimbangan kimia dalam botol. Namun, apa yang menyebabkan gelembung gas ini muncul? Faktor apa saja yang mempengaruhi jumlah gas yang keluar? Bagaimana proses ini berkaitan dengan kesetimbangan kimia?



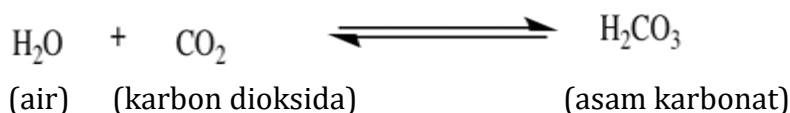
Buatlah hipotesis atau pernyataan sementara sesuai dengan rumusan masalah tersebut!

1.
.....
2.
.....
3.
.....

Pengumpulan Informasi dan Penyusunan Proyek

1. Pengumpulan Informasi

Kesetimbangan kimia memiliki hubungan yang sangat erat dengan minuman berkarbonasi. Reaksi Pembentukan Asam Karbonat:



Kesetimbangan Kimia:

Reaksi pembentukan asam karbonat di atas merupakan contoh kesetimbangan kimia. Pada kesetimbangan, laju reaksi ke depan (pembentukan asam karbonat) sama dengan laju reaksi ke belakang (penguraian asam karbonat). Kesetimbangan kimia dalam minuman berkarbonasi sangat dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti suhu, tekanan, dan zat terlarut. Fenomena ini menunjukkan bagaimana prinsip Le Chatelier bekerja dalam kehidupan sehari-hari, terutama dalam menjaga karbonasi soda.

1. Pengaruh Tekanan

Minuman bersoda dikemas di bawah tekanan tinggi agar karbon dioksida (CO_2) tetap larut dalam air. Saat kemasan dibuka, tekanan berkurang, menyebabkan CO_2 keluar dari larutan dan membentuk gelembung gas. Inilah yang membuat minuman bersoda berbuih dan berkurang karbonasinya seiring waktu.

2. Pengaruh Suhu

Pada suhu rendah, kelarutan CO_2 dalam air meningkat, sehingga minuman bersoda tetap berkarbonasi lebih lama. Sebaliknya, suhu tinggi menyebabkan CO_2 lebih cepat menguap, membuat minuman lebih cepat kehilangan kesegarannya.

3. Pengaruh penambahan zat terlarut

Zat terlarut seperti gula dan garam dapat mempercepat pelepasan CO_2 dari minuman bersoda. Gula meningkatkan viskositas cairan, menghambat pergerakan gas dalam larutan tetapi tetap mempengaruhi pelepasan gas. Garam memiliki efek *salting-out*, yang mengurangi kelarutan CO_2 dan membuat gas lebih cepat keluar dari larutan. Akibatnya, minuman menjadi kurang berkarbonasi lebih cepat setelah ditambahkan zat terlarut.

Untuk lebih jelasnya mari simak Video berikut!

<https://youtu.be/H3VPTVQ6DL0>

2. Penyusunan Proyek

Untuk menjawab pertanyaan identifikasi masalah, ayo kerjakan proyek berikut!

Menentukan Variabel Uji Eksperimen

Tentukan variabel yang akan diuji dalam eksperimen, seperti:

1. Pengaruh Suhu (membandingkan gas CO_2 pada soda Dingin dan Panas)
2. Pengaruh Tekanan (membandingkan gas CO_2 soda dikocok dan tidak dikocok)
3. Penambahan zat lain (membandingkan gas CO_2 bila ditambahkan gula atau garam)

Membuat Rancangan Eksperimen

A. Menentukan Alat dan Bahan

Alat :

Bahan :

B. Menentukan Langkah Kerja

Susunlah langkah kerja dari variabel eksperimen yang kalian tentukan!

1. Pengaruh Suhu

2. Pengaruh Tekanan

3. Pengaruh Penambahan Zat Lain

3. Pengumpulan Data dan Eksperimen

Eksperimen

Lakukan percobaan sesuai rancangan yang telah dibuat pada langkah kerja tersebut, kemudian catat hasil eksperimen pada tabel berikut!

Data Hasil Penelitian

Setelah melakukan penelitian, lengkapi tabel data hasil penelitian berikut!

Faktor Uji	Hasil Pengamatan	Kesimpulan
Faktor Suhu		
➤ Panas		
➤ Dingin		
Faktor Tekanan		
➤ Dikocok		
➤ Tidak Dikocok		
Faktor Penambahan Zat Lain		
➤ Gula		
➤ Garam		

Analisis Data dan Pembahasan

- Setelah melakukan pengumpulan data, kemudian gunakan prinsip *Le Chatelier* untuk menjelaskan hasil percobaan!
- Jawablah Pertanyaan berikut!

1. Apa hubungan antara suhu dan pelepasan gas CO_2 dalam soda?

Jawaban:

2. Mengapa soda yang dikocok mengeluarkan lebih banyak gas saat dibuka?

Jawaban:

3. Bagaimana garam atau gula mempengaruhi pelepasan gas CO_2 ?

Jawaban:

4. Tulis persamaan kesetimbangan CO_2 dalam soda dan jelaskan pergeserannya!

Jawaban:

5. Sebuah botol soda berkarbonasi memiliki tekanan parsial CO_2 sebesar 3,5 atm pada suhu 25°C . Jika tetapan kesetimbangan (K_c) untuk reaksi pembentukan asam karbonat (H_2CO_3) dari CO_2 dan H_2O adalah $4,3 \times 10^{-7}$, maka hitunglah konsentrasi CO_2 dalam larutan soda tersebut!

Jawaban:

Pengembangan Produk

✚ Pengembangan Produk (Poster Ilmiah)

Berdasarkan hasil eksperimen, buat poster ilmiah yang berisi:

1. Judul: Keseimbangan CO₂ dalam Minuman Berkarbonasi
2. Pendahuluan: Jelaskan fenomena yang diamati.
3. Metode Eksperimen: Uraikan prosedur dan variabel yang diuji.
4. Hasil dan Analisis: Sajikan data dalam bentuk tabel/grafik.
5. Kesimpulan: Hubungkan hasil dengan prinsip keseimbangan kimia.
6. Poster ilmiah (dicetak) sebagai pendamping yang menjelaskan konsep dan hasil riset kelompok.

✚ Syarat Pembuatan Poster Ilmiah

1. Kembangkan visual poster dengan menambahkan gambar, grafik, atau ilustrasi yang relevan dengan tema.
2. Pastikan visual poster menarik, jelas, dan sesuai dengan konten.
3. Gunakan aplikasi desain digital seperti *Adobe Photoshop* atau *Canva* untuk membuat visual yang lebih menarik.
4. Poster ilmiah (dicetak) sebagai pendamping yang menjelaskan konsep dan hasil riset kelompok.

Presentasi dan Refleksi

✚ Presentasi

Presentasikan hasil eksperimen dan poster di depan kelas serta diskusikan penerapan konsep ini dalam industri minuman berkarbonasi!

✚ Refleksi

Jawablah pertanyaan refleksi berikut:

1. Apa yang sudah kamu dipahami dari eksperimen ini?

Jawab:

.....

.....

.....

.....

2. Apa keterkaitan eksperimen dengan kesetimbangan kimia?

Jawab:

.....

.....

.....

.....

3. Bagaimana konsep ini diterapkan dalam industri?

Jawab:

.....

.....

.....

.....

4. Apa tantangan yang dihadapi saat membuat poster?

Jawab:

.....

.....

.....

.....

Rubrik Penilaian Proyek

Aspek	Indikator	Skor Maksimal
Penguasaan Konsep	Menjelaskan konsep kesetimbangan kimia dengan benar dan menghubungkannya dengan fenomena nyata secara logis serta ilmiah	25
Kualitas proyek	Produk proyek sesuai dengan tujuan pembelajaran, memiliki struktur yang jelas, berbasis data yang valid, serta menunjukkan pemahaman yang mendalam terhadap materi	25
Kolaborasi & Partisipasi	Aktif dalam diskusi, berbagi tugas dengan seimbang, dan bekerja sama dalam menyelesaikan proyek secara efektif.	15
Kreativitas & Inovasi	Menghasilkan proyek dengan ide-ide orisinal, menarik, dan memberikan solusi inovatif terhadap masalah yang diangkat.	20
Presentasi & Komunikasi	Menyampaikan hasil proyek dengan struktur yang jelas, menggunakan bahasa yang komunikatif, serta memberikan argumentasi yang kuat dan didukung oleh data yang relevan.	15
Total Skor		100

Penilaian Antar Kelompok

Kelompok	Penguasaan Konsep	Kualitas proyek	Kolaborasi & Partisipasi	Kreativitas & Inovasi	Presentasi & Komunikasi	Total skor
1						
2						
3						
4						
5						
6						

BAHAN BACAAN GURU DAN PESERTA DIDIK

A. KONSEP KESETIMBANGAN

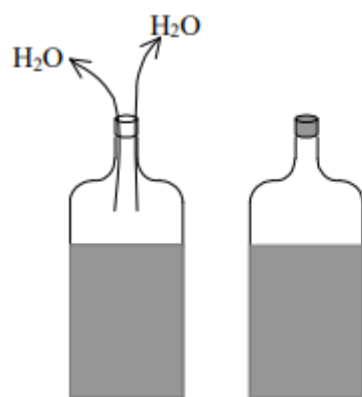
✚ *Apa itu Kesetimbangan Kimia?*

“Kesetimbangan kimia adalah kondisi di mana laju reaksi maju sama dengan laju reaksi mundur, sehingga konsentrasi reaktan dan produk tetap konstan seiring waktu”

Kesetimbangan kimia merupakan jenis reaksi bolak-balik (*reversible*) atau reaksi dapat balik adalah reaksi yang terjadi pada dua arah yang berlawanan dalam waktu bersamaan. Reaksi bolak-balik dinyatakan dengan dua panah yang berlawanan arah, menyatakan reaksi maju (ke kanan) dan reaksi balik (ke kiri). Kesetimbangan reaksi kimia ditulis sebagai berikut:



Contoh sistem yang mengalami keadaan setimbang dinamis adalah peristiwa penguapan air pada suatu botol yang tertutup. Perhatikan gambar berikut ini!

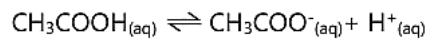
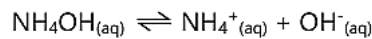
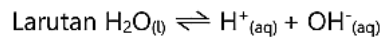
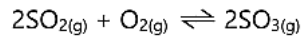
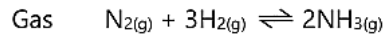


- Pada botol terbuka air akan menguap dan lama kelamaan akan berkurang.
- Pada botol tertutup air jumlahnya tetap. Apakah pada botol tertutup air tidak menguap ?

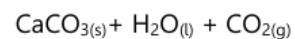
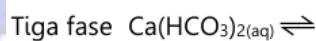
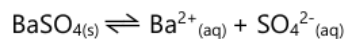
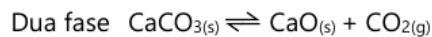
Pada botol tertutup, air tetap menguap tetapi mengembun lagi menjadi air. Kecepatan air menguap sama dengan kecepatan mengembun lagi sehingga jumlah air kelihatannya tetap. Perubahan air menjadi uap dan sebaliknya tidak tampak, padahal kenyataannya selalu berubah. Peristiwa ini termasuk contoh kesetimbangan dinamis, karena proses penguapan dan pengembunan berlangsung terus menerus pada waktu yang sama.

✚ **Jenis Kestimbangan Kimia**

- a. Kestimbangan Homogen: Terjadi ketika semua zat dalam reaksi berada dalam fase yang sama. Contoh:

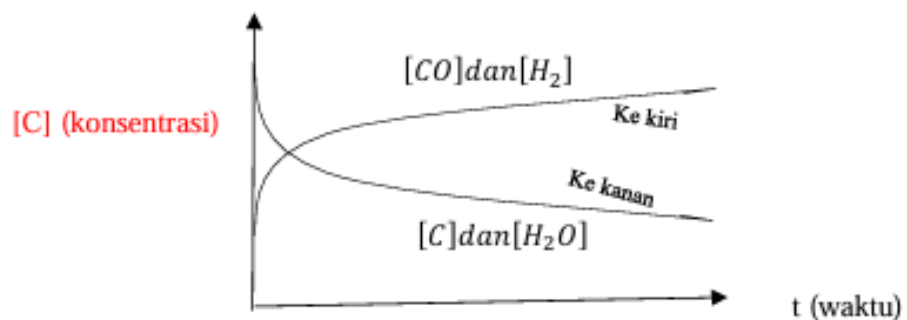


- b. Kestimbangan Heterogen: Terjadi ketika zat-zat yang terlibat berada dalam fase yang berbeda. Contoh:



✚ **Hubungan Antara Reaktan dan Produk**

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



B. TETAPAN KESETIMBANGAN

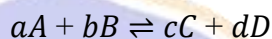
✚ **Persamaan Tetapan Kestimbangan Kimia**

Pada suhu tetap, dalam suatu reaksi kesetimbangan terdapat hubungan antara konsentrasi pereaksi dengan konsentrasi hasil reaksi terhadap tetapan

kesetimbangan (K). Pada suatu kesetimbangan kimia berlaku hukum kesetimbangan, seperti yang dikemukakan oleh Guldberg dan Waage.

”Dalam keadaan setimbang pada suhu tertentu, hasil kali konsentrasi hasil reaksi dibagi hasil kali konsentrasi pereaksi yang ada dalam sistem kesetimbangan yang masing-masing dipangkatkan dengan koefisiennya mempunyai harga tetap.”

Tetapan kesetimbangan (K) adalah rasio konsentrasi produk terhadap reaktan pada saat kesetimbangan tercapai. Untuk reaksi umumnya yaitu:



Harga tetapan kesetimbangan dapat ditentukan menggunakan rumus:

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

Keterangan :

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

Contoh Penentuan K_c:

1. Tentukan Rumus tetapan kesetimbangan untuk reaksi:



Penyelesaian:

$$K_c = \frac{1[\text{CO}_2]^3}{[\text{CO}]^3}$$

2. Dalam sebuah bejana yang mempunyai volume 1 liter terdapat 4 mol gas NO₂ membentuk kesetimbangan sebagai berikut:



Dalam keadaan setimbang pada suhu tetap terbentuk 1 mol O₂. Tentukan tetapan kesetimbangan (K_c)?

Penyelesaian:

	$2\text{NO}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO} (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g})$		
Awal	4	-	-
Reaksi	2	2	1
Setimbang	2	2	1

$$K_c = \frac{[\text{NO}]^2 \times [\text{O}_2]}{[\text{NO}_2]^2} = \frac{2^2 \times 1}{2^2} = 1$$

1. Tentukan Rumus tetapan kesetimbangan untuk reaksi:



Penyelesaian:

$$K_c = \frac{1[\text{CO}_2]^3}{[\text{CO}]^3}$$

2. Dalam sebuah bejana yang mempunyai volume 1 liter terdapat 4 mol gas NO_2 membentuk kesetimbangan sebagai berikut:



Dalam keadaan setimbang pada suhu tetap terbentuk 1 mol O_2 . Tentukan tetapan kesetimbangan (K_c)?

Penyelesaian:

	$2\text{NO}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO} (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g})$		
Awal	4	-	-
Reaksi	2	2	1
Setimbang	2	2	1

$$K_c = \frac{[\text{NO}]^2 \times [\text{O}_2]}{[\text{NO}_2]^2} = \frac{2^2 \times 1}{2^2} = 1$$

Jenis Tetapan Kesetimbangan Kimia

1. Konstanta konsentrasi (K_c): konstanta kesetimbangan yang dipengaruhi konsentrasi.
2. Konstanta tekanan (K_p): konstanta kesetimbangan yang dipengaruhi tekanan.

Hubungan antara K dan tekanan parsial pada reaksi gas, tetapan kesetimbangan juga dapat dinyatakan dalam bentuk tekanan parsial:

$$K_p = \frac{[P]_C^c [P]_D^d}{[P]_A^a [P]_B^b}$$

Tekanan parsial gas dapat dihitung:

$$P_x = \frac{\text{mol gas X}}{\text{mol gas total}} \times P_{\text{tot}}$$

Konstanta konsentrasi dengan konstanta tekanan dapat dihubungkan melalui persamaan gas ideal pada suhu sama, dapat dirumuskan:

$$K_p = K_c (R.T)^{\Delta n}$$

R = tetapan gas ideal (0,082 atm/mol K)

T = suhu (K)

Δn = selisih jumlah koefisien zat di kanan dengan jumlah koefisien zat di kiri

Hal ini menunjukkan bahwa K dan K_p saling berhubungan, dan dapat digunakan untuk menghitung konsentrasi atau tekanan dalam sistem yang berada dalam keadaan setimbang.

Contoh Soal menentukan K_p

Hitung harga K_p untuk reaksi $\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{I}_2(\text{p}) \leftrightarrow \text{HI}(\text{g}) + \text{S}(\text{p})$ pada 60°C jika tekanan HI = $3,65 \times 10^{-3}$ atm, tekanan H_2S = $9,96 \times 10^{-3}$

Penyelesaian:

Diketahui: P HI = $3,65 \times 10^{-3}$ atm, P H_2S = $9,96 \times 10^{-3}$, $K_p = \dots?$

Perlu diingat bahwa I_2 dan S sesuai persamaan reaksi berbentuk padatan murni (p) sehingga tekanan dianggap bernilai 1 atm dan tidak masuk dalam rumus perhitungan.

$$K_p = \frac{(P_{\text{HI}})^2}{(P_{\text{H}_2\text{S}})}$$

$$K_p = \frac{(3,65 \times 10^{-3})^2}{(9,96 \times 10^{-3})}$$

$$K_p = \frac{(3,65 \times 10^{-6})}{(9,96 \times 10^{-3})}$$

$$K_p = 0,366 \times 10^{-3} \text{ atau}$$

$$K_p = 3,66 \times 10^{-4}$$

Jadi nilai K_p reaksi tersebut adalah $3,66 \times 10^{-4}$

Kapan Tetapan Kesetimbangan Akan Berubah?

Konstanta kesetimbangan akan berubah bila suhu diubah, dan tetap bila suhu tidak berubah.

- 1) Pada reaksi endoterm, nilai konstantanya berbanding lurus dengan suhu.
- 2) Pada reaksi eksoterm, nilai konstantanya berbanding terbalik dengan suhu.

C. PERGESERAN KESETIMBANGAN

Pergeseran Kesetimbangan

Azas Le Chatelier menjelaskan bagaimana terjadinya pergeseran kesetimbangan.

“Bila suatu kesetimbangan diberikan suatu aksi/tindakan, maka sistem tersebut akan mengadakan reaksi yang cenderung mengurangi aksi tersebut”.

Konsep Pergeseran Kesetimbangan

Pergeseran kesetimbangan tidak mengubah nilai K_c dan K_p , kecuali suhu pada sistem kesetimbangan berubah. Konsep pergeseran kesetimbangan:

- 1) Kesetimbangan dikatakan bergeser ke kiri apabila zat di kiri bertambah atau zat di kanan berkurang.
- 2) Kesetimbangan dikatakan bergeser ke kanan apabila zat di kanan bertambah atau zat di kiri berkurang.

Faktor yang mempengaruhi Pergeseran Kesetimbangan

Pergeseran kesetimbangan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

Faktor	Faktor Diperbesar	Faktor Diperkecil
Konsentrasi salah satu pereaksi	ke arah lawan (kanan)	ke diri sendiri (kiri)
Konsentrasi larutan dan konsentrasi/tekanan gas total	ke arah ruas dengan jumlah koefisien terkecil	ke arah ruas dengan jumlah koefisien terbesar
Volume gas dan larutan	ke arah ruas dengan jumlah koefisien terbesar	ke arah ruas dengan jumlah koefisien terkecil
Suhu	ke arah reaksi endoterm	ke arah reaksi eksoterm

Penjelasan:

1. Konsentrasi Larutan

Konsentrasi larutan dan volume larutan saling berbanding terbalik, konsentrasi dapat diperkecil dengan menambah volume pelarut, dan konsentrasi dapat diperbesar dengan mengurangi volume pelarut.

2. Konsentrasi Pereaksi

- Jika konsentrasi salah satu pereaksi/ larutan ditambah, reaksi sistem adalah mengurangi komponen tersebut dan kesetimbangan bergeser ke arah lawan.

- Jika konsentrasi salah satu pereaksi/ larutan dikurang, reaksi sistem adalah menambah komponen tersebut kesetimbangan bergeser ke diri sendiri.
- Jika konsentrasi larutan total ditambah (volume diperkecil), kesetimbangan bergeser ke ruas yang jumlah koefisiennya lebih kecil.
- Jika konsentrasi larutan total dikurang (volume diperbesar), kesetimbangan bergeser ke ruas yang jumlah koefisiennya lebih besar.

3. Tekanan dan Volume Gas

- Jika tekanan gas diperbesar (volume gas diperkecil), kesetimbangan bergeser ke ruas yang jumlah koefisiennya lebih kecil.
- Jika tekanan gas diperkecil (volume gas diperbesar), kesetimbangan bergeser ke ruas yang jumlah koefisiennya lebih besar.

4. Suhu

- Jika suhu dinaikkan, sistem akan menurunkan suhu dan kesetimbangan bergeser ke arah reaksi endoterm.
- Jika suhu diturunkan, sistem akan menaikkan suhu dan kesetimbangan bergeser ke arah reaksi eksoterm.

5. Pengaruh penambahan zat terlarut

Zat terlarut seperti gula dan garam dapat mempercepat pelepasan CO_2 dari minuman bersoda. Gula meningkatkan viskositas cairan, menghambat pergerakan gas dalam larutan tetapi tetap mempengaruhi pelepasan gas. Garam memiliki efek *salting-out*, yang mengurangi kelarutan CO_2 dan membuat gas lebih cepat keluar dari larutan. Akibatnya, minuman menjadi kurang berkarbonasi lebih cepat setelah ditambahkan zat terlarut.

6. Katalis

Katalis mempercepat laju reaksi karena menurunkan energi aktivasi reaksi. Oleh karena itu, katalis mempercepat laju reaksi maju dan laju reaksi balik, sehingga mempercepat keadaan setimbang, namun tidak menggeser/ mengubah komposisi kesetimbangan.

Penerapan Kesetimbangan Kimia dalam Industri

Berikut beberapa contoh penerapan kesetimbangan kimia dalam industri:

Industri Kimia

- a. Produksi Amonia (NH_3): Proses Haber-Bosch menggunakan kesetimbangan kimia untuk memproduksi amonia dari nitrogen dan hidrogen.
- b. Produksi Asam Sulfat (H_2SO_4): Proses kontak menggunakan kesetimbangan kimia untuk memproduksi asam sulfat dari sulfur trioksida dan air.
- c. Produksi Polimer: Proses polimerisasi menggunakan kesetimbangan kimia untuk memproduksi polimer dari monomer.

Industri Energi

- a. Pembangkit Listrik Tenaga Gas: Proses pembakaran gas alam menggunakan kesetimbangan kimia untuk menghasilkan energi listrik.
- b. Pembangkit Listrik Tenaga Batu Bara: Proses pembakaran batu bara menggunakan kesetimbangan kimia untuk menghasilkan energi listrik.

Industri Makanan dan Minuman

- a. Pembuatan Bir: Proses fermentasi menggunakan kesetimbangan kimia untuk memproduksi bir dari gandum dan hop.
- b. Pembuatan Cokelat: Proses fermentasi menggunakan kesetimbangan kimia untuk memproduksi cokelat dari biji kakao.

Industri Kesehatan

- a. Pembuatan Obat: Proses sintesis menggunakan kesetimbangan kimia untuk memproduksi obat dari bahan kimia.
- b. Pengolahan Limbah Medis: Proses pengolahan limbah medis menggunakan kesetimbangan kimia untuk menghilangkan polutan dan bakteri.

Daftar Pustaka

- Elizabeth Thahjadarmawan. (2018). *Gagas Kimia Jilid 2*. Rexaqila Media.Yogyakarta.
- Kemendikbud. (2018). *Kimia SMA/MA Kelas XII*. Jakarta: Kemendikbud.
- Kemendikbud. (2024). *Kimia untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Kemendikbud.
- Nana Sutresna. (2013). *KIMIA SMA XI Sekolah Menengah Atas.Grafindo*. Jakarta.
- Sunarya, Y. (2019). *Kimia Dasar*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Sutrisno, K. (2018). *Kimia SMA*. Jakarta: Penerbit Yudhistira.
- Tim Penyusun. (2017). *Kimia Untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Penerbit BSE.



LAMPIRAN 03. Instrumen Penelitian Tes dan Non-Tes

Kisi-Kisi Instrumen Tes Penguasaan Konsep

Kompetensi Dasar	Indikator Ketercapaian	Materi	Ranah Kognitif	Soal	Kunci
Menjelaskan reaksi kesetimbangan dan keadaan setimbang	Siswa dapat menjelaskan reaksi kesetimbangan dan ciri-ciri keadaan setimbang	Konsep kesetimbangan	C1	1. Kesetimbangan kimia terjadi ketika ... a. Laju reaksi maju lebih besar dari reaksi balik b. Laju reaksi maju sama dengan reaksi balik c. Tidak ada perubahan pada sistem d. Konsentrasi reaktan lebih besar dari produk e. Reaksi berhenti sepenuhnya	B
		Sistem kesetimbangan	C1	2. Pernyataan berikut yang benar mengenai sistem kesetimbangan adalah ... a. Kesetimbangan hanya terjadi dalam sistem terbuka b. Kesetimbangan dinamis terjadi ketika reaksi berhenti	D

Kompetensi Dasar	Indikator Ketercapaian	Materi	Ranah Kognitif	Soal	Kunci
				c. Konsentrasi zat dalam kesetimbangan selalu berubah-ubah d. Reaksi maju dan balik terjadi dengan laju yang sama dalam sistem tertutup e. Kesetimbangan kimia hanya terjadi pada zat dalam fase gas	
Membedakan kesetimbangan homogen dan heterogen	Siswa mampu membedakan kesetimbangan homogen dan heterogen berdasarkan fasa zat	Kesetimbangan homogen dan heterogen	C2	3. Pernyataan yang benar mengenai kesetimbangan homogen adalah ... a. Semua zat dalam sistem memiliki fase yang sama. b. Zat-zat dalam kesetimbangan harus memiliki fase berbeda. c. Kesetimbangan hanya terjadi dalam reaksi gas. d. Kesetimbangan homogen hanya berlaku dalam larutan. e. Kesetimbangan homogen tidak memiliki tetapan kesetimbangan.	A

Kompetensi Dasar	Indikator Ketercapaian	Materi	Ranah Kognitif	Soal	Kunci
			C2	4. Keseimbangan yang terjadi ketika semua reaktan dan produk berada dalam satu fase disebut ... a. Keseimbangan homogen b. Keseimbangan heterogen c. Keseimbangan dinamis d. Keseimbangan statis e. Keseimbangan parsial	A
		Keseimbangan homogen & heterogen	C2	5. Berikut yang merupakan contoh keseimbangan heterogen adalah ... a. $\text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{HI}_{(g)}$ b. $\text{CO}_{(g)} + 2\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}_{(g)}$ c. $\text{CaCO}_{3(s)} \rightleftharpoons \text{CaO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$ d. $\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(g)}$ e. $2\text{SO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{SO}_{3(g)}$	C
			C2	6. Perbedaan utama antara keseimbangan statik dan dinamis adalah ... a. Keseimbangan statik terjadi dalam reaksi reversibel, sedangkan keseimbangan	B

Kompetensi Dasar	Indikator Ketercapaian	Materi	Ranah Kognitif	Soal	Kunci
				dinamis dalam reaksi irreversibel. b. Keseimbangan statik terjadi tanpa adanya perubahan zat, sedangkan keseimbangan dinamis tetap berlangsung dengan laju reaksi maju dan balik yang sama. c. Keseimbangan statik hanya terjadi dalam sistem tertutup, sedangkan keseimbangan dinamis terjadi di sistem terbuka. d. Keseimbangan dinamis lebih stabil daripada keseimbangan statik. e. Tidak ada perbedaan antara keseimbangan statik dan dinamis.	
			C2	7. Dalam keseimbangan reaksi: $\text{CaCO}_{3(s)} \rightleftharpoons \text{CaO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$, pernyataan yang benar adalah ...	B

Kompetensi Dasar	Indikator Ketercapaian	Materi	Ranah Kognitif	Soal	Kunci
				a. Konsentrasi CaCO_3 dan CaO selalu berubah. b. Konsentrasi CO_2 dapat digunakan dalam perhitungan K_c . c. Tetapan kesetimbangan tidak bergantung pada suhu. d. Penambahan CaCO_3 akan meningkatkan jumlah CO_2 dalam kesetimbangan. e. Jika tekanan dinaikkan, reaksi akan bergeser ke kanan.	
			C4	8. Di antara reaksi berikut, yang termasuk kesetimbangan heterogen adalah... a. $\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(g)}$ b. $\text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{HI}_{(g)}$ c. $\text{CaCO}_{3(s)} \rightleftharpoons \text{CaO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$ d. $\text{SO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{SO}_{3(g)}$ e. $2\text{NO}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_{4(g)}$	C

Kompetensi Dasar	Indikator Ketercapaian	Materi	Ranah Kognitif	Soal	Kunci
Menentukan harga tetapan kesetimbangan	Siswa dapat menghitung tetapan kesetimbangan dari data yang diberikan	Tetapan kesetimbangan	C3	9. Diketahui reaksi: $\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(g)}$. Jika pada suhu tertentu konsentrasi $\text{N}_2 = 0,5 \text{ M}$, $\text{H}_2 = 1,5 \text{ M}$, dan $\text{NH}_3 = 1,0 \text{ M}$, maka harga K_c adalah ... a. 0,44 b. 0,89 c. 1,00 d. 2,00 e. 4,00	D
			C3	10. Reaksi berikut berlangsung pada suhu 500 K: $2\text{SO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{SO}_{3(g)}$. Jika $K_c = 100$, maka hubungan antara K_p dan K_c untuk reaksi ini adalah ... a. $K_p = 100 \times (0,0821 \times 500)^{-1}$ b. $K_p = 100 \times (0,0821 \times 500)$ c. $K_p = 100 \times (0,0821 \times 500)^2$ d. $K_p = 100$ e. $K_p = 1$	A
			C3	11. Dalam reaksi $\text{PCl}_{5(g)} \rightleftharpoons \text{PCl}_{3(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$, diketahui $K_c = 50$ pada suhu	B

Kompetensi Dasar	Indikator Ketercapaian	Materi	Ranah Kognitif	Soal	Kunci
				400 K. Tentukan K_p jika $R = 0,0821$ L atm/mol K ... a. 820 b. 1642 c. 410 d. 500 e. 1000	
			C3	12. Jika dalam reaksi $2\text{NO}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_{4(g)}$, konsentrasi $\text{NO}_2 = 0,2$ M dan $\text{N}_2\text{O}_4 = 0,5$ M, maka K_c reaksi adalah ... a. 4 b. 8 c. 10 d. 12,5 e. 16	D
Menentukan harga tetapan kesetimbangan dan hubungannya dengan tekanan	Menganalisis hubungan antara K_c dan K_p	Tetapan Kesetimbangan	C4	13. Jika reaksi kesetimbangan memiliki $\Delta n = -1$, hubungan antara K_p dan K_c adalah... a. $K_p > K_c$ b. $K_p < K_c$ c. $K_p = K_c$	B

Kompetensi Dasar	Indikator Ketercapaian	Materi	Ranah Kognitif	Soal	Kunci
				d. Kp bergantung pada suhu saja e. Tidak ada hubungan antara Kp dan Kc	
			C4	14. Tetapan kesetimbangan Kp dan Kc berhubungan dengan rumus: $K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$ Jika $\Delta n = -1$ dan suhu dinaikkan, maka ... a. Kp bertambah b. Kp berkurang c. Kp tetap d. Kp bergantung pada tekanan e. Kp berubah secara acak	B
			C4	15. Pada kesetimbangan berikut: $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$ Jika volume diperbesar, kesetimbangan akan bergeser ke ... a. Kanan, karena jumlah mol gas bertambah b. Kiri, karena jumlah mol gas berkurang	A

Kompetensi Dasar	Indikator Ketercapaian	Materi	Ranah Kognitif	Soal	Kunci
				c. Tidak berubah, karena volume tidak memengaruhi reaksi gas d. Kanan, karena tekanan meningkat e. Kiri, karena tekanan menurun	
			C4	16. Harga Kc untuk reaksi kesetimbangan $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ adalah 0,50 pada suhu 300 K. Jika suhu diturunkan, yang akan terjadi adalah ... a. Nilai Kc meningkat b. Nilai Kc menurun c. Nilai Kc tetap d. Kesetimbangan bergeser ke kiri e. Reaksi semakin lambat	A
			C4	17. Suatu reaksi dikatakan telah mencapai keadaan setimbang ketika... a. Konsentrasi reaktan dan produk sama b. Reaksi berhenti terjadi	C

Kompetensi Dasar	Indikator Ketercapaian	Materi	Ranah Kognitif	Soal	Kunci
				c. Laju reaksi maju sama dengan laju reaksi balik d. Jumlah molekul reaktan lebih banyak dari produk e. Semua zat dalam bentuk gas	
Menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran kesetimbangan	Siswa dapat menganalisis efek perubahan suhu terhadap pergeseran kesetimbangan	Pergeseran Kesetimbangan	C3	18. Jika suhu reaksi eksoterm dinaikkan, maka kesetimbangan akan bergeser ke arah ... a. Produk b. Tetap di posisi awal c. Reaktan d. Tidak terjadi perubahan e. Bergeser secara acak	C
		Pergeseran Kesetimbangan	C4	19. Dalam reaksi kesetimbangan $\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(g)}$, $\Delta H = -92$ kJ, jika tekanan diperbesar, maka... a. Kesetimbangan bergeser ke kiri b. Kesetimbangan bergeser ke kanan c. Tidak ada perubahan d. Konsentrasi NH_3 menurun e. Semua jawaban salah	B

Kompetensi Dasar	Indikator Ketercapaian	Materi	Ranah Kognitif	Soal	Kunci
		Pergeseran Keseimbangan	C4	20. Jika diketahui reaksi kesetimbangan: $2A_{(g)} + B_{(g)} \rightleftharpoons 3C_{(g)}$ Jika konsentrasi B diturunkan, maka yang akan terjadi adalah ... - Konsentrasi C bertambah - Konsentrasi A berkurang - Keseimbangan bergeser ke kanan - Keseimbangan bergeser ke kiri - Keseimbangan tidak berubah	D
		Prinsip Le Chatelier	C4	21. Reaksi: $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$, $\Delta H = -198 \text{ kJ}$. Jika suhu dinaikkan, maka kesetimbangan akan ... - Bergeser ke kanan - Bergeser ke kiri - Tidak berubah - Terbentuk lebih banyak SO_3 - Tidak dapat ditentukan	B
Menjelaskan penerapan kesetimbangan kimia dalam kehidupan sehari-hari dan	Siswa dapat mengevaluasi penerapan	Keseimbangan dalam industri	C5	22. Prinsip kesetimbangan diterapkan dalam proses Haber untuk meningkatkan produksi	C

Kompetensi Dasar	Indikator Ketercapaian	Materi	Ranah Kognitif	Soal	Kunci
industri Menilai relevansi kesetimbangan kimia dalam industri	kesetimbangan kimia dalam proses industri			amonias. Faktor berikut tidak meningkatkan hasil NH_3, kecuali ... - Peningkatan tekanan - Penurunan suhu - Penggunaan katalis - Penambahan reaktan - Penghilangan NH_3 terus-menerus	
		Pergeseran Kesetimbangan	C5	23. Dalam reaksi kesetimbangan endoterm, jika suhu ditingkatkan, maka... - Kesetimbangan bergeser ke kanan - Kesetimbangan bergeser ke kiri - Laju reaksi menurun - Nilai K_c menurun - Tidak ada perubahan	A
Menjelaskan penerapan kesetimbangan kimia dalam kehidupan sehari-hari dan industri	Siswa dapat merancang strategi untuk meningkatkan hasil produk dalam reaksi kesetimbangan	Penerapan Kesetimbangan	C6	24. Seorang siswa ingin mengoptimalkan reaksi $\text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{HI}_{(g)}$. Usulan yang paling efektif adalah ... Meningkatkan suhu	E

Kompetensi Dasar	Indikator Ketercapaian	Materi	Ranah Kognitif	Soal	Kunci
				b. Menurunkan tekanan c. Menambahkan katalis d. Mengurangi volume e. Menghilangkan HI secara bertahap	
			C6	25. Jika seorang insinyur ingin meningkatkan produksi SO_3 dalam proses Kontak, langkah yang paling efektif adalah... a. Meningkatkan suhu b. Menurunkan tekanan c. Menambahkan katalis d. Menurunkan suhu dan meningkatkan tekanan e. Semua jawaban benar	D

Kisi-Kisi Instrumen Tes Kemampuan Berpikir Kritis

No	Skala	Subskala	Soal	Kunci
1.	Interpretasi	Mengategorisasi (Menjelaskan makna)	Di sebuah jalan ada tulisan “JALAN DITUTUP,” kecuali untuk pejalan kaki. Ide yang sama untuk mengekspresikan kalimat tersebut adalah - sepeda motor boleh melewati jalan tersebut - beberapa kendaraan mungkin dilarang melewati jalan - hanya pejalan kaki yang boleh melalui jalan tersebut - jalan sedang diperbaiki - kendaraan bermotor dilarang melewati jalan tersebut	C
2.	Interpretasi	Mengategorisasi (Menjelaskan makna)	“Ayu selalu mengerjakan tugasnya.” Ini mempunyai ungkapan yang sama dengan - ayu tidak pernah tidak mengerjakan tugasnya - ayu pernah sekali tidak mengerjakan tugasnya - ayu adalah siswa yang baik dan rajin - ayu mendapatkan nilai yang baik - ayu terkadang mengerjakan tugasnya	A
3.	Inferensi	Menarik simpulan (menentukan beberapa simpulan yang didukung oleh bukti yang kuat)	“Kucing berhasil mencakar tikus, tetapi tikusnya kabur.” Hal ini berarti - kucing berhasil menangkap tikus - kucing tidak berhasil menangkap tikus - kucing memangsa tikus - kucing selalu gagal untuk mencakar tikus	B

No	Skala	Subskala	Soal	Kunci
			e. kucing dan tikus sering bertengkar	
4.	Interpretasi	Mengategorisasi (Menjelaskan makna)	Pengamatan yang dilakukan oleh Dinas Kehutanan: “Pohon jati memiliki tinggi berbeda-beda.” Ide yang sama untuk mengekspresikan kalimat tersebut adalah a. ada sebuah pohon jati yang memiliki ketinggian yang berbeda-beda b. ada sesuatu yang memiliki ketinggian yang berbeda-beda, dan itu adalah pohon jati c. pohon jati tumbuh dengan tinggi yang seragam dengan pohon lainnya d. tidak semua pohon jati memiliki ketinggian yang sama e. pohon jati tumbuh dengan berbagai ketinggian	D
5.	Analisis	Memeriksa ide-ide (mengidentifikasi hubungan konseptual antara bagian-bagian)	Di bawah ini terdapat berbagai jenis-jenis transportasi berikut ini. 1) Bus 5) Pesawat 2) Sepeda 6) Sampan 3) Mobil 7) Helikopter 4) Perahu 8) Kapal Kategorikan transportasi tersebut ke dalam kelompok yang tepat (transportasi darat, udara dan air)	C

No	Skala	Subskala	Soal	Kunci
			a. transportasi darat: bus dan sepeda; transportasi udara: mobil, perahu dan helikopter; transportasi air: pesawat, sampan dan kapal. b. transportasi darat: bus, sepeda dan sampan; transportasi udara: pesawat dan helikopter; transportasi air: perahu, kapal dan mobil c. transportasi darat: bus, sepeda dan mobil; transportasi udara: pesawat dan helikopter; transportasi air: perahu, sampan dan kapal d. transportasi darat: helikopter, sampan dan mobil; transportasi udara: pesawat dan sepeda; transportasi air: perahu, bus dan kapal. e. transportasi darat: bus, sepeda dan mobil; transportasi udara: sampan, pesawat dan helikopter; transportasi air: perahu dan kapal.	
6.	Analisis	Memeriksa ide-ide (mengidentifikasi hubungan konseptual antara bagian-bagian)	Seperti diketahui, di zaman yang serba maju ini, kebanyakan manusia lebih memilih menggunakan peralatan yang praktis. Mereka tidak ingin direpotkan dengan berbagai peralatan yang tidak praktis, dan lebih memilih yang peralatan habis pakai (habis digunakan langsung dibuang). Seperti pada minuman botol, yang saat ini sangat beragam macamnya, setelah diminum, botolnya langsung dilempar begitu saja ke tempat sampah. Masalah yang disoroti dalam paragraf di atas adalah a. keadaan di zaman yang serba maju b. sampah botol plastik yang berserakan	E

No	Skala	Subskala	Soal	Kunci
			c. kondisi manusia pada zaman serba maju d. penggunaan barang serba praktis pada zaman serba maju e. pencemaran akibat limbah plastik yang meningkat	
7.	Evaluasi	Menilai argumen (menilai premis dari sebuah argumen)	Perhatikan wacana berikut. 1) Pada siang hari, termometer yang menempel di dinding ruang tamu tepat menunjuk angka lima belas derajat Celcius. 2) Udara sangat dingin. 3) Udara dingin sangat menyiksa diriku. 4) Aku kesulitan tidur di malam hari. 5) Ketika jam dinding menunjuk pukul satu pagi, aku bisa melepaskan selimutku. Kalimat yang kurang sesuai adalah a. kalimat nomor 1 b. kalimat nomor 2 c. kalimat nomor 3 d. kalimat nomor 4 e. kalimat nomor 5	E
8.	Evaluasi	Menilai argumen (menilai premis dari sebuah argumen)	Seorang guru berpendapat bahwa “kegiatan membaca buku dapat memperluas kosa kata siswa”. Pernyataan mana yang dapat mendukung argumen ini a. banyak siswa yang memiliki ketertarikan terhadap menonton film	D

No	Skala	Subskala	Soal	Kunci
			b. beberapa siswa lebih memilih bermain video game dibandingkan dengan kegiatan membaca c. kegiatan membaca buku dapat memakan waktu yang cukup banyak d. siswa yang secara konsisten melibatkan diri dalam aktivitas membaca biasanya memiliki kosa kata yang lebih kaya e. buku sering memuat istilah-istilah baru yang jarang muncul dalam percakapan sehari-hari	
9.	Inferensi	Menarik simpulan (menentukan beberapa simpulan yang didukung oleh bukti yang kuat)	Kresna, Robby, dan Fajar selalu bermain komputer atau menonton TV. Jika Kresna bermain komputer, maka Robby menonton TV. Kresna atau Fajar bermain komputer, tetapi tidak keduanya. Manakah yang benar dari pernyataan di atas.... a. kresna bermain komputer bersama fajar, robbly menonton tv b. fajar dan kresna menonton tv, robbly bermain komputer c. kresna menonton tv bersama robbly, fajar bermain komputer d. kresna, robbly dan fajar bersama-sama bermain komputer e. robbly menonton tv saat kresna bermain komputer	E
10.	Inferensi	Menarik simpulan (menentukan beberapa simpulan yang didukung oleh bukti yang kuat)	Perhatikan paragraf berikut. 1) Dalam acara lomba kebersihan antar-kelas, kelas VIIA mendapatkan juara pertama dalam lomba. 2) Demikian juga, hasil ulangan umum semester satu kelas VIIA sangat bagus.	B

No	Skala	Subskala	Soal	Kunci
			Bagian yang hilang dari paragraf di atas dapat dideskripsikan sebagai a. kesimpulan. jadi, anak-anak kelas viia harus diikuti lomba lagi b. kesimpulan. jadi, anak-anak kelas viia berprestasi dalam akademik maupun non akademik c. kesimpulan. jadi, anak-anak kelas viia tidak patut mendapat acungan jempol d. kalimat pendukung. kalau ada lomba lagi, anak-anak kelas viia pasti dapat juara e. kalimat pendukung. anak-anak kelas xiia akan diberikan hadiah	
11.	Evaluasi	Menilai argumen (menilai premis dari sebuah argumen)	Seorang peneliti mengklaim bahwa siswa yang tidur lebih dari 8 jam/hari mendapatkan nilai ujian yang lebih baik dibandingkan siswa yang tidur kurang dari 8 jam/hari. Namun, guru mencatat bahwa beberapa siswa yang tidur kurang dari 8 jam/hari tetap memperoleh nilai tinggi. Berdasarkan informasi tersebut, manakah yang menunjukkan keraguan terhadap bukti yang diberikan peneliti a. semua siswa harus tidur lebih dari 8 jam/hari agar mendapatkan nilai tinggi b. siswa yang tidur kurang dari 8 jam/hari tidak memperoleh nilai tinggi c. faktor lain, seperti cara belajar, mungkin memengaruhi nilai ujian siswa	C

No	Skala	Subskala	Soal	Kunci
			d. tidur lebih dari 8 jam/hari tidak selalu menghasilkan nilai yang baik e. semua siswa yang tidur lebih dari 8 jam/hari akan mendapatkan nilai yang buruk	
12.	Evaluasi	Menilai argumen (menilai premis dari sebuah argumen)	Seorang ilmuwan melakukan penelitian mengenai kebiasaan siswa SMA. Hasil survei menunjukkan bahwa siswa yang belajar berkelompok dengan bimbingan guru memiliki pemahaman yang lebih baik daripada siswa yang belajar mandiri. Namun, survei juga menunjukkan bahwa siswa yang belajar mandiri juga mendapatkan hasil yang baik. Berdasarkan informasi tersebut, pernyataan berikut yang merupakan alternatif yang mungkin untuk meningkatkan pemahaman siswa di kelas adalah a. semua siswa harus belajar mandiri agar hasil seragam b. mendorong siswa untuk belajar secara mandiri dan berkelompok dengan bimbingan guru c. mengurangi waktu belajar kelompok dan meningkatkan waktu belajar mandiri d. memberikan materi yang susah agar siswa merasa tertantang e. menerapkan kebijakan bahwa hanya belajar secara berkelompok saja yang diperbolehkan	B

No	Skala	Subskala	Soal	Kunci
13.	Inferensi	Menarik simpulan (menentukan beberapa simpulan yang didukung oleh bukti yang kuat)	Seorang peneliti menemukan bahwa siswa yang belajar dengan mendengarkan musik saat belajar mendapatkan hasil yang lebih baik. Namun, beberapa siswa tetap berprestasi tinggi tanpa mendengarkan musik. Alternatif manakah yang dapat meningkatkan hasil belajar siswa - mendorong semua siswa untuk mendengarkan musik selama belajar - menerapkan metode belajar dengan dan tanpa musik secara bergantian - mengurangi waktu mendengarkan musik saat belajar - memfokuskan pada belajar tanpa musik - menyediakan lebih banyak tugas individu tanpa musik	B
14.	Inferensi	Menarik simpulan (menentukan beberapa simpulan yang didukung oleh bukti yang kuat)	Dari lima bersaudara yaitu Dharma, Prema, Shanti, Ahimsa, dan Sathya, yang paling tinggi adalah Dharma. Prema kalah tinggi dibandingkan dengan Shanti, namun, Prema sama tingginya dengan Ahimsa, sedangkan Ahimsa lebih tinggi dibandingkan Sathya. Simpulan yang benar adalah - shanthi lebih tinggi dibandingkan ahimsa - sathya lebih tinggi dibandingkan prema - prema sama tinggi dengan sathya - dharma kalah tinggi daripada shanti - dharma sama tinggi dengan sathya	A

No	Skala	Subskala	Soal	Kunci
15.	Inferensi	Menarik simpulan (menentukan beberapa simpulan yang didukung oleh bukti yang kuat)	Permen yang dibungkus dalam kemasan menarik sangat laris terjual. Permen X dibungkus dalam kemasan berwarna merah menyala. Menurut anak-anak, warna merah menyala sangatlah menarik. Manakah yang juga harus benar, jika semua yang di atas benar - permen x laris terjual di kalangan orang dewasa - permen x laris terjual di wilayah dengan populasi sedikit anak-anak - permen x kurang laris terjual di kalangan anak-anak - permen x laris terjual di kalangan anak-anak - permen x laris terjual karena kemasan yang tidak menarik	D
16.	Inferensi	Menarik simpulan (menentukan beberapa simpulan yang didukung oleh bukti yang kuat)	Pesan: "Terry, jangan engkau cemas. Kamu akan tamat perguruan tinggi suatu hari. Kamu adalah seorang mahasiswa, bukan? Dan semua mahasiswa akan tamat cepat atau lambat." Asumsikan semua pernyataan pendukung benar, klaim (simpulan) dari pesan ini - benar - kemungkinan besar benar - kemungkinan besar salah - salah - tidak dapat dipastikan	A
17.	Evaluasi	Menilai argumen (menilai premis dari sebuah argumen)	Seorang produsen suplemen kesehatan menyatakan bahwa produknya mampu meningkatkan daya tahan tubuh sebesar 50% dalam waktu satu	A

No	Skala	Subskala	Soal	Kunci
			minggu. Langkah apa yang paling logis untuk menilai kebenaran dari pernyataan ini - mengkaji studi ilmiah yang mendukung klaim dari produsen - meninjau ulasan pengguna produk di platform e-commerce - memercayai klaim karena dipromosikan oleh tokoh terkenal - mencoba produk tersebut untuk melihat hasilnya sendiri - menanyakan pendapat teman yang sudah menggunakannya	
18.	Evaluasi	Menilai argumen (menilai premis dari sebuah argumen)	Perhatikan pernyataan berikut: Ada pengendara sepeda motor memakai sepatu. Budi sedang memakai helm. Jadi, budi pasti seorang pengendara sepeda motor. Asumsikan semua premis (kalimat pendukung) benar, maka klaim (simpulan) dari pesan ini - benar - kemungkinan besar benar - kemungkinan besar salah - salah - tidak dapat dipastikan	D
19.	Analisis	Memeriksa ide-ide (mengidentifikasi hubungan konseptual antara bagian-bagian)	Perhatikan wacana berikut. (1) Tanaman mangga menghasilkan oksigen dalam proses fotosintesis. (2) Gas oksigen merupakan gas yang penting dihasilkan dalam fotosintesis oleh tanaman beringin. (3) Beberapa tanaman memerlukan	C

No	Skala	Subskala	Soal	Kunci
			karbondioksida agar proses fotosintesis dapat berlangsung. (4) Pada proses fotosintesis, selain menghasilkan gas oksigen, tanaman juga menghasilkan karbohidrat. (5) Semua tanaman menghasilkan oksigen dalam proses fotosintesis. Asumsikan klaim (simpulan) dari wacana di atas benar, premis (kalimat pendukung) yang tidak mendukung klaim (simpulan) adalah nomor a. 1 b. 2 c. 3 d. 4 e. 5	
20.	Evaluasi	Menilai argumen (menilai premis dari sebuah argumen)	Perhatikan argumen berikut. (1) Semua penderita penyakit jantung tidak boleh berolahraga berat. (2) Budi menderita sakit jantung. (3) Jadi, Budi boleh berolah raga berat. Kalimat yang kurang tepat terletak pada kalimat a. 1 b. 2 c. 3 d. 1 dan 3 e. 2 dan 3	C

No	Skala	Subskala	Soal	Kunci																
21.	Penjelasan	Menyatakan hasil (dimaksudkan untuk menghasilkan pernyataan, deskripsi atau representasi yang kuat tentang hasil dari aktivitas penalaran seseorang yang meliputi menganalisis, mengevaluasi, menyimpulkan, atau memonitor hasil-hasil)	Tabel berikut adalah data anak yang putus sekolah dari tingkat SD, SMP dan SMA. <table><tr><th>No.</th><th>Tingkat Pendidikan</th><th>1990 (%)</th><th>1992 (%)</th></tr><tr><td>1</td><td>SD</td><td>6,55</td><td>6,78</td></tr><tr><td>2</td><td>SMP</td><td>8,30</td><td>9,48</td></tr><tr><td>3</td><td>SMA</td><td>31,54</td><td>33,5</td></tr></table> Pernyataan yang sesuai berdasarkan data tabel di atas adalah a. tahun 1992, anak putus sekolah smp lebih tinggi dibandingkan sma b. anak putus sekolah sd lebih sedikit dibandingkan dengan smp dan sma c. anak putus sekolah smp dan sma sebanding dengan anak putus sekolah sd d. setiap tingkatan pendidikan tidak mengalami kenaikan anak putus sekolah e. peningkatan anak putus sekolah sma selama dua tahun sangat mencolok	No.	Tingkat Pendidikan	1990 (%)	1992 (%)	1	SD	6,55	6,78	2	SMP	8,30	9,48	3	SMA	31,54	33,5	B
No.	Tingkat Pendidikan	1990 (%)	1992 (%)																	
1	SD	6,55	6,78																	
2	SMP	8,30	9,48																	
3	SMA	31,54	33,5																	
22.	Interpretasi	Mengategorisasi (Menjelaskan makna)	Penelitian pada “Hari Berlatih Pra-Olimpiade” di SMP Maha Sakti menunjukkan bahwa siswa yang hadir saat hari berlatih pra-olimpiade setiap hari selama 1 bulan (30 kali) memiliki kesiapan mengikuti lomba rata-rata 98%. Penelitian menunjukkan pula bahwa siswa yang hadir	A																

No	Skala	Subskala	Soal	Kunci
			hanya 20 kali selama 1 bulan memiliki kesiapan mengikuti lomba rata-rata 80%, dan siswa yang datang hanya 17 kali selama 1 bulan rata-rata 74%. Berdasarkan paragraf di atas, pernyataan yang dapat dibuat adalah - semakin sering siswa datang saat “hari berlatih pra-olimpiade,” semakin tinggi tingkat kesiapan siswa untuk mengikuti lomba - siswa dengan tingkat kesiapan lebih dari 90% cenderung memiliki keunggulan dalam lomba - kehadiran siswa yang lebih sedikit dari 20 kali tetap bisa menghasilkan kesiapan di atas rata-rata - tingkat kesiapan siswa yang hadir 30 kali dapat menurun jika pelatihan dilakukan dalam kondisi kurang ideal - semua siswa dengan tingkat kesiapan di bawah 80% memiliki peluang yang sama untuk memenangkan lomba	
23.	Analisis	Memeriksa ide-ide (mengidentifikasi hubungan konseptual antara bagian-bagian)	Berikut adalah prosedur yang benar untuk menyiram tanaman: - Memastikan kondisi tanah untuk mengetahui apakah tanaman membutuhkan penyiraman - Mengambil air dari wadah yang telah disediakan - Menggunakan wadah penyiram untuk mendistribusikan air secara merata ke tanah di sekitar tanaman - Menyiram daun tanpa memeriksa kebutuhan air pada tanah.	C

No	Skala	Subskala	Soal	Kunci
			V. Menyiram tanaman hanya pada siang hari saat matahari sedang terik. Berdasarkan prosedur di atas, kombinasi langkah yang tepat dalam menyiram tanaman adalah - I, III dan V - II, IV, dan V - I, II, dan III - IV dan V - I, III, dan V	
24.	Evaluasi	Menilai argumen (menilai premis dari sebuah argumen)	Dalam sebuah diskusi kelas, guru mengajak siswa untuk berbicara tentang pentingnya olahraga dalam kehidupan sehari-hari. Salah seorang siswa bernama Rina, berpendapat bahwa olahraga sangat penting karena dapat menjaga kesehatan fisik dan mental. Di sisi lain, temannya yang bernama Andi, berargumen bahwa tidak semua orang perlu berolahraga secara rutin karena ada banyak cara lain untuk menjaga kesehatan. Dari argumen yang disajikan oleh Rina dan Andi, mana dari argumen berikut yang paling kuat untuk mendukung pendapat Rina tentang pentingnya olahraga? - olahraga dapat membantu mencegah berbagai penyakit, seperti obesitas dan diabetes - banyak orang yang tidak suka berolahraga, sehingga mereka lebih baik tidak melakukannya	A

No	Skala	Subskala	Soal	Kunci
			c. olahraga adalah cara terbaik untuk bersosialisasi dengan teman-teman d. terdapat banyak bentuk aktivitas fisik lain yang juga dapat bermanfaat bagi kesehatan e. olahraga hanya diperlukan oleh atlet profesional yang memerlukannya untuk berkompetisi	
25.	Penjelasan	Menyatakan hasil (dimaksudkan untuk menghasilkan pernyataan, deskripsi atau representasi yang kuat tentang hasil dari aktivitas penalaran seseorang yang meliputi menganalisis, mengevaluasi, menyimpulkan, atau memonitor hasil-hasil)	“Dua orang sahabat bernama Rain dan Miko, mereka sangat dekat. Suatu hari Miko mencuri uang di sekolahnya sebesar Rp. 25.000.000,- untuk membeli motor baru. Miko menceritakan hal tersebut kepada Rain sahabat baiknya. Hanya Rain yang tahu rahasia pencurian Miko. Rain bimbang untuk menentukan pilihan, apakah akan menjaga kerahasiaan tersebut yang akan menjaga persahabatannya juga, atau akan memilih melaporkan kepada pihak yang berwajib karena uang tersebut sangat di butuhkan pihak sekolah untuk merenovasi kelas yang rusak dan sekaligus akan menghancurkan persahabatan mereka.” Penilaian terbaik dari paragraf di atas adalah a. pemikiran bagus, karena kerahasiaan tidak dapat dikompromikan b. pemikiran bagus, karena dalam paragraf konflik yang terjadi abstrak c. pemikiran buruk, karena orang tersebut memilih salah satu nilai di atas d. pemikiran buruk, karena belum adanya upaya untuk bersikap tegas pada pilihannya e. pemikiran buruk, karena persahabatan harus tetap dijaga walaupun keadaannya sudah tidak memungkinkan	D

Instrumen Non-Tes

Kisi-Kisi Kuesioner Pendapat Siswa Terhadap Model Pembelajaran Yang Diterapkan

No.	Dimensi	Indikator	Skala				
			1	2	3	4	5
1	Pemahaman konsep kimia	1) Model pembelajaran membantu saya memahami konsep yang dipelajari dengan lebih baik.					
		2) Saya dapat menjelaskan kembali konsep yang telah saya pelajari kepada orang lain.					
		3) Saya merasa lebih percaya diri dalam mengerjakan soal-soal terkait konsep yang dipelajari.					
		4) Saya dapat menghubungkan konsep yang dipelajari dengan pengalaman nyata.					
2	Peningkatan keterampilan berpikir kritis	5) Model pembelajaran mendorong saya untuk berpikir lebih kritis dalam memecahkan masalah.					
		6) Saya dapat menganalisis suatu fenomena secara lebih mendalam.					
		7) Saya mampu mengevaluasi informasi ilmiah dan menyusun argumen berbasis bukti.					
		8) Saya dapat menemukan berbagai alternatif solusi terhadap suatu permasalahan.					
3	Kemampuan pemecahan masalah	9) Model pembelajaran membantu saya mengidentifikasi masalah dalam topik sains/kimia.					
		10) Saya dapat menyusun strategi yang efektif untuk menyelesaikan suatu masalah.					
		11) Saya mampu bekerja secara sistematis dalam mencari solusi yang tepat.					
		12) Saya dapat menggunakan data atau fakta ilmiah dalam menyusun solusi terhadap suatu permasalahan.					
4	Keterampilan berpikir kreatif dan inovatif	13) Saya dapat menemukan ide-ide baru dalam menyelesaikan masalah dalam pembelajaran ini.					
		14) Model pembelajaran membantu saya berpikir secara kreatif.					

		15) Saya mampu membuat hubungan antara sains/kimia dan bidang lain.					
		16) Saya merasa tertantang untuk menemukan solusi yang lebih baik dalam eksperimen atau tugas yang diberikan.					
5	Keterampilan kolaborasi dan komunikasi	17) Saya lebih aktif dalam berdiskusi dan bekerja sama dengan teman dalam kelompok.					
		18) Model pembelajaran membantu saya mengembangkan keterampilan komunikasi yang lebih baik.					
		19) Saya merasa nyaman menyampaikan pendapat dan ide dalam pembelajaran ini.					
		20) Saya dapat memahami perspektif orang lain saat bekerja dalam tim.					
6	Motivasi dan keterlibatan dalam pembelajaran	21) Saya lebih termotivasi untuk belajar karena model pembelajaran ini menarik.					
		22) Saya merasa lebih antusias saat mengikuti pembelajaran berbasis proyek.					
		23) Model pembelajaran ini membuat saya ingin mencari tahu lebih dalam tentang materi yang dipelajari.					
		24) Saya lebih menikmati pembelajaran dibandingkan dengan metode pembelajaran sebelumnya.					
7	Kemandirian dalam belajar	25) Saya dapat belajar secara mandiri tanpa selalu bergantung pada guru.					
		26) Saya mampu mencari informasi tambahan untuk memahami materi lebih dalam.					
		27) Saya lebih percaya diri dalam mencoba menyelesaikan masalah sebelum meminta bantuan guru.					
		28) Saya merasa model pembelajaran ini membantu saya menjadi pembelajar yang lebih mandiri.					
8	Relevansi pembelajaran dengan dunia nyata	29) Model pembelajaran ini membantu saya memahami bagaimana konsep sains/kimia diterapkan dalam kehidupan sehari-hari.					
		30) Saya dapat melihat manfaat belajar sains/kimia dalam berbagai bidang pekerjaan atau industri.					

		31) Masalah yang diberikan dalam pembelajaran ini relevan dengan tantangan dunia nyata.					
		32) Saya merasa model pembelajaran ini menyiapkan saya untuk menghadapi permasalahan di dunia nyata.					



Lampiran 04. Hasil Uji Coba Instrumen

1. Uji Teoritis Instrumen

- Modul Ajar (Model Pembelajaran Berbasis Proyek)

Butir Soal	Validator			S ₁	S ₂	S ₃	Σs	n(c-1)	V	Ket.
	I	II	III							
1 s/d 19	83	85	86	64	66	67	197	266	0.7406015	Tinggi

- Modul Ajar (Model Pembelajaran PjBL Berbasis STEAM Berbantuan *Scaffolding* Adaptif)

Butir Soal	Validator			S ₁	S ₂	S ₃	Σs	n(c-1)	V	Ket.
	I	II	III							
1 s/d 19	82	86	86	63	67	67	197	266	0.7406015	Tinggi

- Soal Penguasaan Konsep

Butir Soal	Validator			S ₁	S ₂	S ₃	Σs	n(c-1)	V	Ket.
	I	II	III							
1 s/d 25	118	121	122	93	96	97	286	350	0.81714286	Sangat Tinggi

2. Uji Validitas Empiris Penguasaan Konsep

- Uji Validitas Soal

Soal	r _{hitung}	r _{tabel}	Keterangan
1	0,34433	0,2058	Valid
2	0,44537	0,2058	Valid
3	0,76858	0,2058	Valid
4	0,586799	0,2058	Valid
5	0,755797	0,2058	Valid
6	0,698915	0,2058	Valid
7	0,638233	0,2058	Valid
8	0,722228	0,2058	Valid
9	0,302275	0,2058	Valid
10	0,57089	0,2058	Valid
11	0,682703	0,2058	Valid
12	0,222664	0,2058	Valid
13	0,780095	0,2058	Valid
14	0,547613	0,2058	Valid
15	0,762796	0,2058	Valid
16	0,465954	0,2058	Valid
17	0,879072	0,2058	Valid
18	0,496719	0,2058	Valid
19	0,830932	0,2058	Valid
20	0,810988	0,2058	Valid
21	0,90876	0,2058	Valid
22	0,73698	0,2058	Valid
23	0,652707	0,2058	Valid
24	0,713492	0,2058	Valid
25	0,419037	0,2058	Valid

- Uji Reliabilitas

Rata-Rata Skor Total	n	Varians Skor Total	Reliabilitas KR 21	Tingkat Reliabilitas
18,1	25	41,3	0,92	Sangat Tinggi

- Tingkat Kesukaran

Soal	Indeks Kesukaran	Keterangan
1	0,8769	Mudah
2	0,6923	Sedang
3	0,8615	Mudah
4	0,8769	Mudah
5	0,8769	Mudah
6	0,8923	Mudah
7	0,8769	Mudah
8	0,8307	Mudah
9	0,2923	Sukar
10	0,6923	Sedang
11	0,6769	Sedang
12	0,2923	Sukar
13	0,6923	Sedang
14	0,7538	Mudah
15	0,800	Mudah
16	0,7384	Mudah
17	0,8153	Mudah
18	0,6615	Sedang
19	0,7846	Mudah
20	0,7538	Mudah
21	0,7692	Mudah
22	0,7846	Mudah
23	0,7384	Mudah
24	0,7846	Mudah
25	0,2923	Sukar

- Daya Pembeda

Soal	Daya Pembeda (D)	Keterangan
1	0,18	Buruk
2	0,27	Cukup
3	0,30	Cukup
4	0,25	Cukup
5	0,25	Cukup
6	0,21	Buruk
7	0,25	Cukup
8	0,39	Cukup
9	0,20	Buruk
10	0,44	Baik
11	0,76	S. Baik
12	0,29	Cukup
13	0,71	S. Baik
14	0,35	Cukup
15	0,39	Cukup
16	0,13	Buruk
17	0,44	Baik
18	0,45	Baik
19	0,53	Baik
20	0,53	Baik
21	0,57	Baik
22	0,53	Baik
23	0,49	Baik
24	0,44	Baik
25	0,38	Cukup

Lampiran 05. Hasil Analisis Data Kuesioner

Tabel Hasil Kuesioner Kelas Eksperimen

Interval	Kategori	Frekuensi	Persentase %
84-100	Sangat Setuju	11	15,498
68-83	Setuju	33	45,186
52-67	Netral	25	33,91
36-51	Tidak Setuju	3	4,35
20-35	Sangat Tidak Setuju	1	1,056
Total		73 orang	100

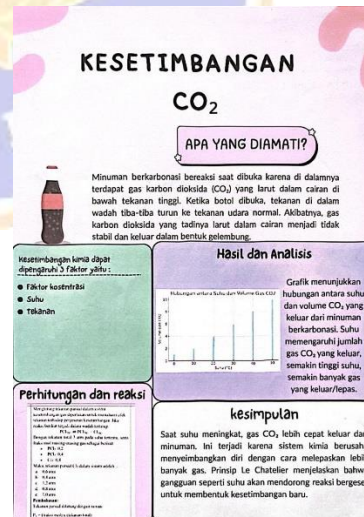
Tabel Hasil Kuesioner Kelas Kontrol

Interval	Kategori	Frekuensi	Persentase (%)
84-100	Sangat Setuju	12	16,417
68-83	Setuju	21	29,886
52-67	Netral	28	39,657
36-51	Tidak Setuju	6	8,715
20-35	Sangat Tidak Setuju	4	5,062
Total		71 orang	100

Lampiran 06. Dokumentasi Penelitian



Poster Kelompok Kontrol



Poster Kelompok Eksperimen

RIWAYAT HIDUP



Yesi Aprilita Br Barus lahir di Juma padang pada 18 April 2002. Penulis merupakan putri dari pasangan Munir Barus dan Riahta Br Tarigan. Beragama Kristen Protestan dan berkewarganegaraan Indonesia. Penulis memulai pendidikan formal di SD Negeri 044838 Tangkidik dan lulus pada tahun 2014, kemudian melanjutkan ke SMP Negeri 1 Barusjahe dan lulus pada tahun 2017. Pendidikan menengah atas ditempuh di SMA Negeri 1 Berastagi dan lulus pada tahun 2020. Pada tahun 2021, penulis diterima sebagai mahasiswa di Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Ganesha. Pada semester akhir tahun 2025, penulis telah menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Pengaruh Model Pembelajaran *Project-Based Learning* (PjBL) Berbasis STEAM Berbantuan *Scaffolding* Adaptif Terhadap Penguasaan Konsep Kimia dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA”**.