



LAMPIRAN

Lampiran 01. Analisis Konsep Larutan Penyangga

ANALISIS KONSEP LARUTAN PENYANGGA

Label Konsep	Definisi Konsep	Jenis Konsep	Atribut		Posisi Konsep			Contoh	Non-contoh
			Kritis	Variabel	Supra-ordinat	Koor-dinat	Subor-dinat		
Larutan penyangga	Larutan yang mengandung pasangan zat terlarut yaitu pasangan asam lemah dan garamnya dari basa kuat (basa konjugat) atau basa lemah dan garamnya dari asam kuat (asam konjugat) yang dapat mempertahankan pH hampir konstan ketika ditambahkan sedikit asam atau basa.	K	<ul style="list-style-type: none"> Pasangan asam lemah dan garamnya dari basa kuat (basa konjugat) atau basa lemah dan garamnya dari asam kuat (asam konjugat) Mempertahankan pH konstan ketika ditambahkan sedikit asam/basa Menyerap ion H^+ dari asam kuat 	<ul style="list-style-type: none"> Jenis asam-basa konjugasi Konsentrasi pasangan asam-basa konjugasi Perubahan pH larutan 	<ul style="list-style-type: none"> Keseimbangan ion dalam larutan 	<ul style="list-style-type: none"> Hidrolisis garam Reaksi pengendapan Kelarutan suatu zat 	<ul style="list-style-type: none"> Larutan penyangga asam Larutan penyangga basa 	<ul style="list-style-type: none"> Larutan penyangga yang dibuat dari $CH_3COOH + CH_3COONa$ (komponen penyangganya adalah asam lemah CH_3COOH dan basa konjugasinya CH_3COO^- dari garamnya) 	<ul style="list-style-type: none"> Larutan yang dibuat dari pencampuran HCl dan $NaOH$

			atau ion OH^- dari basa kuat						
Larutan penyangga asam	Larutan yang mengandung pasangan asam lemah dan anion dari garam asam lemah dan garamnya dari basa kuat (basa konjugat) yang dapat mempertahankan pH larutan hampir konstan ketika ditambahkan sedikit asam atau basa.	K	<ul style="list-style-type: none"> Larutan yang mengandung asam lemah dan basa konjugasinya Mempertahankan pH konstan ketika ditambahkan sedikit asam/basa 	<ul style="list-style-type: none"> Konsentrasi asam lemah-basa konjugasi Perubahan pH larutan 	Larutan penyangga	Larutan penyangga basa		Larutan penyangga yang dibuat dari $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$ (komponen penyangganya adalah asam lemah CH_3COOH dan basa konjugasi CH_3COO^- dari garamnya)	Larutan penyangga yang dibuat dari $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$ (komponen penyangganya adalah NH_4OH dan NH_4^+ dari garamnya)
Larutan penyangga basa	Larutan yang mengandung pasangan basa lemah dan garamnya dari asam kuat (asam konjugat) yang dapat mempertahankan pH larutan hampir konstan ketika ditambahkan sedikit asam atau basa.	K	<ul style="list-style-type: none"> Larutan yang mengandung basa lemah dan asam konjugasinya Mempertahankan pH konstan ketika ditambahkan sedikit 	<ul style="list-style-type: none"> Konsentrasi basa lemah-asam konjugasinya Perubahan pH larutan 	Larutan penyangga	Larutan penyangga asam		Larutan penyangga yang dibuat dari $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$ (komponen penyangganya adalah basa lemah NH_4OH dan asam konjugasi NH_4^+ dari garamnya)	Larutan penyangga yang dibuat dari $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$ (komponen penyangganya adalah CH_3COOH dan CH_3COO^-)

pH larutan penyangga asam	Logaritma negatif dari molaritas ion H^+ dalam larutan yang diperhitungkan dari sistem kesetimbangan dengan kehadiran ion senama dengan rumus: $pH = pK_a + \log \frac{[garam]}{[asam\ lemah]}$	BP	<ul style="list-style-type: none"> Logaritma negatif molaritas ion H^+ 	<ul style="list-style-type: none"> Konsentrasi asam lemah-basa konjugasi Harga K_a 	Larutan penyangga	<ul style="list-style-type: none"> pH larutan penyangga basa 		<p>pH larutan penyangga CH_3COONa 50 mL 0,2 M dan 50 mL CH_3COOH 0,1 M ($K_a = 1,8 \times 10^{-5}$): $pH = pK_a + \log \frac{[garam]}{[asam\ lemah]}$ $pH = 4,74 + (-0,3) = 4,44$</p>	<p>pH larutan penyangga CH_3COONa 50 mL 0,2 M dan 50 mL CH_3COOH 0,1 M ($K_a = 1,8 \times 10^{-5}$): $pH = pK_a - \log \frac{[asam\ lemah]}{[garam]}$ $pH = 4,74 - (-0,3) = 4,44$ $pH = pK_a + \log \frac{[asam\ lemah]}{[garam]}$ $pH = 4,74 - (-0,3) = 5,04$</p>
pH larutan penyangga basa	Logaritma negatif dari konsentrasi ion OH^- dalam larutan yang diprhitungkan dari sistem kesetimbangan dengan kehadiran ion senama dengan rumus: $pOH = pK_b + \log$	BP	<ul style="list-style-type: none"> Logaritma negatif molaritas ion OH^- 	<ul style="list-style-type: none"> Konsentrasi basa lemah-asam konjugasi Harga K_b 	Larutan penyangga	<ul style="list-style-type: none"> pH larutan penyangga asam 		<p>pH larutan penyangga NH_4OH 50 mL 0,1 M ($K_b = 1,8 \times 10^{-5}$) dan NH_4Cl 50 mL 0,2 M: $pOH = pK_b + \frac{[garam]}{[basa\ lemah]}$ $pOH = 4,74 +$</p>	<p>pH larutan penyangga NH_4OH 50 mL 0,1 M ($K_b = 1,8 \times 10^{-5}$) dan NH_4Cl 50 mL 0,2 M: $pOH = pK_b - \frac{[basa\ lemah]}{[garam]}$</p>

	$\frac{[garam]}{[asam\ lemah]}$ $pH = 14 - pOH$							$(-0,3) = 4,44$ $pH = 14 - 4,44$ $= 9,56$	$pOH = 4,74 - (-0,3) = 5,04$ $pH = 14 - 5,04 = 8,96$
Ketahanan larutan penyangga asam terhadap penambahan asam	Larutan penyangga asam mampu mempertahankan pH dari penambahan asam melalui reaksi anion garam (asam konjugat) dengan ion H^+ bebas dari asam yang ditambahkan, membentuk H^+ terikat dalam bentuk molekul asam lemah.	K	<ul style="list-style-type: none"> Mempertahankan pH hampir konstan 	<ul style="list-style-type: none"> Jumlah penambahan asam 	<ul style="list-style-type: none"> Larutan penyangga 	Ketahanan larutan penyangga asam terhadap penambahan basa		Penambahan mL larutan HCl 0,1 M ke dalam larutan penyangga yang terbentuk dari 50 mL larutan CH_3COOH 0,1 M yang dicampurkan dengan 50 mL larutan CH_3COONa 0,1 M, ion H^+ dari HCl akan bereaksi dengan ion CH_3COO^- menghasilkan CH_3COOH . $CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COOH_{(aq)}$ menggeser kesetimbangan $CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)}$	Penambahan mL larutan HCl 0,1 M ke dalam larutan penyangga yang terbentuk dari 50 mL larutan CH_3COOH 0,1 M yang dicampurkan dengan 50 mL larutan CH_3COONa 0,1 M, ion H^+ dari HCl akan bereaksi dengan CH_3COOH menghasilkan ion H^+ . $CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COOH_{(aq)}$ menggeser kesetimbangan $CH_3COOH_{(aq)}$

							+ H ⁺ _(aq) ke arah pembentukan CH ₃ COOH.	⇌ CH ₃ COO ⁻ _(aq) + H ⁺ _(aq) ke arah pembentukn H ⁺ .
Ketahanan larutan penyangga basa terhadap penambahan asam	Larutan penyangga basa mampu mempertahankan pH dari penambahan asam melalui reaksi molekul basa lemah dengan ion H ⁺ bebas dari asam yang ditambahkan membentuk H ⁺ terikat dalam bentuk kation garam (asam konjugat).	K	<ul style="list-style-type: none"> Mempertahankan pH hampir konstan 	<ul style="list-style-type: none"> Jumlah penambahan asam 	<ul style="list-style-type: none"> Larutan penyangga 	<ul style="list-style-type: none"> Ketahanan larutan penyangga asam terhadap penambahan basa 	<p>Penambahan mL larutan HCl 0,1 M ke dalam larutan penyangga yang terbentuk dari 50 mL larutan NH₄OH 0,1 M yang dicampurkan dengan 50 mL larutan NH₄Cl 0,1 M, ion H⁺ dari HCl akan bereaksi dengan NH₄OH membentuk NH₄⁺.</p> $\text{NH}_4\text{OH}_{(aq)} + \text{H}^+_{(aq)} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+_{(aq)}$ <p>Pengurangan ion OH⁻ akan</p>	<p>Penambahan mL larutan HCl 0,1 M ke dalam larutan penyangga yang terbentuk dari 50 mL larutan NH₄OH 0,1 M yang dicampurkan dengan 50 mL larutan NH₄Cl 0,1 M, ion H⁺ dari HCl akan bereaksi dengan NH₄⁺ membentuk NH₄OH.</p> $\text{NH}_4\text{OH}_{(aq)} + \text{H}^+_{(aq)} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+_{(aq)}$

								dikembalikan melalui ionisasi basa lemah sesuai dengan persamaan $\text{NH}_4\text{OH}_{(aq)} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$.	
Ketahanan larutan penyangga asam terhadap penambahan basa	Larutan penyangga asam mampu mempertahankan pH dari penambahan basa melalui reaksi molekul asam lemah dengan ion OH^- dari basa yang ditambahkan membentuk OH^- terikat dalam bentuk anion garam (basa konjugat)	K	<ul style="list-style-type: none"> Mempertahankan pH hampir konstan 	<ul style="list-style-type: none"> Jumlah penambahan basa 	<ul style="list-style-type: none"> Larutan penyangga 	Ketahanan larutan penyangga basa terhadap penambahan asam		Penambahan mL larutan NaOH 0,1 M ke dalam larutan penyangga yang terbentuk dari 50 mL larutan CH_3COOH 0,1 M yang dicampurkan dengan 50 mL larutan CH_3COONa 0,1 M, CH_3COOH akan bereaksi dengan ion OH^- dari NaOH menghasilkan CH_3COO^- dan	Penambahan mL larutan NaOH 0,1 M ke dalam larutan penyangga yang terbentuk dari 50 mL larutan CH_3COOH 0,1 M yang dicampurkan dengan 50 mL larutan CH_3COONa 0,1 M, CH_3COO^- akan bereaksi dengan ion OH^- dari NaOH menghasilkan CH_3COOH .

							<p>air.</p> $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{aq})}$ <p>Penambahan OH^- menggeser kesetimbangan $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})} + \text{H}^+_{(\text{aq})}$ ke arah pembentukan CH_3COO^-</p>	$\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$ <p>Penambahan OH^- menggeser kesetimbangan $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})} + \text{H}^+_{(\text{aq})}$ ke arah pembentukan CH_3COOH</p>
Ketahanan larutan penyangga basa terhadap penambahan basa	Larutan penyangga basa mampu mempertahankan pH dari penambahan basa melalui reaksi kation garam dengan ion OH^- dari basa yang ditambahkan membentuk OH^- terikat dalam bentuk molekul basa lemah.	K	<ul style="list-style-type: none"> Mempertahankan pH hampir konstan 	<ul style="list-style-type: none"> Jumlah penambahan basa 	<ul style="list-style-type: none"> Larutan penyangga 	<ul style="list-style-type: none"> Pengaruh penambahan asam terhadap larutan penyangga 	<p>Penambahan mL larutan NaOH 0,1 M ke dalam larutan penyangga yang terbentuk dari 50 mL larutan NH_4OH 0,1 M yang dicampurkan dengan 50 mL larutan NH_4Cl 0,1 M, ion OH^- dari NaOH akan bereaksi</p>	<p>Penambahan mL larutan NaOH 0,1 M ke dalam larutan penyangga yang terbentuk dari 50 mL larutan NH_4OH 0,1 M yang dicampurkan dengan 50 mL larutan NH_4Cl 0,1 M, ion OH^- dari NaOH akan</p>

							<p>dengan ion NH_4^+ menghasilkan NH_4OH.</p> $\text{NH}_4^+_{(\text{aq})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{OH}_{(\text{aq})}$ <p>Penambahan basa ke dalam larutan tersebut menggeser kesetimbangan $\text{NH}_4^+_{(\text{aq})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{OH}_{(\text{aq})}$ ke arah pembentukan NH_4OH</p>	<p>bereaksi dengan ion NH_4OH menghasilkan NH_4^+.</p> $\text{NH}_4^+_{(\text{aq})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{OH}_{(\text{aq})}$
Sistem penyangga karbonat	Sistem penyangga yang terdiri atas komponen asam karbonat dan ion bikarbonat	K	<ul style="list-style-type: none"> Larutan penyangga Asam karbonat-ion bikarbonat 	Jumlah masing-masing komponen sistem	<ul style="list-style-type: none"> Larutan penyangga 	<ul style="list-style-type: none"> Pengaruh penambahan asam terhadap larutan penyangga 	Sistem penyangga karbonat yang terdapat dalam darah	Sistem penyangga karbonat dalam kelenjar keringat
Sistem penyangga fosfat	Sistem penyangga yang terdiri atas komponen ion dihidrogenfosfat dan monohidrogenfosfat.	K	<ul style="list-style-type: none"> Larutan penyangga Ion dihidrogen fosfat-monohidro 	Jumlah masing-masing komponen sistem	<ul style="list-style-type: none"> Larutan penyangga 	<ul style="list-style-type: none"> Pengaruh penambahan asam terhadap larutan penyangga 	Sistem penyangga fosfat dalam cairan intrasel	Sistem penyangga fosfat dalam air mata

			genfosfat			a			
Sistem penyangga protein	Sistem penyangga yang terdiri atas asam amino dalam bentuk zwitter ion yang memiliki struktur berbeda di suasana asam maupun basa	K	<ul style="list-style-type: none"> • Larutan penyangga • Zwitter ion 	Jumlah masing-masing komponen sistem	<ul style="list-style-type: none"> • Larutan penyangga 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengaruh penambahan asam terhadap larutan penyangga 		Sistem penyangga asam amino dalam plasma darah	Sistem penyangga asam amino dalam lemak tubuh



Lampiran 02. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

I. Identitas

Satuan Pendidikan	: SMA
Mata Pelajaran	: Kimia
Kelas/Semester	: XI-MIPA/2
Alokasi Waktu	: 8 x 45 menit
Topik	: Larutan Penyangga

II. Kompetensi Inti

- KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya
- KI 2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli, (gotong royong, kerja sama, toleransi, damai), santun, responsif dan proaktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
- KI 3 : Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
- KI 4 : Mengolah, menalar, menyaji, dan mencipta dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.

III. Kompetensi Dasar dan Indikator

KD dari KI 1:

- 1.1 Menyadari adanya keteraturan dari sifat hidrokarbon, termokimia, laju reaksi, kesetimbangan kimia, larutan dan koloid sebagai wujud kebesaran Tuhan YME dan pengetahuan tentang adanya keteraturan tersebut sebagai hasil pemikiran kreatif manusia yang kebenarannya bersifat tentatif.

Indikator:

1.1.1 Menyadari sifat larutan penyangga sebagai wujud kebesaran Tuhan.

KD dari KI 2:

2.1 Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu, disiplin, jujur, objektif, terbuka, mampu membedakan fakta dan opini, ulet, teliti, bertanggung jawab, kritis, kreatif, inovatif, demokratis, komunikatif) dalam merancang dan melakukan percobaan serta berdiskusi yang diwujudkan dalam sikap sehari-hari.

Indikator:

2.1.1 Menunjukkan rasa ingin tahu, antusiasme dan disiplin

2.1.2 Menunjukkan perilaku objektif (jujur dan terbuka)

2.1.3 Menunjukkan perilaku ulet dan teliti

2.1.4 Bersikap kritis

2.1.5 Bersikap kreatif dan inovatif

2.1.6 Menunjukkan perilaku komunikatif dan demokratis

2.1.7 Bertanggung jawab

2.2 Menunjukkan perilaku kerjasama, santun, toleran, cinta damai dan peduli lingkungan serta hemat dalam memanfaatkan sumber daya alam.

Indikator:

2.2.1 Berkerjasama dan toleran

2.2.2 Menunjukkan perilaku santun dan cinta damai

2.3 Menunjukkan perilaku responsif dan pro-aktif serta bijaksana sebagai wujud kemampuan memecahkan masalah dan membuat keputusan.

Indikator:

2.3.1 Menunjukkan perilaku responsif serta bijaksana dalam membuat keputusan

2.3.2 Menunjukkan perilaku pro-aktif serta bijaksana dalam membuat keputusan

KD dari KI 3:

3.13 Menganalisis peran larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup.

Indikator:

3.13.1 Mendefinisikan larutan penyangga

3.13.2 Mengidentifikasi komponen larutan penyangga asam dan larutan penyangga basa

3.13.3 Menganalisis sifat larutan penyangga

3.13.4 Menganalisis cara kerja larutan penyangga

3.13.5 Merumuskan pH larutan penyangga asam dan larutan penyangga basa

- 3.13.6 Menghitung perubahan pH larutan penyangga untuk melihat ketahanannya terhadap penambahan asam atau basa
- 3.13.7 Menganalisis cara kerja sistem penyangga karbonat-bikarbonat dalam tubuh makhluk hidup
- 3.13.8 Menganalisis cara kerja sistem penyangga fosfat dalam tubuh makhluk hidup
- 3.13.9 Menganalisis cara kerja sistem penyangga asam amino dalam tubuh makhluk hidup

KD dari KI 4:

- 4.13 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan untuk menentukan sifat larutan penyangga.

Indikator:

- 4.13.1 Merancang percobaan untuk menentukan sifat larutan penyangga
- 4.13.2 Melakukan percobaan untuk menentukan sifat larutan penyangga
- 4.13.3 Menyimpulkan hasil percobaan untuk menentukan sifat larutan penyangga
- 4.13.4 Menyajikan hasil percobaan untuk menentukan sifat larutan penyangga
- 4.13.5 Merancang percobaan untuk merumuskan pH larutan penyangga asam dan basa
- 4.13.6 Melakukan percobaan untuk merumuskan pH larutan penyangga asam dan basa
- 4.13.7 Menyimpulkan hasil percobaan perumusan pH larutan penyangga asam dan basa
- 4.13.8 Menyajikan hasil percobaan perumusan pH larutan penyangga asam dan basa
- 4.13.9 Menyajikan hasil diskusi kelompok terkait manfaat larutan penyangga

IV. Tujuan Pembelajaran

1. Siswa mampu menyadari dan mengakui keberadaan larutan penyangga sebagai wujud kebesaran Tuhan.
2. Siswa menunjukkan rasa ingin tahu/antusiasme dan disiplin melalui percobaan
3. Siswa menunjukkan perilaku objektif (jujur/terbuka) melalui penyajian data hasil percobaan.
4. Siswa menunjukkan perilaku ulet dan teliti melalui pengolahan dan analisis data.
5. Siswa bersikap kritis melalui ketepatan dalam pemecahan masalah

6. Siswa mampu bersikap kreatif dan inovatif melalui penjelasan cara kerja larutan penyangga dan peranannya dalam tubuh makhluk hidup.
7. Siswa mampu bertanggung jawab melalui pelaksanaan kegiatan selama pembelajaran.
8. Siswa mampu mendefinisikan larutan penyangga melalui percobaan
9. Siswa mampu menunjukkan perilaku komunikatif dan demokrasi melalui diskusi.
10. Siswa menunjukkan perilaku kerjasama dan toleran melalui interaksinya dengan siswa lain dalam kegiatan kelompok.
11. Siswa menunjukkan perilaku santun dan cinta damai melalui interaksinya dengan guru dan siswa lain selama pembelajaran
12. Siswa menunjukkan perilaku responsif dan proaktif dalam menanggapi kegiatan pembelajaran.
13. Siswa menunjukkan perilaku bijaksana dalam menanggapi kegiatan pembelajaran.
14. Siswa mampu mengidentifikasi komponen larutan penyangga asam atau larutan penyangga basa melalui diskusi kelompok
15. Siswa mampu menganalisis cara kerja larutan penyangga melalui diskusi kelompok.
16. Siswa mampu merancang percobaan untuk menentukan sifat larutan penyangga melalui diskusi kelompok
17. Siswa mampu melakukan percobaan untuk menentukan sifat larutan penyangga melalui eksperimen
18. Siswa mampu menyimpulkan hasil percobaan untuk menentukan sifat larutan penyangga melalui diskusi kelompok dan eksperimen
19. Siswa mampu menyajikan hasil untuk menentukan sifat larutan penyangga melalui diskusi kelompok dan presentasi.
20. Siswa mampu merumuskan pH larutan penyangga asam dan basa melalui eksperimen dan diskusi kelompok
21. Siswa mampu menghitung perubahan pH larutan penyangga untuk melihat ketahanannya terhadap penambahan asam atau basa melalui diskusi kelompok
22. Siswa mampu merancang percobaan untuk merumuskan pH larutan penyangga asam dan basa melalui diskusi kelompok
23. Siswa mampu melakukan percobaan untuk merumuskan pH larutan penyangga asam dan basa melalui eksperimen.
24. Siswa mampu menyimpulkan hasil percobaan perumusan pH larutan penyangga asam dan basa.

25. Siswa mampu menyajikan hasil percobaan perumusan pH larutan penyangga asam dan basa.
26. Siswa mampu menganalisis cara kerja sistem penyangga karbonat-bikarbonat dalam tubuh makhluk hidup melalui diskusi kelompok.
27. Siswa mampu menganalisis cara kerja sistem penyangga fosfat dalam tubuh makhluk hidup melalui diskusi kelompok.
28. Siswa mampu menganalisis cara kerja sistem penyangga asam amino dalam tubuh makhluk hidup melalui diskusi kelompok.
29. Siswa mampu menyajikan hasil diskusi kelompok terkait manfaat larutan penyangga melalui presentasi.

V. Materi Pokok

a) Konsep dan Konsepsi Prasyarat

Larutan : Larutan adalah campuran homogeny dari zat terlarut dan pelarut yang disebabkan oleh partikel-partikel zat terlarut dan zat pelarut yang tersebar merata.

Asam lemah : Asam yang terionisasi secara tidak sempurna, sehingga memiliki harga konstanta ionisasi asam (K_a). Semakin lemah asam, harga K_a -nya semakin kecil.

Basa lemah : Basa yang terionisasi secara tidak sempurna, sehingga memiliki harga konstanta ionisasi basa (K_b). Semakin lemah basa, harga K_b -nya semakin kecil.

Keseimbangan ionisasi asam lemah : Keseimbangan yang terjadi antara molekul asam lemah dan hasil ionisasinya, yakni basa konjugatnya (anion) dan ion H^+

Keseimbangan ionisasi basa lemah : Keseimbangan yang terjadi antara molekul basa lemah dan hasil ionisasinya, yakni asam konjugatnya dan ion OH^-

Asam konjugasi : Asam konjugasi dihasilkan dari penambahan sebuah proton ke basa Bronsted-Lowry.

Basa konjugasi : Basa konjugasi dari asam Bronsted-Lowry adalah spesies yang tersisa ketika sebuah proton lepas dari asamnya

Garam : Garam adalah senyawa yang terbentuk dari kation yang berasal dari basa dan anion yang berasal dari asam.

pH : Logaritma negatif dari molaritas ion H^+ yang menyatakan derajat keasaman suatu larutan.

b) Konsep dan Konsepsi yang Akan Dibangun

Larutan penyangga : Larutan yang mengandung pasangan zat terlarut yaitu pasangan asam lemah dan garamnya dari basa kuat (basa konjugat) atau basa lemah dan garamnya dari asam kuat (asam konjugat) yang dapat mempertahankan pH hampir konstan ketika ditambahkan sedikit asam atau basa.

Larutan penyangga asam : Larutan yang mengandung pasangan asam lemah dan garamnya dari basa kuat (basa konjugat) yang dapat mempertahankan pH larutan hampir konstan ketika ditambahkan sedikit asam atau basa.

Larutan penyangga basa : Larutan yang mengandung pasangan basa lemah dan garamnya dari asam kuat (asam konjugat) yang dapat mempertahankan pH larutan hampir konstan ketika ditambahkan sedikit asam atau basa.

pH larutan penyangga asam : pH larutan penyangga asam adalah negatif logaritma dari molaritas ion H^+ dalam larutan yang diperhitungkan dari sistem kesetimbangan dengan kehadiran ion senama dengan rumus:

$$pH = pK_a + \log \frac{[garam]}{[asam]}$$

pH larutan penyangga basa : pH larutan penyangga basa adalah negatif logaritma dari konsentrasi ion OH^- dalam larutan yang diperhitungkan dari sistem kesetimbangan dengan kehadiran ion senama dengan rumus :

$$pH = pK_b + \log \frac{[garam]}{[basa]}$$

$$pH = 14 - pOH$$

Ketahanan larutan penyangga asam terhadap penambahan asam : Larutan penyangga asam mampu mempertahankan pH dari penambahan asam melalui reaksi anion garam (asam konjugat) dengan ion H^+ bebas dari asam yang ditambahkan membentuk H^+ terikat dalam bentuk molekul asam lemah.

Ketahanan larutan penyangga basa terhadap penambahan : Larutan penyangga basa mampu mempertahankan pH dari penambahan asam melalui reaksi molekul basa lemah dengan ion H^+ bebas dari asam yang

asam	ditambahkan membentuk H^+ terikat dalam bentuk kation garam (asam konjugat).
Ketahanan larutan penyangga asam terhadap penambahan basa	: Larutan penyangga asam mampu mempertahankan pH dari penambahan basa melalui reaksi molekul asam lemah dengan ion OH^- dari basa yang ditambahkan membentuk OH^- terikat dalam bentuk anion garam (basa konjugat).
Ketahanan larutan penyangga basa terhadap penambahan basa	: Larutan penyangga basa mampu mempertahankan pH dari penambahan basa melalui reaksi kation garam dengan ion OH^- dari basa yang ditambahkan membentuk OH^- terikat dalam bentuk molekul basa lemah.
Sistem penyangga karbonat	: Sistem penyangga yang terdiri dari asam karbonat dan ion bikarbonat yang merupakan sistem penyangga yang paling dominan dalam darah.
Sistem penyangga fosfat	: Sistem penyangga yang terdiri dari ion dihidrogenfosfat-monohidrogenfosfat.
Sistem penyangga protein	: Sistem penyangga yang terdiri dari asam amino dalam bentuk zwitter ion yang memiliki struktur berbeda di suasana asam maupun basa.

c) Uraian Materi Larutan Penyangga

Larutan penyangga atau buffer adalah larutan yang dapat mempertahankan pH tertentu terhadap usaha mengubah pH, seperti penambahan asam, basa, ataupun pengenceran. Larutan penyangga asam adalah larutan yang mengandung asam lemah dan garamnya dari basa kuat (basa konjugasi). Dari penjelasan ini dapat kita simpulkan bahwa komponen terpenting dari larutan penyangga asam adalah asam lemah dan basa konjugasi yang berasal dari garamnya, seperti CH_3COOH dan CH_3COO^- . Oleh karena itu, dalam pembuatan larutan penyangga asam, hal yang perlu diperhatikan adalah keberadaan asam lemah dan basa konjugasi yang berasal dari garamnya. Dengan memperhatikan keberadaan asam lemah dan basa konjugasi yang berasal dari garamnya, pembuatan larutan penyangga asam dapat dilakukan dengan dua cara, yakni 1) mencampurkan asam lemah dan garamnya (seperti pada contoh CH_3COOH dan CH_3COONa) dan 2) mereaksikan asam lemah berlebih dengan basa kuat, yang nantinya akan terdapat asam lemah (sisa reaksi) dan basa konjugasi yang berasal dari garam yang terbentuk.

Larutan penyangga basa adalah larutan yang mengandung basa lemah dan garamnya dari asam kuat (asam konjugasi). Dari penjelasan ini dapat kita simpulkan bahwa komponen terpenting dari larutan penyangga basa adalah basa lemah dan asam konjugasi yang berasal dari garamnya, seperti NH_4OH dan NH_4Cl . Oleh karena itu, dalam pembuatan larutan penyangga basa, hal yang perlu diperhatikan adalah keberadaan basa lemah dan asam konjugasi yang berasal dari garamnya. Dengan memperhatikan keberadaan basa lemah dan asam konjugasi yang berasal dari garamnya, pembuatan larutan penyangga basa dapat dilakukan dengan dua cara, yakni 1) mencampurkan basa lemah dan garamnya (seperti pada contoh NH_4OH dan NH_4Cl) dan 2) mereaksikan basa lemah berlebih dengan asam kuat, dimana nantinya akan terdapat basa lemah (sisa reaksi) dan asam konjugasi yang berasal dari garam yang terbentuk.

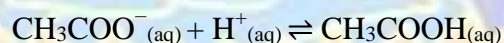
Cara Kerja Larutan Penyangga

a. Larutan Penyangga Asam

Berikut adalah kesetimbangan ionisasi asam lemah yang bertanggung jawab pada sifat larutan penyangga asam. Dalam larutan tersebut, terdapat kesetimbangan kimia:

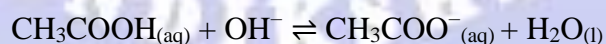


Ketika HCl (asam kuat) ditambahkan ke dalam larutan tersebut, ion H^+ dari HCl akan bereaksi dengan ion CH_3COO^- menghasilkan CH_3COOH .



Penambahan asam menggeser kesetimbangan $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})} + \text{H}^+_{(\text{aq})}$ ke arah pembentukan CH_3COOH . Hal ini mencegah penambahan konsentrasi H^+ secara signifikan, sehingga pH tidak berubah secara signifikan.

Ketika NaOH (basa kuat) ditambahkan ke dalam larutan tersebut, CH_3COOH akan bereaksi dengan ion OH^- dari NaOH menghasilkan CH_3COO^- dan air.



Penambahan OH^- menggeser kesetimbangan $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})} + \text{H}^+_{(\text{aq})}$ ke arah pembentukan CH_3COO^- . Hal ini mencegah penambahan konsentrasi OH^- secara signifikan sehingga pH tidak berubah secara signifikan.

b. Larutan Penyangga Basa

Berikut adalah kesetimbangan ionisasi asam lemah yang bertanggung jawab pada sifat larutan penyangga basa. Dalam larutan tersebut, terdapat kesetimbangan kimia:

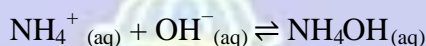


Ketika HCl (asam kuat) ditambahkan ke dalam larutan tersebut, ion H^+ dari HCl akan bereaksi dengan NH_4OH membentuk NH_4^+ .



Pengurangan ion OH^- akan dikembalikan melalui ionisasi basa lemah sesuai dengan persamaan $\text{NH}_4\text{OH}_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+_{(\text{aq})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})}$. Hal ini mencegah penambahan konsentrasi H^+ secara signifikan yang merupakan penyebab penurunan pH sehingga pH tidak berubah secara signifikan

Ketika NaOH (basa kuat) ditambahkan ke dalam larutan tersebut, ion OH^- dari NaOH akan bereaksi dengan ion NH_4^+ menghasilkan NH_4OH .



Sesuai dengan kajian kesetimbangan kimia, penambahan basa ke dalam larutan tersebut menggeser kesetimbangan $\text{NH}_4^+_{(\text{aq})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{OH}_{(\text{aq})}$ ke arah pembentukan NH_4OH . Hal ini mencegah penambahan konsentrasi OH^- secara signifikan yang merupakan penyebab peningkatan pH sehingga pH tidak berubah secara signifikan.

Berdasarkan pembahasan di atas, larutan penyangga asam dan penyangga basa dapat mempertahankan harga pH melalui mekanisme kesetimbangan kimia dalam larutan. Ketika ion H^+ ditambahkan ke dalam larutan penyangga asam, kesetimbangan akan bergeser ke arah pembentukan basa konjugasinya. Bila ion OH^- ditambahkan ke dalam larutan penyangga asam, kesetimbangan akan bergeser ke arah pembentukan asam. Ketika ion H^+ ditambahkan ke dalam larutan penyangga basa, kesetimbangan akan bergeser ke arah pembentukan asam konjugasinya. Bila ion OH^- ditambahkan ke dalam larutan penyangga basa, kesetimbangan akan bergeser ke arah pembentukan basa.

pH Larutan Penyangga

- ✓ pH larutan penyangga asam dapat dihitung sebagai berikut.

$$\text{pH} = -\log \left(K_a \times \frac{[\text{asam lemah}]}{[\text{garam}]} \right)$$

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \left(\frac{[\text{garam}]}{[\text{asam lemah}]} \right)$$

- ✓ pH larutan penyangga basa dapat dihitung sebagai berikut.

$$pOH = -\log \left(K_b \times \frac{[basa\ lemah]}{[garam]} \right)$$

$$pOH = pK_b + \log \frac{[garam]}{[basa\ lemah]}$$

$$pH = 14 - pOH$$

- ✓ Ketahanan terhadap penambahan asam

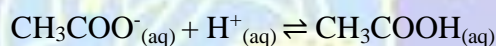
Pada larutan penyangga yang terbentuk dari 50 ml larutan CH_3COOH 0,1 M yang dicampurkan dengan 50 ml larutan CH_3COONa 0,1 M, terdapat 5 mmol CH_3COOH dan 5 mmol CH_3COONa . Sesuai dengan cara penentuan pH larutan penyangga yang sudah dibahas sebelumnya, pH dari larutan penyangga tersebut adalah sebagai berikut.

$$[H^+] = K_a \times \frac{[mol\ CH_3COOH]}{[mol\ CH_3COO^-]}$$

$$[H^+] = 1,8 \times 10^{-5} \times \frac{[5\ mmol]}{[5\ mmol]}$$

$$[H^+] = 1,8 \times 10^{-5};\ pH = -\log 1,8 \times 10^{-5} = 4,74$$

Penambahan 5 ml larutan HCl 0,1 M sama artinya dengan menambahkan 0,5 mmol HCl ke dalam larutan tersebut. Sebanyak 0,5 mmol HCl ini terionisasi sempurna menjadi 0,5 mmol H^+ dan 0,5 mmol Cl^- . Sebanyak 0,5 mmol H^+ ini akan bereaksi dengan CH_3COO^- yang merupakan komponen basa dari larutan penyangga tersebut.



Mula-mula (mmol)	5	0,5	5
Reaksi (mmol)	0,5	0,5	0,5
Sisa (mmol)	4,5	0	5,5

Jadi, jumlah mmol dari CH_3COOH dan CH_3COO^- berubah akibat penambahan 0,5 mmol HCl . Dengan menggunakan jumlah mmol yang baru, maka pH larutan penyangga setelah penambahan 0,5 mmol HCl adalah sebagai berikut.

$$[H^+] = K_a \times \frac{[mol\ CH_3COOH]}{[mol\ CH_3COO^-]}$$

$$[H^+] = 1,8 \times 10^{-5} \times \frac{[5,5\ mmol]}{[4,5\ mmol]}$$

$$[H^+] = 2,2 \times 10^{-5};\ pH = -\log 2,2 \times 10^{-5} = 4,66$$

pH dari larutan penyangga setelah penambahan 0,5 mmol HCl adalah 4,66, sesuai dengan percobaan yang dilakukan sebelumnya. Adapun perubahan pH yang terjadi adalah sebanyak $4,74 - 4,66 = 0,08$ unit pH. Perubahan pH ini relatif sangat

kecil jika dibandingkan dengan pH dari aquades yang ditambahkan 0,05 mol HCl, dimana pH-nya turun drastis dari 7 menjadi $4 - \log 5$ (sekitar 3).

Pada larutan penyangga yang terbentuk dari 50 ml NH_4OH 0,1 M yang dicampurkan dengan 50 ml NH_4Cl 0,1 M terdapat 5 mmol NH_4OH dan 5 mmol NH_4^+ . Sesuai dengan cara penentuan pH larutan penyangga yang sudah dibahas sebelumnya, pH dari larutan penyangga tersebut adalah sebagai berikut.

$$[\text{OH}^-] = K_b \times \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]}$$

$$[\text{OH}^-] = 1,8 \times 10^{-5} \times \frac{[5 \text{ mmol}]}{[5 \text{ mmol}]}$$

$$[\text{OH}^-] = 1,8 \times 10^{-5}; \text{pH} = -\log 1,8 \times 10^{-5} = 4,74$$

$$\text{pH} = 14 - 4,74 = 9,26$$

Penambahan 5 ml larutan HCl 0,1 M sama artinya dengan menambahkan 0,5 mmol HCl ke dalam larutan tersebut. Sebanyak 0,5 mmol HCl ini terionisasi sempurna menjadi 0,5 mmol H^+ dan 0,5 mmol Cl^- . Sebanyak 0,5 mmol H^+ ini akan bereaksi dengan NH_4OH yang merupakan komponen basa dari larutan penyangga tersebut.

	$\text{NH}_4\text{OH}_{(\text{aq})}$	$\text{H}^+_{(\text{aq})}$	\rightleftharpoons	$\text{NH}_4^+_{(\text{aq})}$
Mula-mula (mmol)	5	0,5		5
Reaksi (mmol)	0,5	0,5		0,5
<hr/>				
Sisa (mmol)	4,5	0		5,5

Jadi, jumlah mmol dari NH_4OH dan NH_4^+ berubah akibat penambahan 0,5 mmol HCl. Dengan menggunakan jumlah mmol yang baru, pH larutan penyangga setelah penambahan 0,5 mmol HCl adalah sebagai berikut.

$$[\text{OH}^-] = K_b \times \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]}$$

$$[\text{OH}^-] = 1,8 \times 10^{-5} \times \frac{[4,5 \text{ mmol}]}{[5,5 \text{ mmol}]}$$

$$[\text{OH}^-] = 1,8 \times 10^{-5}; \text{pH} = -\log 1,72 \times 10^{-5} = 4,83$$

$$\text{pH} = 14 - 4,83 = 9,17$$

pH larutan penyangga setelah penambahan 0,5 mmol HCl adalah 9,17, sesuai dengan percobaan yang dilakukan sebelumnya. Adapun perubahan pH yang terjadi adalah sebanyak $9,26 - 9,17 = 0,09$ unit pH. Perubahan pH ini relatif sangat kecil jika dibandingkan dengan pH dari aquades yang ditambahkan 0,05 mol HCl, dimana pH-nya turun drastis dari 7 menjadi $4 - \log 5$ (sekitar 3).

✓ Ketahanan terhadap penambahan basa

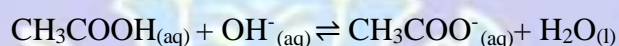
Pada larutan penyangga yang terbentuk dari 50 ml larutan CH_3COOH 0,1 M yang dicampurkan dengan 50 ml larutan CH_3COONa 0,1 M, terdapat 5 mmol CH_3COOH dan 5 mmol CH_3COO^- . Sesuai dengan cara penentuan pH larutan penyangga yang sudah dibahas sebelumnya, pH dari larutan penyangga tersebut adalah sebagai berikut.

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

$$[\text{H}^+] = 1,8 \times 10^{-5} \times \frac{[5 \text{ mmol}]}{[5 \text{ mmol}]}$$

$$[\text{H}^+] = 1,8 \times 10^{-5}; \text{pH} = -\log 1,8 \times 10^{-5} = 4,74$$

Penambahan 5 ml larutan NaOH 0,1 M sama artinya dengan menambahkan 0,5 mmol NaOH ke dalam campuran tersebut. Sebanyak 0,5 mmol NaOH ini terdisosiasi sempurna menjadi 0,5 mmol Na^+ dan 0,5 mmol OH^- . Sebanyak 0,5 mmol OH^- ini akan bereaksi dengan CH_3COOH yang merupakan komponen asam dari larutan penyangga tersebut.



Mula-mula (mmol)	5	0,5	5
Reaksi (mmol)	0,5	0,5	0,5

Sisa (mmol)	4,5	0	5,5
--------------------	-----	---	-----

Jadi, jumlah mmol dari CH_3COOH dan CH_3COO^- berubah akibat penambahan 0,5 mmol NaOH . Dengan menggunakan jumlah mmol yang baru, maka pH larutan penyangga setelah penambahan 0,5 mmol NaOH adalah sebagai berikut.

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

$$[\text{H}^+] = 1,8 \times 10^{-5} \times \frac{[4,5 \text{ mmol}]}{[5,5 \text{ mmol}]}$$

$$[\text{H}^+] = 1,72 \times 10^{-5}; \text{pH} = -\log 1,72 \times 10^{-5} = 4,83$$

pH dari larutan penyangga setelah penambahan 0,5 mmol NaOH adalah 4,83, sesuai dengan percobaan yang dilakukan sebelumnya. Adapun perubahan pH yang terjadi adalah sebanyak $4,83 - 4,74 = 0,09$ unit pH. Perubahan pH ini relatif sangat kecil jika dibandingkan dengan pH dari aquades yang ditambahkan 0,05 mol NaOH dimana pH-nya naik drastis dari 7 menjadi $10 + \log 5$ (sekitar 11).

Pada larutan penyangga yang terbentuk dari 50 ml NH_4OH 0,1 M dicampurkan dengan 50 ml NH_4Cl 0,1 M, terdapat 5 mmol NH_4OH dan 5 mmol NH_4^+ . Sesuai dengan cara penentuan pH larutan penyangga yang sudah dibahas sebelumnya, pH dari larutan penyangga tersebut adalah sebagai berikut.

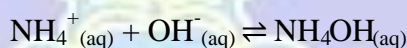
$$[\text{OH}^-] = K_b \times \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]}$$

$$[\text{OH}^-] = 1,8 \times 10^{-5} \times \frac{[5 \text{ mmol}]}{[5 \text{ mmol}]}$$

$$[\text{H}^+] = 1,8 \times 10^{-5}; \text{pH} = -\log 1,8 \times 10^{-5} = 4,74$$

$$\text{pH} = 14 - 4,74 = 9,26$$

Penambahan 5 ml larutan NaOH 0,1 M sama artinya dengan menambahkan 0,5 mmol NaOH ke dalam campuran tersebut. Sebanyak 0,5 mmol NaOH ini terdisosiasi sempurna menjadi 0,5 mmol Na^+ dan 0,5 mmol OH^- . Sebanyak 0,5 mmol OH^- ini akan bereaksi dengan NH_4^+ yang merupakan komponen asam dari larutan penyangga tersebut.



Mula-mula (mmol)	5	0,5	5
Reaksi (mmol)	0,5	0,5	0,5
Sisa (mmol)	4,5	-	5,5

Jadi, jumlah mmol dari NH_4OH dan NH_4^+ berubah akibat penambahan 0,5 mmol NaOH . Dengan menggunakan jumlah mmol yang baru, maka pH larutan penyangga setelah penambahan 0,5 mmol NaOH adalah sebagai berikut.

$$[\text{OH}^-] = K_b \times \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]}$$

$$[\text{OH}^-] = 1,8 \times 10^{-5} \times \frac{[5,5 \text{ mmol}]}{[4,5 \text{ mmol}]}$$

$$[\text{H}^+] = 2,2 \times 10^{-5}; \text{pH} = -\log 2,2 \times 10^{-5} = 4,66$$

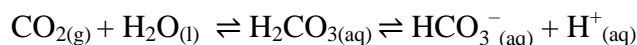
$$\text{pH} = 14 - 4,66 = 9,34$$

pH dari larutan penyangga setelah penambahan 0,5 mmol NaOH adalah 9,34, sesuai dengan percobaan yang dilakukan sebelumnya. Adapun perubahan pH yang terjadi adalah sebanyak $9,34 - 9,26 = 0,08$ unit pH. Perubahan pH ini relatif sangat kecil jika dibandingkan dengan pH dari aquades yang ditambahkan 0,5 mmol NaOH , dimana pH-nya naik drastis dari 7 menjadi $10 + \log 5$ (sekitar 11).

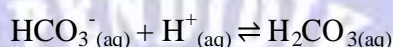
Peranan Larutan Penyangga dalam Tubuh Makhluk Hidup

Sistem Penyangga Karbonat-Bikarbonat

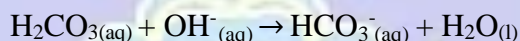
Secara garis besarnya, keberadaan sistem penyangga karbonat-bikarbonat dapat digambarkan dalam persamaan reaksi berikut.



Persamaan kesetimbangan reaksi di atas menunjukkan regulasi yang dilakukan tubuh dalam bentuk sistem penyangga untuk menjaga pH darah tetap di sekitar 7,4. Para peneliti menemukan bahwa ketika CO_2 memasuki darah, CO_2 akan berubah menjadi H_2CO_3 dan segera terionisasi menjadi H^+ dan HCO_3^- . Penambahan asam dalam darah akan segera direspon dengan berubahnya ion HCO_3^- menjadi H_2CO_3 kemudian H_2CO_3 akan terurai membentuk CO_2 .

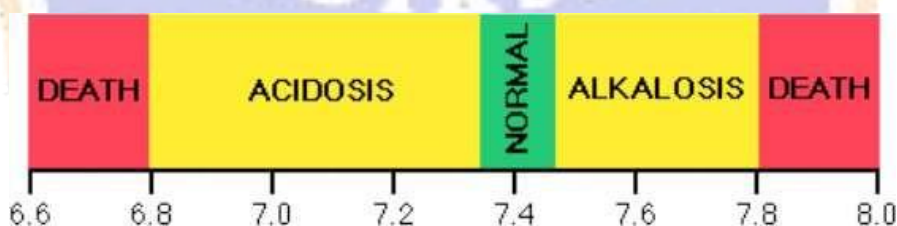


Karbon dioksida ini kemudian akan dikeluarkan oleh tubuh melalui paru-paru melalui peningkatan pernapasan. Apabila darah menerima zat yang bersifat basa, H_2CO_3 akan berubah menjadi ion HCO_3^- .



Untuk tetap mempertahankan keseimbangan sebelumnya, CO_2 yang terdapat dalam paru-paru larut kembali dalam darah membentuk H_2CO_3 .

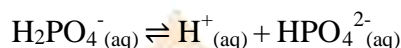
Apabila pengaturan pH tersebut di atas gagal, seperti penurunan pH atau kenaikan pH darah secara drastis, maka akan terjadi gangguan fungsi organ tubuh bahkan kematian. Apabila pH darah di bawah dari rentang pH normal, maka tubuh akan mengalami asidosis. Asidosis dapat disebabkan oleh penyakit jantung, penyakit ginjal, diabetes mellitus, diare hebat dan lain-lain. Keadaan asidosis sementara dapat terjadi karena olah raga atau bekerja terus menerus yang dilakukan terlalu lama sehingga memaksa tubuh bermetabolisme terus menerus dan menghasilkan asam (sebagai limbah) terlalu banyak yang larut dalam darah. Keadaan alkalosis adalah keadaan dimana pH darah di atas pH normal. Alkalosis dapat terjadi sebagai akibat dari muntah hebat, ataupun hiperventilasi yang merupakan bernafas terlalu berlebihan.



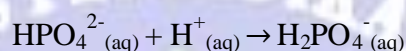
Gambar 1. Rentang pH darah dan akibatnya

Sistem Penyangga Fosfat

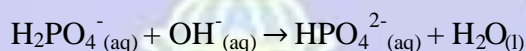
Telah kita ketahui bahwa sistem penyangga karbonat-bikarbonat memiliki peranan penting dalam menjaga pH darah. Selain fakta tersebut, para ahli juga menemukan bahwa dalam darah juga terdapat sistem penyangga fosfat walau sistem ini memiliki peranan kecil dalam darah.



Sistem penyangga fosfat memiliki peranan minor dalam darah, tetapi sistem penyangga ini memiliki peranan krusial di ginjal. Ginjal adalah organ penyaring darah yang dalam konteks ini juga berperan dalam menjaga kestabilan pH darah. Sistem penyangga fosfat membantu menjaga kestabilan darah ketika disaring di ginjal. Ketika sistem penyangga fosfat ditambahkan asam, akan terjadi reaksi sebagai berikut.

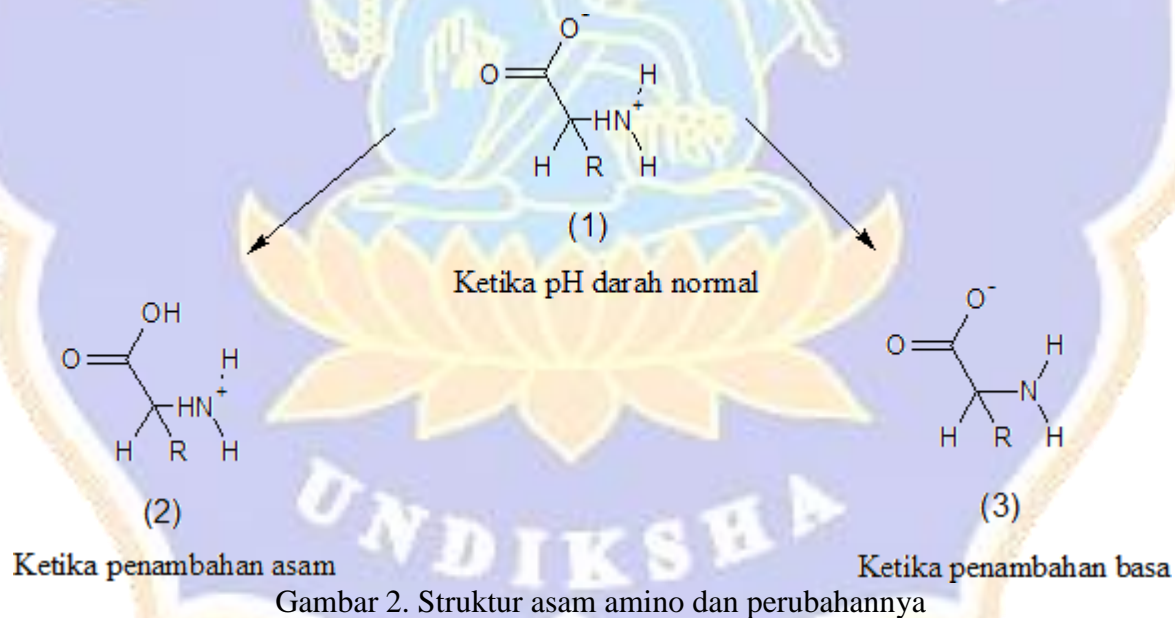


Ketika sistem penyangga fosfat ditambahkan basa, akan terjadi reaksi sebagai berikut.



Sistem Penyangga Asam Amino

Sistem penyangga protein dalam tubuh, dalam konteks ini, darah bekerja digambarkan di gambar berikut.



Protein terdiri atas asam amino. Asam amino adalah senyawa organik yang mengandung gugus karboksil (-COOH) dan amino (-NH₂). Dalam pH darah yang normal, asam amino akan memiliki struktur seperti pada Gambar 2 nomor (1). Gugus karboksil pada pH darah normal adalah -COO⁻, gugus aminonya adalah -NH₃⁺. Ketika darah mengalami penambahan asam, atau peningkatan konsentrasi ion H⁺, gugus

karboksil COO^- mengikat ion H^+ membentuk gugus $-\text{COOH}$. Ketika darah mengalami penambahan basa atau peningkatan konsentrasi ion OH^- , gugus amino $-\text{NH}_3^+$ akan melepaskan ion H^+ dan berubah menjadi gugus NH_2 . Ion H^+ yang dilepaskan oleh $-\text{NH}_3^+$ akan bereaksi dengan ion OH^- membentuk air, dan tetap menjaga pH darah di sekitar 7,4.



VI. Strategi Pembelajaran

- Pendekatan : Saintifik (Induktif)
 Model Pembelajaran : Inkuiri Terbimbing
 Metode : Eksperimen dan diskusi
 Waktu : 3 x 45 menit

Indikator	Fase dalam Model	Deskripsi Pembelajaran		Asesmen		
		Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Target	Bentuk & Instrumen	Prosedur
	Apersepsi	<p>Kegiatan Awal (10 Menit)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengecek kehadiran siswa (presensi) • Apresiasi : <ul style="list-style-type: none"> - <i>“Pada bab sebelumnya kita telah mempelajari Hidrolisis. Dalam bab itu juga, kita telah mempelajari tentang garam asam dan garam basa. Salah satu contoh garam basa adalah CH_3COONa. Garam ini terbentuk ketika kita mereaksikan CH_3COOH dan NaOH dengan proporsi yang sama. Apa yang terjadi jika kita mereaksikan NaOH dengan CH_3COOH berlebih?”</i> • Motivasi : <ul style="list-style-type: none"> - <i>Sebagian besar tubuh manusia terdiri atas cairan. Salah satu dari banyak jenis cairan di dalam tubuh manusia adalah darah, khususnya fase cairan</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa diharapkan menjawab pertanyaan yang diajukan guru • Siswa diharapkan mencoba menjawab pertanyaan guru melalui pengetahuan awal 			

<p>3.13.1 3.13.2 dan 3.13.3</p> <p>2.1.1 2.1.2 2.1.3 2.1.4 2.1.5 dan 2.9.10</p>	<p>Menyajikan Pertanyaan/</p>	<p>dari darah yang merupakan sebuah larutan. Dengan demikian, cairan darah memiliki pH tertentu. Darah manusia mendistribusikan oksigen ke seluruh tubuh dan mengangkut sisa-sisa metabolisme untuk dibuang ke luar tubuh. Banyaknya jenis zat yang keluar masuk darah tentu mempengaruhi derajat keasaman darah. Berapakah pH darah? Darah manusia memiliki pH relatif konstan, yakni di sekitar pH 7,4. Mengapa darah memiliki pH yang relatif konstan?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menyampaikan tujuan pembelajaran dan kegiatan yang akan dilakukan. • Mengorganisir siswa ke dalam kelompok kerjanya (terdiri dari 3-5 orang) dan membagikan modul pembelajaran yang berisi lembar kerja kegiatan I pada unit 1 tentang pengertian dan sifat larutan penyangga. <p>Kegiatan Inti (115 Menit) <u>Mengamati (Observing)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Menugaskan siswa mengamati atau 	<p>yang mereka miliki.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Siswa mendengarkan dan mencermati tujuan pembelajaran. • Membentuk kelompok belajar yang beranggotakan 3-5 orang, serta mendapatkan modul pembelajaran dari guru. 	<p>Kognitif (C2, C4 & C5) Materi : Definisi, komponen dan cara kerja larutan penyangga</p> <p>Afektif : • Disiplin • Objektif</p>	<p>Tes : • Pilihan Ganda (PG No. 1,2,3,4,5, dan 6) • Uraian No. 1</p> <p>Instrumen Penilaian Sikap No. 1</p>	<p>Akhir proses</p> <p>Selama proses pembelajaran</p>
---	-----------------------------------	---	---	---	--	---

<p>4.13.1 4.13.2 Dan 4.13.3</p>	<p>Masalah (Terbimbing)</p> <p>Membuat Hipotesis (Terbimbing)</p> <p>Merancang Percobaan (Terbimbing)</p>	<p>mencermati fenomena yang disajikan melalui teks pengantar pada :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kegiatan I (lembar kerja I pada modul) tentang pengertian, komponen, sifat, dan cara kerja larutan penyangga. <p><u>Menanya (Questioning)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Menugaskan siswa merumuskan masalah investigasi tentang fenomena-fenomena (percobaan) yang terdapat dalam teks pengantar Kegiatan I pada lembar kerja unit 1 dalam modul. • Memfasilitasi dan membimbing siswa dalam membuat rumusan masalah. <p><u>Mengumpulkan Data (Experimenting)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Menugaskan siswa membuat hipotesis berdasarkan fenomena-fenomena (percobaan) yang terdapat dalam teks pengantar Kegiatan I pada lembar kerja unit 1. • Memfasilitasi dan membimbing siswa dalam membuat hipotesis. • Memfasilitas dan membimbing setiap kelompok siswa untuk merencanakan rancangan percobaan (<i>menentukan alat dan bahan, variabel percobaan, dan prosedur kerja</i>) pada Kegiatan I (lembar 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengamati dan mencermati fenomena yang disajikan di teks pengantar pada lembar kerja yang ada pada modul. • Melalui bimbingan guru, siswa membuat rumusan masalah investigasi berdasarkan fenomena-fenomena yang disajikan. • Membuat hipotesis berdasarkan fenomena-fenomena melalui bimbingan dari guru. • Merencanakan percobaan pada Kegiatan I dalam lembar kerja unit 1 secara berkelompok melalui bimbingan dari guru. • Melakukan percobaan pada Kegiatan I secara 	<ul style="list-style-type: none"> • Ulet dan teliti • Kritis • Bertanggung jawab • Kreatif <p>Psikomotor :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Keterampilan menggunakan alat • Keterampilan melakukan observasi secara kualitatif (contoh 	<p>Instrumen Penilaian Sikap No.2</p> <p>Instrumen Penilaian Sikap No.3</p> <p>Instrumen Penilaian Sikap No.4</p> <p>Instrumen Penilaian Sikap No.5</p> <p>Instrumen Penilaian Keterampilan</p> <p>Instrumen Penilaian Keterampilan</p>	<p>Selama proses pembelajaran</p>
---	--	---	--	---	---	-----------------------------------

	<p>Melakukan Percobaan</p> <p>Menganalisis Data (Terbimbing)</p> <p>Menarik Simpulan</p>	<p>kerja unit 1).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Memfasilitasi kelompok siswa dalam melakukan percobaan pada Kegiatan I (lembar kerja unit 1). • Menegaskan agar siswa melakukan pengamatan dengan cermat dan mencatat data hasil percobaan (<i>mengisi tabel hasil pengamatan</i>) pada Kegiatan I unit 1. <p><u>Mengasosiasi (Associating)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Meminta siswa menganalisis data hasil kegiatan I pada lembar kerja unit 1. • Menegaskan siswa agar menjawab setiap pertanyaan yang ada dalam masing-masing Kegiatan I (lembar kerja unit 1) dengan teliti. • Memfasilitasi dan membimbing siswa dalam melakukan diskusi kelompok • Meminta kelompok siswa menyimpulkan apakah hipotesis diterima atau ditolak. 	<p>berkelompok untuk menguji hipotesis.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Melakukan pengamatan dan mencatat data hasil percobaan pada Kegiatan I. <ul style="list-style-type: none"> • Siswa menganalisis data terkait hasil percobaan yang diperoleh pada Kegiatan I (lembar kerja unit 1) melalui diskusi kelompok • Melalui diskusi kelompok, siswa menjawab pertanyaan yang ada pada masing-masing kegiatan. • Menanyakan kepada guru apabila ada yang belum dipahami terkait analisis data. • Siswa menyimpulkan hipotesis diterima atau ditolak melalui diskusi kelompok 	<p>fenomena yang disajikan)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Keterampilan berkomunikasi (presentasi) 	<p>Instrumen Penilaian Keterampilan</p>	
--	--	---	--	---	---	--

Melaporkan Hasil	<p><u>Mengkomunikasikan (<i>Communicating</i>)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Meminta dan memfasilitasi kegiatan presentasi masing-masing kelompok siswa untuk menyampaikan konsep-konsep yang diperoleh, kemudian ditanggapi oleh kelompok lain. • Melakukan klarifikasi dan memberikan penekanan terhadap konsep penting tentang pengertian dan sifat larutan penyangga. • Memberikan kesempatan kepada siswa untuk bertanya <p>Kegiatan Penutup (10 Menit)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengajak siswa untuk bersama-sama merangkum hasil pembelajaran. • Mengarahkan siswa untuk menerapkan konsep-konsep pada masalah baru dalam bentuk pekerjaan rumah (aplikasi konsep) pada lembar kerja unit 1 dalam modul pembelajaran. • Menyampaikan rencana pembelajaran pada pertemuan selanjutnya. 	<ul style="list-style-type: none"> • Salah satu kelompok mempresentasikan hasil diskusi, kelompok lain sebagai penyangga untuk mengajukan pertanyaan. • Mencermati klarifikasi atas beberapa miskonsepsi dan mencatat konsep-konsep penting yang ditekankan oleh guru. • Menanyakan hal-hal yang dianggap belum jelas atau hal-hal lain yang berkaitan dengan konsep yang diajarkan. <p>Kegiatan Penutup (10 Menit)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Merangkum hasil pembelajaran • Mendengarkan arahan guru dan mencatat masalah yang diberikan sebagai tugas pekerjaan rumah (aplikasi konsep) yang ada dalam modul pembelajaran. • Mendengarkan informasi yang disampaikan oleh guru. 				
------------------	---	---	--	--	--	--

Strategi Pembelajaran

Pendekatan : Saintifik (Induktif)
 Model Pembelajaran : Inkuiri Terbimbing
 Metode : Eksperimen dan diskusi
 Waktu : 3 x 45 menit

Indikator	Fase dalam Model	Deskripsi Pembelajaran		Asesmen		
		Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Target	Bentuk & Instrumen	Prosedur
	Apersepsi	<p>Kegiatan Awal (10 Menit)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengecek kehadiran siswa (presensi) • Apresiasi : <ul style="list-style-type: none"> - <i>“Pada pertemuan sebelumnya kalian telah menemukan pengertian larutan penyangga. Coba sebutkan kembali pengertian dari larutan penyangga!”</i> • Motivasi : <ul style="list-style-type: none"> - <i>Percobaan yang telah kalian lakukan menunjukkan larutan penyangga dapat mempertahankan harga pH hingga relatif konstan. Apakah yang menentukan pH larutan penyangga? Bagaimana cara menentukan pH larutan penyangga?</i> • Menyampaikan tujuan pembelajaran dan 	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa diharapkan menjawab pengertian larutan penyangga • Siswa diharapkan mencoba menjawab pertanyaan guru melalui pengetahuan awal yang mereka miliki. • Siswa mendengarkan dan 			

<p>3.13.4 3.13.5</p> <p>2.1.6, 2.1.7, 2.1.8, 2.1.9, 2.1.1 2.1.2 2.3.1 2.3.2</p>	<p>Menyajikan Pertanyaan/ Masalah (Terbimbing)</p> <p>Membuat Hipotesis (Terbimbing)</p>	<p>kegiatan yang akan dilakukan.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengorganisir siswa ke dalam kelompok kerjanya (terdiri dari 3-5 orang) dan membagikan modul pembelajaran yang berisi lembar kerja kegiatan I pada unit 2 tentang pH larutan penyangga. <p>Kegiatan Inti (115 Menit) <u>Mengamati (Observing)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Menugaskan siswa mengamati atau mencermati fenomena yang disajikan melalui teks pengantar pada : <ul style="list-style-type: none"> - Kegiatan I tentang pH larutan penyangga <p><u>Menanya (Questioning)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Menugaskan siswa merumuskan masalah investigasi tentang fenomena-fenomena (percobaan) yang terdapat dalam teks pengantar Kegiatan I pada lembar kerja unit 2 dalam modul. • Memfasilitasi dan membimbing siswa dalam membuat rumusan masalah. <p><u>Mengumpulkan Data (Experimenting)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Menugaskan siswa membuat hipotesis berdasarkan fenomena-fenomena (percobaan) yang terdapat dalam teks 	<p>mencermati tujuan pembelajaran.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Membentuk kelompok belajar yang beranggotakan 3-5 orang, serta mendapatkan modul pembelajaran dari guru. • Mengamati dan mencermati fenomena yang disajikan di teks pengantar pada lembar kerja yang ada pada modul. • Melalui bimbingan guru, siswa membuat rumusan masalah investigasi berdasarkan fenomena-fenomena yang disajikan. • Membuat hipotesis berdasarkan fenomena-fenomena melalui bimbingan 	<p>Kognitif (C2, C4 & C5) Materi : pH larutan penyangga dan ketahanannya terhadap asam dan basa</p> <p>Afektif :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ulet dan teliti • Sikap kritis • Bertanggung 	<p>Tes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pilihan Ganda (PG No. 7,8,9,10,11, dan 12) • Uraian No. 2 <p>Instrumen Penilaian Sikap No. 3</p> <p>Instrumen Penilaian Sikap No.4</p> <p>Instrumen Penilaian Sikap No.7</p>	<p>Akhir proses</p> <p>Selama proses pembelajaran</p>
---	--	---	--	---	--	---

<p>4.13.4 4.13.5 4.13.6 4.13.7</p>	<p>Merancang Percobaan (Terbimbing)</p> <p>Melakukan Percobaan</p> <p>Menganalisis Data (Terbimbing)</p> <p>Menarik Simpulan</p>	<p>pengantar Kegiatan I pada lembar kerja unit 2.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Memfasilitasi dan membimbing siswa dalam membuat hipotesis. • Memfasilitasi dan membimbing setiap kelompok siswa untuk merencanakan rancangan percobaan (<i>menentukan alat dan bahan, variabel percobaan, dan prosedur kerja</i>) pada Kegiatan I (lembar kerja unit 2). • Memfasilitasi kelompok siswa dalam melakukan percobaan pada Kegiatan I (lembar kerja unit 2). • Menegaskan agar siswa melakukan pengamatan dengan cermat dan mencatat data hasil percobaan (<i>mengisi tabel hasil pengamatan</i>) pada Kegiatan I unit 2. <p><u>Mengasosiasi (Associating)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Meminta siswa menganalisis data hasil kegiatan I pada lembar kerja unit 2. • Menegaskan siswa agar menjawab setiap pertanyaan yang ada dalam masing-masing Kegiatan I (lembar kerja unit 2) dengan teliti. • Memfasilitasi dan membimbing siswa dalam melakukan diskusi kelompok • Meminta kelompok siswa menyimpulkan 	<p>dari guru.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Merencanakan percobaan pada Kegiatan I dalam lembar kerja unit 2 secara berkelompok melalui bimbingan dari guru. • Melakukan percobaan pada Kegiatan I secara berkelompok untuk menguji hipotesis. • Melakukan pengamatan dan mencatat data hasil percobaan pada Kegiatan I. • Siswa menganalisis data terkait hasil percobaan yang diperoleh pada Kegiatan I (lembar kerja unit 2) melalui diskusi kelompok • Melalui diskusi kelompok, siswa menjawab pertanyaan yang ada pada masing-masing kegiatan. 	<p>jawab</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kerja sama dan toleran • Sikap santun dan cinta damai • Responsif dan proaktif • Sikap bijaksana <p>Psikomotor :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Keterampilan merancang • Keterampilan menggunakan alat 	<p>Instrumen Penilaian Sikap No.8</p> <p>Instrumen Penilaian Sikap No.9</p> <p>Instrumen Penilaian Sikap No.10</p> <p>Instrumen Penilaian Sikap No.11</p> <p>Instrumen Penilaian Keterampilan Proses Sains</p> <p>Instrumen Penilaian Keterampilan Proses Sains</p> <p>Instrumen</p>	<p>Selama proses pembelajaran</p> <p>Selama proses pembelajaran</p>
--	--	---	--	--	--	---

	<p>Melaporkan Hasil</p>	<p>apakah hipotesis diterima atau ditolak.</p> <p><u>Mengkomunikasikan (<i>Communicating</i>)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Meminta dan memfasilitasi kegiatan presentasi masing-masing kelompok siswa untuk menyampaikan konsep-konsep yang diperoleh, kemudian ditanggapi oleh kelompok lain. • Melakukan klarifikasi dan memberikan penekanan terhadap konsep penting tentang pengertian dan sifat larutan penyangga. • Memberikan kesempatan kepada siswa untuk bertanya <p>Kegiatan Penutup (10 Menit)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengajak siswa untuk bersama-sama 	<ul style="list-style-type: none"> • Menanyakan kepada guru apabila ada yang belum dipahami terkait analisis data. • Siswa menyimpulkan hipotesis diterima atau ditolak melalui diskusi kelompok • Salah satu kelompok mempresentasikan hasil diskusi, kelompok lain sebagai penyangga untuk mengajukan pertanyaan. • Mencermati klarifikasi atas beberapa miskonsepsi dan mencatat konsep-konsep penting yang ditekankan oleh guru. • Menanyakan hal-hal yang dianggap belum jelas atau hal-hal lain yang berkaitan dengan konsep yang diajarkan. • Merangkum hasil 	<ul style="list-style-type: none"> • Keterampilan melakukan observasi secara kualitatif (contoh fenomena yang disajikan) • Keterampilan berkomunikasi (presentasi) 	<p>Penilaian Keterampilan Proses Sains</p>	
--	-------------------------	---	--	--	--	--

		<p>merangkum hasil pembelajaran.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengarahkan siswa untuk menerapkan konsep-konsep pada masalah baru dalam bentuk pekerjaan rumah • Menyampaikan rencana pembelajaran pada pertemuan selanjutnya. 	<p>pembelajaran</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mendengarkan arahan guru dan mencatat masalah yang diberikan sebagai tugas pekerjaan rumah • Mendengarkan informasi yang disampaikan oleh guru. 			
--	--	---	--	--	--	--



Strategi Pembelajaran

Pendekatan : Saintifik (Induktif)
 Model Pembelajaran : Inkuiri Terbimbing
 Metode : Eksperimen dan diskusi
 Waktu : 2 x 45 menit

Indikator	Fase dalam Model	Deskripsi Pembelajaran		Asesmen		
		Kegiatan Guru	Kegiatan Siswa	Target	Bentuk & Instrumen	Prosedur
	Apersepsi	<p>Kegiatan Awal (10 Menit)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengecek kehadiran siswa (presensi) • Apresiasi : <ul style="list-style-type: none"> - <i>“Pada pertemuan sebelumnya kalian telah menemukan cara menghitung pH larutan penyangga. Coba jelaskan kembali bagaimana cara menghitung pH larutan penyangga!”</i> • Motivasi : <ul style="list-style-type: none"> - <i>Pada pertemuan awal kita telah mengetahui salah satu manfaat dari larutan penyangga yakni menjaga pH darah relatif konstan. Apakah larutan penyangga memiliki manfaat lain? Bagaimanakah cara kerja sistem penyangga tersebut dalam tubuh?</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa diharapkan menjawab bagaimana cara menghitung pH larutan penyangga. • Siswa diharapkan mencoba menjawab pertanyaan guru melalui pengetahuan awal yang mereka miliki. 			

<p>3.13.6 3.13.7 3.13.8</p> <p>1.1.1, 2.1.5 2.1.6, 2.2.1 2.2.2 2.3.1 2.3.2</p>	<p>Menyajikan Pertanyaan/ Masalah (Terbimbing)</p> <p>Membuat Hipotesis</p>	<ul style="list-style-type: none"> Menyampaikan tujuan pembelajaran dan kegiatan yang akan dilakukan. Mengorganisir siswa ke dalam kelompok kerjanya (terdiri dari 3-5 orang) dan membagikan modul pembelajaran yang berisi lembar kerja kegiatan I dan II pada unit 3 tentang manfaat larutan penyangga. <p>Kegiatan Inti (115 Menit) <u>Mengamati (Observing)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Menugaskan siswa mengamati atau mencermati fenomena yang disajikan melalui teks pengantar pada : <ul style="list-style-type: none"> Kegiatan I & II tentang manfaat larutan penyangga <p><u>Menanya (Questioning)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Menugaskan siswa merumuskan masalah investigasi tentang fenomena-fenomena (percobaan) yang terdapat dalam teks pengantar Kegiatan I & II pada lembar kerja unit 3 dalam modul. Memfasilitasi dan membimbing siswa dalam membuat rumusan masalah. <p><u>Mengumpulkan Data (Experimenting)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Menugaskan siswa membuat hipotesis berdasarkan fenomena-fenomena 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa mendengarkan dan mencermati tujuan pembelajaran. Membentuk kelompok belajar yang beranggotakan 3-5 orang, serta mendapatkan modul pembelajaran dari guru. Mengamati dan mencermati fenomena yang disajikan di teks pengantar Melalui bimbingan guru, siswa membuat rumusan masalah investigasi berdasarkan fenomena-fenomena yang disajikan. Membuat hipotesis berdasarkan fenomena-fenomena melalui bimbingan 	<p>Kognitif (C4) Materi : Manfaat larutan penyangga</p> <p>Afektif : • Sikap menyadari kebesaran Tuhan • Kreatif dan inovatif • Bertanggung jawab</p>	<p>Tes : • Pilihan Ganda (PG No. 13, 14, dan 15)</p> <p>Instrumen Penilaian Sikap No. 12</p> <p>Instrumen Penilaian Sikap No.5</p> <p>Instrumen Penilaian Sikap No.7</p> <p>Instrumen Penilaian Sikap</p>	<p>Akhir proses</p> <p>Selama proses pembelajaran</p>
--	--	--	--	---	---	---

4.13.8	<p>(Terbimbing)</p> <p>Merancang Kegiatan (Terbimbing)</p> <p>Menganalisis Data (Terbimbing)</p> <p>Menarik Simpulan</p>	<p>(percobaan) yang terdapat dalam teks pengantar Kegiatan I & II pada lembar kerja unit 3.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Memfasilitasi dan membimbing siswa dalam membuat hipotesis. • Memfasilitasi dan membimbing setiap kelompok siswa untuk merencanakan kegiatan • Memfasilitasi kelompok siswa dalam melakukan kegiatan <p><u>Mengasosiasi (Associating)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Meminta siswa menganalisis data hasil kegiatan I & II pada lembar kerja unit 3. • Menegaskan siswa agar menjawab setiap pertanyaan yang ada dalam masing-masing Kegiatan I & II (lembar kerja unit 3) dengan teliti. • Memfasilitasi dan membimbing siswa dalam melakukan diskusi kelompok • Meminta kelompok siswa menyimpulkan apakah hipotesis diterima atau ditolak. 	<p>dari guru.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Merencanakan kegiatan secara berkelompok melalui bimbingan dari guru. • Melakukan kegiatan secara berkelompok untuk menguji hipotesis • Siswa menganalisis data terkait kegiatan yang telah dilakukan melalui diskusi kelompok • Melalui diskusi kelompok, siswa menjawab pertanyaan yang ada pada masing-masing kegiatan. • Menanyakan kepada guru apabila ada yang belum dipahami terkait analisis data. • Siswa menyimpulkan hipotesis diterima atau ditolak melalui diskusi 	<ul style="list-style-type: none"> • Kerja sama dan toleran • Sikap santun dan cinta damai • Responsif dan proaktif • Sikap bijaksana <p>Psikomotor :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Keterampilan berkomunikasi (presentasi) 	<p>No.8 Instrumen Penilaian Sikap No.9</p> <p>Instrumen Penilaian Sikap No.10</p> <p>Instrumen Penilaian Sikap No.11</p> <p>Instrumen Penilaian Keterampilan Proses Sains</p>	<p>Selama proses pembelajaran</p>
--------	---	--	--	---	---	-----------------------------------

	<p>Melaporkan Hasil</p>	<p><u>Mengkomunikasikan (<i>Communicating</i>)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Meminta dan memfasilitasi kegiatan presentasi masing-masing kelompok siswa untuk menyampaikan konsep-konsep yang diperoleh, kemudian ditanggapi oleh kelompok lain. • Melakukan klarifikasi dan memberikan penekanan terhadap konsep penting tentang pengertian dan sifat larutan penyangga. • Memberikan kesempatan kepada siswa untuk bertanya <p>Kegiatan Penutup (10 Menit)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengajak siswa untuk bersama-sama merangkum hasil pembelajaran. • Mengarahkan siswa untuk menerapkan konsep-konsep pada masalah baru dalam bentuk pekerjaan rumah • Menyampaikan rencana pembelajaran pada pertemuan selanjutnya. 	<p>kelompok</p> <ul style="list-style-type: none"> • Salah satu kelompok mempresentasikan hasil diskusi, kelompok lain sebagai penyangga untuk mengajukan pertanyaan. • Mencermati klarifikasi atas beberapa miskonsepsi dan mencatat konsep-konsep penting yang ditekankan oleh guru. • Menanyakan hal-hal yang dianggap belum jelas atau hal-hal lain yang berkaitan dengan konsep yang diajarkan. • Merangkum hasil pembelajaran • Mendengarkan arahan guru dan mencatat masalah yang diberikan sebagai tugas pekerjaan rumah • Mendengarkan informasi yang disampaikan oleh guru. 			
--	-------------------------	--	---	--	--	--

VII. ALAT DAN SUMBER BELAJAR

1. Alat/Media Pembelajaran :
 - Modul pembelajaran larutan penyangga
 - Video pembelajaran pembuktian hipotesis
 - Worksheet atau lembar kerja siswa (LKS)
2. Sumber Pembelajaran :
 - Chang, R. (2005). *General Chemistry: The Essential Concepts*. (S. S. Achmadi, terjem.). Jakarta: Erlangga
 - Jespersen, N. D., Brady, J. E., & Hyslop, A. (2012). *Chemistry: The Molecular Nature of Matter*. USA: John Wiley & Sons.
 - Purba, M. (2007). *Kimia untuk SMA Kelas XI Semester II*. Jakarta: Erlangga.



Lampiran 03. Isian Lembar Kerja

KUNCI JAWABAN LEMBAR KERJA PADA MODUL

1.1 Unit Pembelajaran 1

A. Lembar Kerja

Kelas/Jurusan : XI/MIPA

Materi Pokok : Pengertian, Komponen, Sifat, dan Cara Kerja Larutan Penyangga

Tujuan Pembelajaran

1. Siswa menunjukkan rasa ingin tahu/antusiasme dan disiplin belajar melalui percobaan.
2. Siswa menunjukkan perilaku jujur/objektif dan terbuka melalui penyajian data hasil percobaan.
3. Siswa menunjukkan perilaku ulet dan teliti melalui pengolahan dan analisis data.
4. Siswa bersikap kritis melalui ketepatan dalam pemecahan masalah.
5. Siswa bersikap tanggung jawab melalui pelaksanaan kegiatan selama pembelajaran.
6. Siswa mampu mendefinisikan larutan penyangga melalui percobaan.
7. Siswa mampu mengidentifikasi komponen larutan penyangga asam atau larutan penyangga basa melalui diskusi kelompok.
8. Siswa mampu menganalisis cara kerja larutan penyangga melalui diskusi kelompok.
9. Siswa mampu merancang percobaan untuk menentukan sifat larutan penyangga
10. Siswa mampu melakukan percobaan untuk menentukan larutan penyangga dan bukan penyangga melalui eksperimen.
11. Siswa mampu menyimpulkan hasil untuk menentukan larutan penyangga dan bukan penyangga melalui diskusi kelompok dan eksperimen.
12. Siswa mampu menyajikan hasil percobaan untuk menentukan larutan penyangga dan bukan penyangga melalui presentasi.

Fenomena

Fase cairan dari darah merupakan larutan yang sangat penting bagi tubuh manusia. Darah sendiri memiliki fungsi penting dalam mengangkut oksigen dan sari-sari makanan ke seluruh tubuh, mengangkut limbah metabolisme tubuh seperti CO₂, urea, dan asam laktat untuk dibuang melalui alat ekskresi tubuh, menjaga suhu tubuh dan lain-lain. Untuk melaksanakan perannya dengan baik, darah menjaga kondisi kimiawi tertentu, salah satunya adalah pH yang konstan. pH darah hampir konstan sekitar 7,4. Darah selalu mengangkut mendistribusikan oksigen ke seluruh tubuh dan mengangkut CO₂ untuk dibuang ke melalui paru-paru. Perbedaan zat yang diangkut ini semestinya memberikan pengaruh pada perubahan pH darah secara signifikan. Kehadiran karbon dioksida dalam darah bereaksi dengan air dalam darah akan larut dan membentuk asam karbonat (H₂CO₃)

yang semestinya dapat mengubah (menurunkan) pH darah. Namun kenyataannya, pH darah tetap. Fenomena kontradiktif dalam darah itu tentu melibatkan suatu sistem larutan penyangga pH (buffer).

Suatu percobaan di laboratorium untuk mengetahui larutan penyangga dapat dilakukan dengan mengecek pH dari larutan tertentu, ketika ada penambahan sedikit asam atau basa ke dalam sistem larutan tersebut. Larutan dalam air yang digunakan dalam konteks ini adalah larutan campuran CH_3COOH (asam lemah) 0,10 M dan CH_3COOK (garamnya dari basa kuat) 0,10 M, atau campuran NH_4OH (basa lemah) 0,10 M dan NH_4Cl (garamnya dari asam kuat) 0,10 M. pH larutan tersebut diukur sebelum dan sesudah penambahan sedikit asam atau basa. Sebagai perbandingan dapat digunakan aquades yang mendapatkan perlakuan sama.

1. Mengamati

Berdasarkan paragraf fenomena di atas, informasi penting apa yang anda temukan berkaitan dengan larutan penyangga

1. *Darah mengandung larutan penyangga pH (buffer) yang mampu mempertahankan pH jika penambahan zat-zat yang bersifat asam/basa dalam darah*
2. *Larutan sejenis (buffer) di laboratorium ditunjukkan oleh, (a) larutan campuran CH_3COOH (asam lemah) 0,1 M dengan CH_3COOK (garamnya dari basa kuat) 0,1 M atau (b) larutan campuran NH_4OH (basa lemah) 0,1 M dan NH_4Cl (garamnya dari asam kuat) 0,1 M*

2. Menanya

a. Tulislah pertanyaan terkait istilah-istilah dan/atau maksud kalimat yang tidak dimengerti yang terdapat pada paragraph fenomena di atas! (jika ada)

1. *Berapa perubahan pH 100 ml air murni jika ditambah 5 tetes larutan HCl 0,1 M dan berapa perubahan pH jika 5 tetes larutan HCl yang sama ditambahkan pada 100 ml larutan buffer?*
2. *Apa yang dimaksud garamnya dari basa kuat untuk contoh larutan campuran dari asam lemah dan garamnya dari basa kuat?*
3. *Apakah ada hubungannya larutan buffer dengan kesetimbangan ionisasi asam atau basa lemah?*
4. *Apakah konsentrasi yang digunakan harus sama 0,1 M?*

b. Berdasarkan hal tersebut, buatlah rumusan masalah investigatif berkaitan dengan pengertian, komponen yang mendukung sifat

1. Apakah hanya jenis larutan campuran asam lemah dengan garamnya dari basa kuat atau larutan campuran dari basa lemah dengan garamnya dari asam kuat yang dapat mempertahankan pH atau sebagai larutan penyangga pH (buffer) jika ditambah asam atau basa dari luar?
2. Apa saja komponen-komponen utama dari larutan buffer yang berperan mempertahankan pH?

3. Mengumpulkan Data

- a. Berdasarkan rumusan masalah di atas, buatlah hipotesis atau jawaban sementara dari setiap rumusan masalah yang dibuat!

1. Larutan campuran yang tidak terlalu encer dari asam lemah dan garamnya dari basa kuat (basa konjugat) atau basa lemah dan garamnya dari asam kuat (asam konjugat) dapat mempertahankan pH hampir konstan ketika ditambahkan sedikit asam atau basa.
2. Molekul asam lemah dan ion negatif dari asam lemah yang berasal dari ionisasi garamnya dari basa kuat (basa konjugasi dari asam lemah) dengan konsentrasi yang relatif besar untuk buffer asam atau basa lemah dari ion positif dari basa lemah yang berasal dari ionisasi garamnya dari asam kuat dengan konsentrasi yang relatif besar untuk buffer basa mampu mempertahankan pH jika ada penambahan asam/basa dari luar.

- b. Rancangan Pembuktian Hipotesis

Untuk menguji hipotesis yang Anda rumuskan, rancanglah percobaan dengan mengidentifikasi variabel, menentukan alat dan bahan, rancangan percobaan dan cara kerja!

1. Variabel Percobaan

Percobaan ini melibatkan berbagai variabel yakni variabel bebas (suatu perlakuan/penyebab yang jenis/besarnya bervariasi), variabel terikat (sesuatu yang berubah akibat variasi perlakuan/variabel bebas), dan variabel kontrol (sesuatu yang jenis/besarnya sengaja dikontrol/disamakan agar tidak mempengaruhi hasil percobaan).

Tabel 1. Jenis Variabel

No Hipotesis.	Variabel Bebas	Variabel Terikat	Variabel Kontrol
Larutan campuran dari asam	Jenis larutan	pH awal dan	• Volume larutan

lemah dan garamnya dari basa kuat (basa konjugat) atau basa lemah dan garamnya dari asam kuat (asam konjugat) dapat mempertahankan pH hampir konstan ketika ditambahkan sedikit asam atau basa	campuran/cairan	pH akhir setelah penambahan asam/basa atau perubahan pH	campuran/cairan • Asam/basa yg ditambahkan dari luar sama • Volume dan konsentrasi asam/basa yg ditambahkan dari luar sama
Molekul asam lemah dan ion negatif dari asam lemah yang berasal dari ionisasi garamnya dari basa kuat (basa konjugasi dari asam lemah) dengan konsentrasi yang relatif besar untuk buffer asam atau basa lemah dari ion positif dari basa lemah yang berasal dari ionisasi garamnya dari asam kuat dengan konsentrasi yang relatif besar untuk buffer basa mampu mempertahankan pH jika ada penambahan asam/basa dari luar	Jenis larutan buffer	Komponen utama dari larutan buffer yang bereaksi dengan penambahan asam/basa dari luar (meniadakan pengaruh perubahan pH dari luar)	Konsentrasi asam/basa dan garamnya relatif sama (melimpah)

Selanjutnya, buatlah desain percobaan berdasarkan variabel percobaan yang telah Anda tentukan dengan melengkapi tabel di bawah ini!

2. Desain Percobaan

Tabel 2. Desain/Rancangan Pembuktian Hipotesis

No. Hipotesis	Variabel Kontrol	Variabel Perlakuan (variabel bebas)	Variabel Terikat (perubahan pH)		
			Awal	Setelah + asam (Δ pH)	Setelah + basa (Δ pH)
Larutan campuran dari asam lemah dan garamnya dari basa kuat (basa konjugat) atau basa lemah dan garamnya dari asam kuat (asam konjugat) dapat mempertahankan pH hampir konstan ketika ditambahkan sedikit asam atau basa	<ul style="list-style-type: none"> • Volume larutan/cairan sama • Volume dan konsentrasi asam/basa yang ditambahkan sama 	10 ml CH_3COOH 0,10 M + 10 ml CH_3COOK 0,10 M	4,46	4,44	4,43
		10 ml CH_3COOH 0,10 M + 10 ml aquades	3,00	2,64	3,31
		10 ml CH_3COOH 0,10 M + 10 ml CH_3COOK 0,10 M + 10 ml aquades	6,86	5,36	9,87
		20 ml aquades	7,26	3,49	10,32
		10 ml NH_4OH 0,10 M + 10 ml NH_4Cl 0,10 M	8,99	8,94	9,04

		10 ml NH_4OH 0,10 M + 10 ml aquades	10,42	10,25	10,72
		10 ml NH_4Cl 0,10 M + 10 ml aquades	6,38	3,39	7,49
No. Hipotesis	Variabel Kontrol	Contoh buffer (variasi contoh/nilai variabel bebas)	*Komponen-komponen pencegah ΔpH (variasi nilai variabel terikat)		
Molekul asam lemah dan ion negatif dari asam lemah yang berasal dari ionisasi garamnya dari basa kuat (basa konjugasi dari asam lemah) dengan konsentrasi yang relatif besar untuk buffer asam atau basa lemah dari ion positif dari basa lemah yang berasal dari ionisasi garamnya dari asam kuat dengan konsentrasi yang relatif besar untuk buffer basa mampu mempertahankan pH jika ada penambahan asam/basa dari luar	Buffer asam	Larutan campuran CH_3COOH dan CH_3COOK	CH_3COOH dan CH_3COO^-		
		Larutan campuran CH_3COOH dan CH_3COONa	CH_3COOH dan CH_3COO^-		
		Larutan campuran HCOOH dan HCOONa	HCOOH dan HCOO^-		
	Buffer basa	Larutan campuran NH_3 dan NH_4Br	NH_3 dan NH_4^+		
		Larutan campuran NH_4OH dan NH_4Cl	NH_4OH dan NH_4^+		

*komponen-komponen yang bereaksi dengan penambahan asam/basa dari luar.

3. Alat dan Bahan, serta gunanya

Rencanakan sendiri atau pilihlah beberapa alat dan bahan yang disediakan oleh guru sesuai dengan percobaan yang akan dilakukan (sertakan jumlah dan kegunaan alat dan bahan yang digunakan)!

Alat :

- Gelas kimia 50 ml (14 buah)
- Gelas ukur 10 ml (1 buah)
- Gelas ukur 25 ml (1 buah)
- Pipet tetes (2 buah)
- pH meter (1 buah)

Bahan :

- 40 ml CH_3COOH 0,10 M
- 40 ml CH_3COOK 0,10 M
- 40 ml NH_4OH 0,10 M
- 40 ml NH_4Cl 0,10 M
- 10 ml larutan HCl 0,10 M
- 10 ml larutan NaOH 0,10 M
- Aquades

Alat dan kegunaannya :

- Gelas kimia digunakan sebagai penampung cairan/larutan.
- Gelas ukur digunakan sebagai alat untuk mengukur volume larutan, mulai dari volume 10 mL hingga 25 mL larutan.
- Pipet tetes digunakan untuk memindahkan volume cairan yang telah terukur.
- pH meter digunakan sebagai alat ukur untuk mengukur derajat keasaman atau kebasaan suatu cairan

Bahan dan kegunaannya :

- CH_3COOH : digunakan sebagai larutan yang menjadi spesi asam lemah
- CH_3COOK : digunakan sebagai larutan yang menjadi spesi garam dari basa kuat
- NH_4OH : digunakan sebagai larutan yang menjadi spesi basa lemah
- NH_4Cl : digunakan sebagai larutan yang menjadi spesi garam dari asam kuat
- HCl : digunakan sebagai larutan untuk penambahan asam terhadap larutan buffer
- NaOH : digunakan sebagai larutan untuk penambahan basa terhadap larutan buffer

4. Prosedur (cara) Kerja

Untuk pembuktian hipotesis 1

- a) Gelas kimia, gelas ukur, dan pipet tetes dicuci dan terakhir dibilas dengan aquades
- b) Bahan disiapkan yakni 40 ml larutan CH_3COOH 0,10 M, 40 ml CH_3COOK 0,10 M, 40 ml NH_4OH 0,10 M, 40 ml NH_4Cl 0,10 M, dan 120 ml aquades
- c) Tujuh buah gelas kimia dengan ukuran 50 ml disiapkan untuk bahan berikut:
 - (1) campuran 10 ml larutan CH_3COOH 0,10 M dan 10 ml larutan CH_3COOK

0,10 M dalam gelas 1, (2) campuran 10 ml CH_3COOH 0,10 M dan 10 ml aquades dalam gelas 2, (3) campuran 10 ml CH_3COOK 0,10 M dan 10 ml aquades dalam gelas 3, (4) 20 ml aquades dalam gelas 4, (5) campuran 10 ml NH_4OH 0,10 M dan 10 ml NH_4Cl 0,10 M dalam gelas 5, (6) campuran 10 ml NH_4OH 0,10 M dan 10 ml aquades dalam gelas 6, dan (7) campuran 10 ml NH_4Cl 0,10 M dan 10 ml aquades dalam gelas 7.

- d) pH larutan dalam masing-masing dalam gelas (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) diukur dan dicatat sebagai pH awal.
- e) Keadalam gelas nomor 1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 (masing-masing gelas) ditambahkan 0,5 ml larutan asam klorida (HCl) 0,10 M dan sedikit digoyang/dikocok. Kemudian pH masing-masing larutan diukur dan dicatat sebagai pH larutan setelah penambahan asam dari luar.
- f) Ulangi langkah sama seperti sebelumnya, tujuh buah gelas kimia dengan ukuran 50 ml disiapkan untuk bahan berikut: (1) campuran 10 ml larutan CH_3COOH 0,10 M dan 10 ml larutan CH_3COOK 0,10 M dalam gelas 1, (2) campuran 10 ml CH_3COOH 0,10 M dan 10 ml aquades dalam gelas 2, (3) campuran 10 ml CH_3COOK 0,10 M dan 10 ml aquades dalam gelas 3, (4) 20 ml aquades dalam gelas 4, (5) campuran 10 ml NH_4OH 0,10 M dan 10 ml NH_4Cl 0,10 M dalam gelas 5, (6) campuran 10 ml NH_4OH 0,10 M dan 10 ml aquades dalam gelas 6, dan (7) campuran 10 ml NH_4Cl 0,10 M dan 10 ml aquades dalam gelas 7.
- g) pH larutan dalam masing-masing dalam gelas (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) diukur dan dicatat sebagai pH awal.
- h) Keadalam gelas nomor 1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 (masing-masing gelas) ditambahkan 0,5 ml larutan natrium hidroksida (NaOH) 0,10 M dan sedikit digoyang/dikocok. Kemudian pH masing-masing larutan diukur dan dicatat sebagai pH larutan setelah penambahan basa dari luar.

Untuk pembuktian hipotesis 2

- a) Penelusuran terhadap buku (sumber pustaka) tentang jenis larutan buffer (asam maupun basa) dilakukan.
- b) Komponen-komponen dari sistem larutan penyangga yang bereaksi dengan penambahan asam/basa dari luar diidentifikasi masing-masing minimal 2 contoh.

5. Hasil Pengamatan

Tabel 3. Data Hasil Pengamatan

No. Hipotesis	Variabel Kontrol	Variabel Perlakuan (variabel bebas)	Variabel Terikat (perubahan pH)		
			Awal	Setelah + asam (ΔpH)	Setelah + basa (ΔpH)
Larutan campuran dari asam lemah dan garamnya dari basa kuat (basa konjugat) atau basa lemah dan garamnya dari asam kuat (asam konjugat) dapat mempertahankan pH hampir konstan ketika ditambahkan sedikit asam atau basa	<ul style="list-style-type: none"> • Volume larutan/cairan sama • Volume dan konsentrasi asam/basa yang ditambahkan sama 	10 ml CH_3COOH 0,10 M + 10 ml CH_3COOK 0,10 M	4,46	4,44	4,43
		10 ml CH_3COOH 0,10 M + 10 ml aquades	3,00	2,64	3,31
		10 ml CH_3COOK 0,10 M + 10 ml aquades	6,86	5,36	9,87
		20 ml aquades	7,26	3,49	10,32
		10 ml NH_4OH 0,10 M + 10 ml NH_4Cl 0,10 M	8,99	8,94	9,04
		10 ml NH_4OH 0,10 M + 10 ml aquades	10,42	10,25	10,72
		10 ml NH_4Cl 0,10 M + 10 ml aquades	6,38	3,39	7,49
No. Hipotesis	Variabel Kontrol	Contoh buffer (variasi contoh/nilai variabel bebas)	*Komponen-komponen pencegah ΔpH (variasi nilai variabel terikat)		
Molekul asam lemah dan ion negatif dari asam lemah yang berasal dari ionisasi garamnya dari basa kuat (basa konjugasi dari asam lemah) dengan konsentrasi yang relatif besar untuk buffer asam atau basa lemah dari ion positif dari basa lemah yang berasal dari ionisasi garamnya dari asam kuat dengan konsentrasi yang relatif besar untuk buffer basa mampu mempertahankan pH jika	Buffer asam	Larutan campuran CH_3COOH dan CH_3COOK	CH_3COOH dan CH_3COO^-		
		Larutan campuran CH_3COOH dan CH_3COONa	CH_3COOH dan CH_3COO^-		
		Larutan campuran HCOOH dan HCOONa	HCOOH dan HCOO^-		
	Buffer basa	Larutan campuran NH_3 dan NH_4Br	NH_3 dan NH_4^+		

ada penambahan asam/basa dari luar		Larutan campuran NH_4OH dan NH_4Cl	NH_4OH dan NH_4^+
------------------------------------	--	--	--

*komponen-komponen yang bereaksi dengan penambahan asam/basa dari luar.

4. Analisis Data (Mengasosiasi)

a. Untuk hipotesis 1

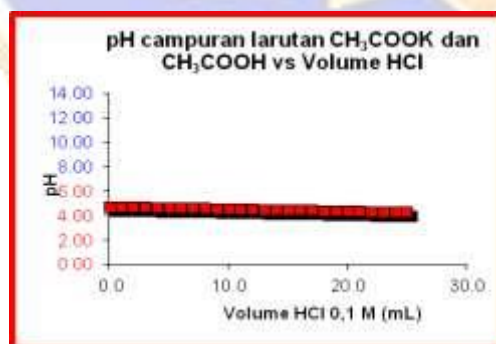
- 1) Berdasarkan data di atas, bagaimanakah pH masing-masing jenis larutan sebelum dan sesudah ditambahkan sedikit asam atau basa dari luar? Perubahan pH akibat penambahan asam/basa?

Masing-masing jenis larutan mengalami perubahan pH setelah penambahan asam atau basa dari luar. Namun perubahan pH pada larutan penyangga setelah penambahan asam atau basa dari luar relatif sangat kecil dibandingkan dengan jenis larutan yang bukan larutan penyangga, sebagai contoh pH aquades yang mengalami perubahan pH yang begitu drastis setelah penambahan asam/basa dari luar.

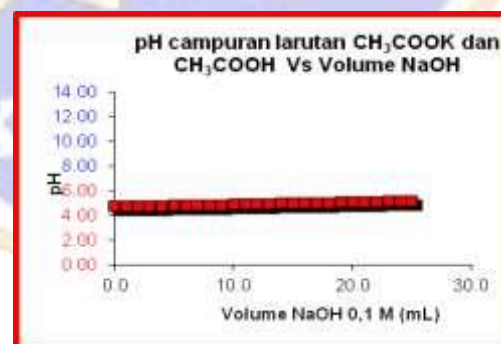
- 2) Berdasarkan kemampuannya mempertahankan harga pH, sudahkah anda mendapatkan data pembuktian hipotesis?

Sudah, setelah pembuktian dari hipotesis diperoleh bahwa larutan penyangga asam atau basa mampu mempertahankan harga pH relatif konstan ketika ditambahkan sedikit asam atau basa dari luar.

- 3) Informasi tambahan: untuk 100 mL larutan campuran yang mengandung CH_3COOK 0,1 M dan CH_3COOH 0,1 M, seseorang telah melakukan percobaan dengan menambahkan asam atau basa secara bertahap hingga volume 25 mL dan mendapatkan grafik pH larutan campuran terhadap penambahan volume asam (Gambar..a) dan terhadap penambahan volume basa (Gambar ..b) sebagai berikut.



Gb. 1a. Perubahan pH terhadap volume asam yang ditambahkan

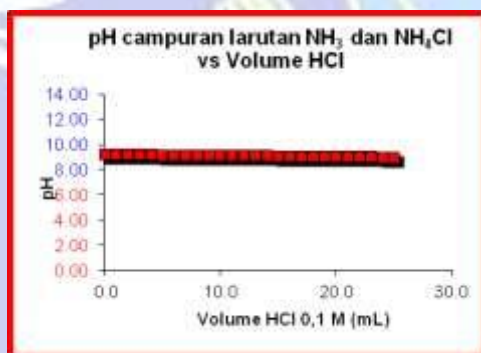


Gb. 1b. Perubahan pH terhadap volume basa yang ditambahkan

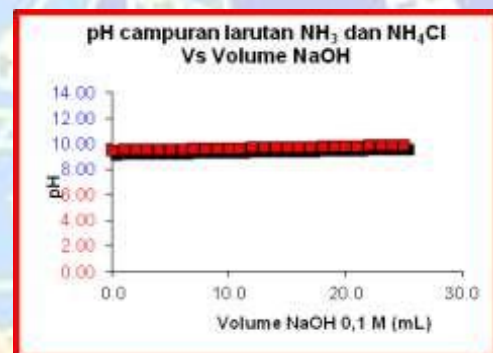
Bagaimanakah perubahan pH larutan campuran CH_3COOK dan CH_3COOH ketika ditambahkan HCl atau NaOH berdasarkan grafik di atas? Apakah larutan campuran CH_3COOK dan CH_3COOH termasuk larutan penyangga?

Dari grafik tersebut sangat jelas bahwa larutan campuran CH_3COOK dan CH_3COOH dapat mempertahankan harga pH relatif konstan ketika ditambahkan sedikit asam maupun basa. Kemampuan larutan campuran CH_3COOK dan CH_3COOH dalam mempertahankan harga pH relatif konstan adalah kemampuan khusus yang dimiliki oleh larutan penyangga, sehingga larutan campuran dari CH_3COOK dan CH_3COOH termasuk larutan penyangga.

- 4) Informasi tambahan: untuk 100 mL larutan campuran yang mengandung NH_4OH 0,1 M dan NH_4Cl 0,1 M, seseorang telah melakukan percobaan dengan menambahkan asam atau basa hingga volume 25 mL dan mendapatkan grafik pH larutan campuran terhadap penambahan volume asam (Gambar 2a) dan terhadap penambahan volume basa (Gambar 2b) sebagai berikut. Data hasil pengukuran disajikan dalam grafik (Gb 2).



Gb. 2a. Perubahan pH terhadap volume asam yang ditambahkan



Gb. 2b. Perubahan pH terhadap volume basa yang ditambahkan

Bagaimanakah perubahan pH larutan campuran NH_4OH dan NH_4Cl ketika ditambahkan HCl atau NaOH berdasarkan grafik di atas? Apakah larutan campuran NH_4OH dan NH_4Cl termasuk larutan penyangga?

Dari grafik tersebut sangat jelas bahwa larutan campuran NH_4OH dan NH_4Cl dapat mempertahankan harga pH relatif konstan ketika ditambahkan sedikit asam maupun basa. Kemampuan larutan campuran NH_4OH dan NH_4Cl dalam mempertahankan harga pH relatif konstan adalah kemampuan khusus yang

dimiliki oleh larutan penyangga, sehingga larutan campuran dari NH_4OH dan NH_4Cl termasuk larutan penyangga.

- 5) Buat simpulan untuk hipotesis nomor 1

Larutan campuran dari asam lemah dan garamnya dari basa kuat (basa konjugat) atau basa lemah dan garamnya dari asam kuat (asam konjugat) dapat mempertahankan pH hampir konstan ketika ditambahkan sedikit asam atau basa.

Hipotesis: diterima/ditolak (lingkari salah satu)

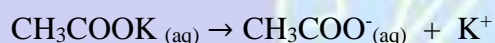
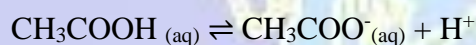
b. Untuk hipotesis 2

Tuliskan reaksi ionisasi masing-masing zat sistem dalam sistem larutan berikut

- $\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{OH}^-$ (asam/basa lemah (amfoter))
- $\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ (asam lemah)
- $\text{CH}_3\text{COOK}_{(aq)} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{K}^+$ (garam dari asam lemah dan basa kuatnya)
- $\text{NH}_4\text{OH}_{(aq)} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ (basa lemah)
- $\text{NH}_4\text{Cl}_{(aq)} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$ (garam dari basa lemah dan asam kuatnya)

Dari data untuk pembuktian hipotesis nomor 2 di atas dapat dikaji

- Larutan CH_3COOH tergolong asam lemah. Apakah larutan campuran CH_3COOK dan CH_3COOH mengandung komponen kesetimbangan asam? Tuliskan reaksi-reaksi yang dilibatkan dalam sistem kesetimbangan ini!



- Apakah sajakah komponen-komponen sistem kesetimbangannya yang mampu bereaksi dengan ion $[\text{H}^+]$ atau $[\text{OH}^-]$ dari luar dan mencegah perubahan pH? Bandingkan konsentrasi komponen-komponen tersebut dalam buffer dan dalam larutan hanya asam lemah!

Konsentrasi CH_3COO^- hasil ionisasi CH_3COOH jauh lebih kecil dari konsentrasinya ion CH_3COO^- hasil disosiasi dari CH_3COOK , sehingga konsentrasi ion CH_3COO^- hasil disosiasi dari CH_3COOK dapat dianggap mewakili keseluruhan ion CH_3COO^- yang ada di dalam campuran tersebut, sehingga komponen-komponen yang terdapat dalam campuran diantaranya CH_3COOH , ion CH_3COO^- , dan ion H^+ yang merupakan kesetimbangan ionisasi asam lemah.

Komponen-komponen mana dalam kesetimbangan yang bereaksi dengan penambahan asam/basa 0,1 M dari luar? Sejauh mana produknya akan terion

kembali menghasilkan H^+ atau OH^- ? Apakah produk akan mengubah pH larutan secara berarti (cukup besar) jika penambahan sedikit (sekitar 0,5 mL) asam/basa 0,1 M dari luar ke dalam 20 mL larutan campuran tersebut. Dapatkah komponen-komponen ini merupakan komponen utama penentu sifat pH larutan?

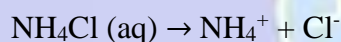
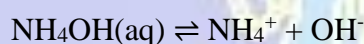
CH₃COOH merupakan asam lemah, di dalam larutan akan terionisasi secara tidak sempurna yang reaksinya membentuk sistem kesetimbangan, persamaan reaksinya $CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$

Ketika asam kuat ditambahkan ke dalam larutan, ion H^+ dari asam kuat akan bereaksi dengan ion CH_3COO^- menghasilkan CH_3COOH , persamaan reaksinya $CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COOH_{(aq)}$

Ketika basa kuat ditambahkan ke dalam larutan, CH_3COOH akan bereaksi dengan ion OH^- dari basa kuat menghasilkan CH_3COO^- dan air, persamaan reaksinya $CH_3COOH_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$

Kedua komponen tersebut merupakan komponen-komponen utama penentu pH larutan.

- 3) **Lakukan kembali kajian butir nomor 1), tetapi untuk sistem larutan campuran $NH_4OH_{(aq)}$ dan $NH_4Cl_{(aq)}$.** Tuliskan reaksi-reaksi ionisasi dalam larutannya!



- 4) Apa sajakah komponen-komponen sistem kesetimbangannya yang mampu bereaksi dengan ion $[H^+]$ atau $[OH^-]$ dari luar dan mencegah perubahan pH? Bandingkan konsentrasi komponen-komponen tersebut dalam buffer dan dalam larutan hanya basa lemah!

*Ion NH_4^+ hasil ionisasi NH_4OH jauh lebih kecil **konsentrasi relatifnya** dari konsentrasi ion NH_4^+ hasil disosiasi NH_4Cl , sehingga **konsentrasi** ion NH_4^+ hasil disosiasi NH_4Cl dapat dianggap mewakili keseluruhan ion NH_4^+ yang ada di dalam campuran tersebut, **sehingga** komponen-komponen yang terdapat dalam campuran diantaranya NH_4OH , ion NH_4^+ , dan ion OH^- yang merupakan **kesetimbangan ionisasi basa lemah.***

Komponen-komponen mana dalam kesetimbangan yang bereaksi dengan penambahan 0,5 mL asam/basa 0,1 M dari luar? Sejauh mana produknya akan terion kembali menghasilkan H^+ atau OH^- ? Apakah produk akan mengubah pH

larutan secara berarti (cukup besar). Dapatkah komponen-komponen ini merupakan komponen utama penentu sifat pH larutan?

NH_4OH merupakan basa lemah, di dalam larutannya akan terionisasi secara tidak sempurna yang reaksinya membentuk sistem kesetimbangan, **persamaan reaksinya** $NH_4OH_{(aq)} \rightleftharpoons NH_4^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

Ketika asam kuat ditambahkan ke dalam larutan, ion H^+ dari asam kuat akan bereaksi dengan NH_4OH membentuk NH_4^+ , persamaan **reaksinya** $NH_4OH_{(aq)} + H^+_{(aq)} \rightleftharpoons NH_4^+_{(aq)}$

Ketika basa kuat ditambahkan ke dalam larutan, ion OH^- dari basa kuat akan bereaksi dengan ion NH_4^+ menghasilkan NH_4OH , persamaan **reaksinya** $NH_4^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightleftharpoons NH_4OH_{(aq)}$

Kedua komponen tersebut merupakan **komponen-komponen utama penentu pH larutan**.

- 5) Bandingkan kajian butir nomor 3) dan 4) untuk hipotesis 1 dengan aquades. Dapatkah komponen-komponen dalam kesetimbangan air menghilangkan pengaruh penambahan sedikit asam/basa dari luar terhadap perubahan pH air? Beri alasan singkat!

Komponen-komponen dalam kesetimbangan air tidak mampu menghilangkan pengaruh penambahan sedikit asam/basa dari luar yang ditujukan adanya perubahan pH larutan yang cukup drastis ketika suatu komponen asam atau basa dengan aquades dicampurkan.

Buat simpulan tentang komponen-komponen utama dari larutan buffer yang berperan mampu mempertahankan pH larutan!

Molekul asam lemah dan ion negatif dari asam lemah yang berasal dari ionisasi garamnya dari basa kuat (basa konjugasi dari asam lemah) untuk buffer asam atau basa lemah dari ion positif dari basa lemah yang berasal dari ionisasi garamnya dari asam kuat (asam konjugasi dari basa lemah) untuk buffer basa mampu mempertahankan pH terhadap penambahan asam/basa dari luar.

Hipotesis: diterima/ditolak (lingkari salah satu)

5. Mengkomunikasikan

Presentasikanlah hasil kerja kegiatan belajar dengan pendekatan saintifik 4M (mengamati, menanya, mengumpulkan data, dan mengasosiasi) yang telah Anda lakukan di atas!

Pemahaman dan Penerapan Konsep

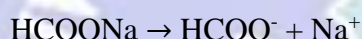
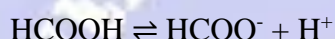
1. Apa itu larutan penyangga (definisi)?

Jawaban:

Larutan penyangga adalah larutan yang mengandung pasangan zat terlarut yaitu pasangan asam lemah dan garamnya dari basa kuat (basa konjugat) atau basa lemah dan garamnya dari asam kuat (asam konjugat) yang dapat mempertahankan pH hampir konstan ketika ditambahkan sedikit asam atau basa.

2. Berdasarkan definisinya, larutan penyangga harus memiliki dua komponen utama pembentuknya. Dari beberapa contoh larutan penyangga di bawah ini, identifikasilah komponen-komponen pembentuk larutan penyangganya dan kelompokkan ke dalam larutan penyangga asam atau larutan penyangga basa!
- a. $\text{HCOOH} + \text{HCOONa}$ dalam air

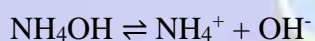
Jawaban:



Dari komponen-komponen pembentuk larutan penyangga termasuk jenis larutan penyangga asam.

- b. $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Br}$ dalam air

Jawaban:

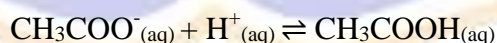


Dari komponen-komponen pembentuk larutan penyangga termasuk jenis larutan penyangga basa.

3. a. Bagaimana mekanisme larutan buffer asam mempertahankan pH terhadap penambahan sedikit asam/basa dari luar?

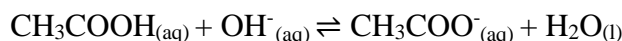
Jawaban:

Ketika asam kuat ditambahkan ke dalam larutan buffer asam, ion H^+ dari asam kuat akan bereaksi dengan ion CH_3COO^- menghasilkan CH_3COOH .



Penambahan asam akan menggeser ke arah pembentukan CH_3COOH . Hal ini akan mencegah penambahan konsentrasi H^+ secara signifikan sehingga pH tidak berubah.

Ketika basa kuat ditambahkan ke dalam larutan buffer asam, CH_3COOH akan bereaksi dengan ion OH^- dari basa kuat menghasilkan CH_3COO^- dan air.



Penambahan OH^- akan menggeser kesetimbangan ke arah pembentukan CH_3COO^- . Hal ini akan mencegah penambahan konsentrasi OH^- secara signifikan sehingga pH tidak berubah.

b. Bagaimana mekanisme larutan buffer basa mempertahankan pH terhadap penambahan sedikit asam/basa dari luar?

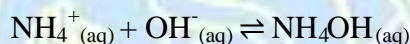
Jawaban:

Ketika asam kuat ditambahkan ke dalam larutan buffer basa, ion H^+ dari asam kuat akan bereaksi dengan NH_4OH membentuk NH_4^+



Pengurangan ion OH^- akan dikembalikan melalui ionisasi basa lemah, sehingga akan mencegah penambahan konsentrasi H^+ secara signifikan yang merupakan penyebab penurunan pH sehingga pH tidak berubah secara signifikan.

Ketika basa kuat ditambahkan ke dalam larutan buffer basa, ion OH^- dari basa kuat akan bereaksi dengan ion NH_4^+ menghasilkan NH_4OH



Penambahan basa akan menggeser kesetimbangan ke arah pembentukan NH_4OH . Hal ini akan mencegah penambahan konsentrasi OH^- secara signifikan yang merupakan penyebab peningkatan pH sehingga pH tidak berubah secara signifikan.

4. Tentukanlah pasangan larutan asam-basa yang dapat membentuk larutan buffer, kemudian tentukan jenis larutan buffer tersebut!

Larutan asam	Larutan basa
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}_{(\text{aq})}$	$\text{NH}_3_{(\text{aq})}$
$\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$	$\text{Mg}(\text{OH})_{2(\text{aq})}$

Jawaban:

Pasangan dari $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ sebagai asam lemah dengan $\text{Mg}(\text{OH})_2$ sebagai basa kuat akan membentuk suatu larutan buffer yang bersifat asam. Sedangkan, pasangan dari H_2SO_4 sebagai asam kuat dengan NH_3 sebagai basa lemah akan membentuk suatu larutan buffer yang bersifat basa.

1.2 Unit Pembelajaran 2

A. Lembar Kerja

Kelas/Jurusan : XI/MIPA

Materi Pokok : pH Larutan Penyangga dan Ketahanannya terhadap Penambahan Asam atau Basa

Tujuan Pembelajaran

1. Siswa menunjukkan perilaku ulet dan teliti melalui pengolahan dan analisis data.
2. Siswa menunjukkan sikap kritis melalui ketepatan dalam pemecahan masalah.
3. Siswa menunjukkan sikap tanggung jawab melalui pelaksanaan kegiatan selama pembelajaran.
4. Siswa menunjukkan perilaku pro-aktif serta bijaksana dalam mendukung kegiatan pembelajaran.
5. Siswa menunjukkan perilaku komunikatif dan demokrasi melalui diskusi.
6. Siswa menunjukkan perilaku kerja sama dan toleran melalui interaksinya dengan siswa lain dalam kegiatan kelompok.
7. Siswa menunjukkan perilaku santun dan cinta damai melalui interaksinya dengan guru dan siswa lain selama pembelajaran.
8. Siswa menunjukkan perilaku responsif, proaktif serta bijaksana dalam menanggapi kegiatan pembelajaran.
9. Siswa mampu merumuskan pH larutan penyangga asam dan basa melalui eksperimen dan diskusi kelompok.
10. Siswa mampu menghitung perubahan pH larutan penyangga untuk melihat ketahanannya terhadap penambahan asam atau basa melalui diskusi kelompok.
11. Siswa mampu merancang percobaan untuk merumuskan pH larutan penyangga asam dan basa melalui diskusi kelompok.
12. Siswa mampu melakukan percobaan untuk merumuskan pH larutan penyangga asam dan basa melalui eksperimen.
13. Siswa mampu menyimpulkan hasil percobaan perumusan pH larutan penyangga asam dan basa.
14. Siswa mampu menyajikan hasil percobaan perumusan pH larutan penyangga asam dan basa

Pengantar

Pada kegiatan sebelumnya kita telah menyimpulkan bahwa larutan penyangga (buffer) sebagai larutan yang dapat mempertahankan harga pH relatif konstan ketika ditambahkan sedikit asam atau basa yang disebabkan karena kandungan asam/basa dengan basa/asam konyugasinya yang relatif banyak. Kita mengidentifikasi terdapat dua jenis larutan penyangga, yaitu (1) larutan penyangga asam seperti larutan yang mengandung 0,10 M CH_3COOH dan 0,10 M CH_3COONa , dan (2) larutan penyangga basa misalnya larutan campuran 0,10 M NH_4OH dan 0,10 M NH_4Cl . Pada contoh larutan penyangga asam tersebut terdiri dari komponen asam lemah (komponen asam konyugasi

CH_3COOH yang tidak terion dengan konsentrasi tinggi) dan garamnya yang terionisasi sempurna (basa konjugasi CH_3COO^- dengan konsentrasi tinggi yang berasal dari garam dan sedikit berasal dari ionisasi asam lemah). Larutan tetap dalam sistem kesetimbangan asam lemah, tetapi konsentrasi ion CH_3COO^- tidak kecil seperti jika dalam larutan asam lemah saja (tanpa kehadiran garamnya). Sementara pada contoh larutan penyangga basa terdiri dari komponen basa lemah (konsentrasi NH_4OH basa konjugasi yang tidak terion tinggi) dan garamnya yang terionisasi sempurna (konsentrasi NH_4^+ asam konjugasi tinggi berasal dari garamnya dan sedikit berasal dari ionisasi basa lemah). Larutan tetap dalam sistem kesetimbangan basa lemah, tetapi konsentrasi ion NH_4^+ tidak kecil seperti jika dalam larutan basa lemah saja (tanpa kehadiran garamnya).

Suatu percobaan untuk merumuskan pH larutan penyangga dapat direkam dengan membuat larutan penyangga dan mengukur pH-nya. Seperti pembelajaran sebelumnya, larutan buffer asam misalnya dapat dibuat dari larutan campuran CH_3COOH dan CH_3COONa ; dan larutan buffer basa melalui pengukuran pH atau pOH dari larutan campuran NH_4OH dan NH_4Cl dengan konsentrasi komponen asam/basa dan garamnya yang berbeda-beda. Dengan melihat konsentrasi yang berbeda-beda, tentu dapat dirumuskan pH larutan penyangga, dengan melihat hubungan konsentrasi dan perbedaan pH-nya. Perhitungan-perhitungan ini tentunya nanti akan digunakan ketika larutan penyangga ditambahkan asam atau basa. Asam lemah dan garamnya adalah komponen yang harus ada dalam larutan penyangga asam, begitu juga basa lemah dan garamnya adalah komponen yang harus ada pada larutan penyangga basa. pH larutan penyangga, akan ditentukan oleh reaksi kesetimbangan asam dengan kehadiran ion basa konjugasinya yang relatif tinggi untuk buffer asam; dan reaksi kesetimbangan basa lemah dengan kehadiran ion positif asam konjugasinya yang relatif tinggi untuk buffer basa. Kemudian, data hasil pengukuran pH larutan setelah penambahan sedikit asam/basa dari luar untuk mengetahui efeknya terhadap perubahan pH atau ketahanan pH larutan penyangga dapat dirasionalkan melalui perhitungan penerapan rumus pH larutan penyangga setelah menghitung pergeseran konsentrasi komponen larutan penyangga sesuai dengan asas Lechatelier.

1. Mengamati

Berdasarkan paragraf fenomena di atas, fenomena terkait di sekitar, dan pengetahuan sebagai sasaran tujuan pembelajaran di depan, informasi penting apa yang anda temukan berkaitan dengan larutan penyangga.

- a. Larutan penyangga asam (misalnya larutan campuran CH_3COOH dan CH_3COONa)
- Merupakan sistem kesetimbangan asam lemah
 - Mengandung konsentrasi asam lemah (molekul CH_3COOH) tinggi
 - Mengandung konsentrasi ion CH_3COO^- (basa konjugasinya) tinggi berasal dari garam, sedikit ionisasi dari asam lemah
 - pH diperhitungkan dari kesetimbangan asam lemah
- b. Larutan penyangga basa (misalnya larutan campuran NH_4OH dan NH_4Cl)
- Merupakan sistem kesetimbangan basa lemah
 - Mengandung konsentrasi basa lemah (molekul NH_4OH) tinggi
 - Mengandung konsentrasi ion NH_4^+ (asam konjugasinya) tinggi berasal dari garam, sedikit ionisasi dari basa lemah
 - pH diperhitungkan dari kesetimbangan basa lemah

2. Menanya

- a. Tulislah pertanyaan terkait istilah-istilah dan/atau maksud kalimat yang tidak dimengerti yang terdapat pada paragraph fenomena di atas! (jika ada)
1. Apa yang dimaksud larutan tetap dalam sistem kesetimbangan asam/basa lemah jika berada dalam larutan asam/basa lemah saja tanpa kehadiran garamnya?
 2. Bagaimana hubungan larutan buffer asam atau basa dengan kesetimbangan ionisasi asam atau basa lemah?
 3. Apakah konsentrasi yang digunakan setiap komponen asam/basa dan garamnya harus sama?
- b. Berdasarkan hal tersebut, buatlah rumusan masalah investigatif berkaitan dengan pH larutan penyangga dan ketahanannya terhadap penambahan asam atau basa!

1. Apa rumus yang digunakan untuk menghitung pH larutan penyangga (buffer)?
2. Bagaimana pengaruh kuantitas komponen-komponen utama larutan buffer terhadap kapasitas buffer dalam mempertahankan pH dari penambahan asam/basa dari luar?

3. Mengumpulkan Data

- a. Berdasarkan rumusan masalah di atas, buatlah hipotesis atau jawaban sementara dari setiap rumusan masalah yang dibuat!

$$1. \text{ Rumus buffer asam : } [H^+] = K_a \times \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}}, \text{ sehingga } pH = -\log \left(K_a \times \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}} \right)$$

$$\text{Rumus buffer basa : } [OH^-] = K_b \times \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol asam konjugasi}}, \text{ sehingga } pOH = -\log \left(K_b \times \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol asam konjugasi}} \right), pH = 14 - pOH$$

2. Makin besar mol atau mmol (kombinasi konsentrasi dan volume larutan) komponen-komponen utama larutan buffer mampu menerima jumlah mmol asam/basa yang ditambahkan dari luar sampai terjadi peningkatan/penurunan satu satuan pH dari posisi pH ketika [asam] atau [basa] yang sama dengan [garamnya]).

b. Rancangan Percobaan

Untuk menguji hipotesis yang Anda rumuskan, rancanglah percobaan dengan mengidentifikasi variabel-variabel pembuktian hipotesis, menentukan alat dan bahan, rancangan percobaan, serta prosedur/cara kerja!

1. Variabel Percobaan

Percobaan ini melibatkan berbagai variabel, seperti variabel bebas (variabel yang sengaja diubah), variabel terikat (variabel yang berubah akibat pemanipulasian variabel bebas), dan variabel kontrol (variabel yang sengaja dikontrol/disamakan agar tidak mempengaruhi hasil percobaan).

Tabel 1. Jenis Variabel

No. Hipotesis	Jenis Variabel		
	Variabel Bebas	Variabel Terikat	Variabel Kontrol
Rumus buffer asam : $[H^+] = K_a \times \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}}$, sehingga $pH = -\log \left(K_a \times \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}} \right)$	Konsentrasi asam lemah dan garamnya	pH larutan	Volume larutan
Rumus buffer basa : $[OH^-] = K_b \times \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol asam konjugasi}}$, sehingga $pOH = -\log \left(K_b \times \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol asam konjugasi}} \right)$, $pH = 14 - pOH$	Konsentrasi basa lemah dan garamnya	pH larutan	Volume larutan
No. Hipotesis	Jenis Variabel		
	Variabel Bebas	Variabel Terikat	Variabel Kontrol

Makin besar mol atau mmol (kombinasi konsentrasi dan volume larutan) komponen-komponen utama larutan buffer mampu menerima jumlah mmol asam/basa yang ditambahkan dari luar sampai terjadi peningkatan/penurunan satu satuan pH dari posisi pH ketika [asam] atau [basa] yang sama dengan [garamnya]).	<ul style="list-style-type: none"> • Konsentrasi asam lemah dan garamnya 	<ul style="list-style-type: none"> • pH sebelum dan setelah penambahan asam sama (± 1 skala pH) 	<ul style="list-style-type: none"> • Mmol asam/basa yang ditambahkan dari luar untuk ΔpH sebesar (± 1 skala pH)
	<ul style="list-style-type: none"> • Konsentrasi basa lemah dan garamnya 	<ul style="list-style-type: none"> • pH sebelum dan setelah penambahan basa sama (± 1 skala pH) 	

2. Desain/Rancangan Percobaan

Sesuai dengan variabel yang dilibatkan dalam rumusan hipotesis, buatlah desain percobaan berdasarkan variabel percobaan yang telah Anda tentukan dengan melengkapi tabel, seperti dalam tabel berikut.

Tabel 2. Desain/Rancangan Percobaan

No. Hipotesis	Jenis Variabel			
	Variabel Bebas		Variabel Kontrol	Variabel Terikat
Rumus buffer asam : $[H^+] = K_a \times \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}}$ sehingga $pH = -\log \left(K_a \times \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}} \right)$	Buffer asam	[asam] = [garam] 0,1 M	Volume masing-masing asam lemah & garam 20 mL	4,48
		[asam] 0,05 M ; [garam] 0,1 M		4,78
		[asam] 0,1 M ; [garam] 0,05 M		4,18
Rumus buffer basa : $[OH^-] = K_b \times \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol asam konjugasi}}$ sehingga $pOH = -\log \left(K_b \times \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol asam konjugasi}} \right)$, $pH = 14 - pOH$	Buffer basa	[basa]=[garam] = 0,1 M	Volume masing-masing basa lemah & garam 20 mL	9,02
		[basa] 0,05 M ; [garam] 0,1 M		8,66
		[basa] 0,1 M ; [garam] 0,05 M		9,29
No. Hipotesis	Jenis Variabel			
	Variabel Bebas	Variabel Kontrol	Variabel Terikat	
Makin besar mol atau mmol (kombinasi konsentrasi dan volume larutan) komponen-komponen utama larutan	Buffer asam <ul style="list-style-type: none"> • 20 mL CH_3COOH 0,1 M dan 20 mL 	Penambahan HCl (asam kuat) dengan konsentrasi	<ul style="list-style-type: none"> • pH setelah + asam dari [asam] = [garam] 0,1 M yaitu 	

buffer mampu menerima jumlah mmol asam/basa yang ditambahkan dari luar sampai terjadi peningkatan/penurunan satu satuan pH dari posisi pH ketika [asam] atau [basa] yang sama dengan [garamnya].	CH_3COONa 0,1 M <ul style="list-style-type: none"> 20 mL CH_3COOH 0,05 M dan 20 mL CH_3COONa 0,05 M 	0,01 M	4,33 <ul style="list-style-type: none"> pH setelah + asam dari [asam] = [garam] 0,05 M yaitu 4,36
	Buffer basa <ul style="list-style-type: none"> 20 mL NH_4OH 0,1 M dan 20 mL NH_4Cl 0,1 M 20 mL NH_4OH 0,05 M dan 20 mL NH_4Cl 0,05 M 	Penambahan NaOH (basa kuat) dengan konsentrasi 0,01 M	<ul style="list-style-type: none"> pH setelah + basa dari [basa] = [garam] 0,1 M yaitu 9,04 pH setelah + basa dari [basa] = [garam] 0,05 M yaitu 9,04

3. Tentukan alat dan bahan yang akan digunakan, serta kegunaannya sesuai dengan percobaan yang akan dilakukan (sertakan spesifikasi dan jumlah yang diperlukan)! Sajikan seperti dalam tabel berikut!

Alat	Kegunaan
pH meter	digunakan sebagai alat ukur untuk mengukur derajat keasaman atau kebasaan suatu cairan
Gelas kimia 50 mL & 100 mL	digunakan sebagai penampung cairan/larutan.
Gelas ukur 10 mL	digunakan sebagai alat untuk mengukur volume larutan, mulai dari volume 10 mL hingga 25 mL larutan.
Batang pengaduk	digunakan untuk mencampur bahan kimia dan cairan/larutan
Pipet volumetrik 20 mL	digunakan untuk mengambil larutan dengan volume yang tepat dan sesuai dengan label yang tertera pada bagian yang menggelembung tersebut.
Filler	digunakan untuk menyedot larutan, yang biasanya dipasang pada pangkal pipet.
Pipet tetes	digunakan untuk memindahkan volume cairan yang telah terukur.
Bahan	
Larutan CH_3COOH 0,1 M	digunakan sebagai larutan yang menjadi spesi asam lemah

Larutan CH_3COOH 0,05 M	digunakan sebagai larutan yang menjadi spesi asam lemah
Larutan NH_4OH 0,1 M	digunakan sebagai larutan yang menjadi spesi basa lemah
Larutan NH_4OH 0,05 M	digunakan sebagai larutan yang menjadi spesi basa lemah
Larutan CH_3COONa 0,1 M	digunakan sebagai larutan yang menjadi spesi garam dari basa kuat
Larutan CH_3COONa 0,05 M	digunakan sebagai larutan yang menjadi spesi garam dari basa kuat
Larutan NH_4Cl 0,1 M	digunakan sebagai larutan yang menjadi spesi garam dari asam kuat
Larutan NH_4Cl 0,05 M	digunakan sebagai larutan yang menjadi spesi garam dari asam kuat
Larutan HCl 0,01 M	digunakan sebagai larutan untuk penambahan asam terhadap larutan buffer
Larutan NaOH 0,01 M	digunakan sebagai larutan untuk penambahan basa terhadap larutan buffer

4. Prosedur Kerja

- Merumuskan pH larutan penyangga (hipotesis 1 dan 2 alternative desain baru)
Larutan buffer yang perlu dibuat dan diukur lagi pH-nya sebagai berikut:

Buffer asam asetat

- Bahan disiapkan yakni 40 ml larutan CH_3COOH 0,1 M; 20 ml CH_3COOH 0,05 M; 40 ml CH_3COONa 0,1 M; 20 ml CH_3COONa 0,05 M.
- Tiga buah gelas kimia disiapkan untuk bahan berikut: (1) 20 ml CH_3COOH 0,1 M dan 20 ml CH_3COONa 0,1 M dalam gelas 1, (2) 20 ml CH_3COOH 0,05 M dan 20 ml CH_3COONa 0,1 M dalam gelas 2, (3) 20 ml CH_3COOH 0,1 M dan 20 ml CH_3COONa 0,05 M dalam gelas 3
- pH larutan masing-masing dalam gelas (1, 2, 3) diukur dan dicatat sebagai pH larutan.

Buffer ammonia

- Bahan disiapkan yakni 40 ml larutan NH_4OH 0,1 M; 20 ml NH_4OH 0,05 M; 40 ml NH_4Cl 0,1 M; 20 ml NH_4Cl 0,05 M.
- Tiga buah gelas kimia disiapkan untuk bahan berikut: (1) 20 ml NH_4OH 0,1 M dan 20 ml NH_4Cl 0,1 M dalam gelas 1, (2) 20 ml NH_4OH 0,05 M dan 20 ml NH_4Cl 0,1 M dalam gelas 2, (3) 20 ml NH_4OH 0,1 M dan 20 ml NH_4Cl 0,05 M dalam gelas 3

c) pH larutan masing-masing dalam gelas (1, 2, 3) diukur dan dicatat sebagai pH larutan.

- Menentukan kapasitas larutan penyangga (hipotesis 3 alternative desain baru)

Buffer asam asetat

- Bahan disiapkan yakni 20 ml larutan CH_3COOH 0,1 M; 20 ml CH_3COOH 0,05 M; 20 ml CH_3COONa 0,1 M; 20 ml CH_3COONa 0,05 M.
- Dua buah gelas kimia disiapkan untuk bahan berikut: (1) 20 ml CH_3COOH 0,1 M dan 20 ml CH_3COONa 0,1 M dalam gelas 1 (2) 20 ml CH_3COOH 0,05 M dan 20 ml CH_3COONa 0,05 M dalam gelas 2
- pH larutan masing-masing dalam gelas 1 dan 2 diukur dan dicatat sebagai pH awal
- Ke dalam gelas 1 dan 2 (masing-masing gelas) ditambahkan 10 ml larutan asam klorida (HCl) 0,01 M dan sedikit digoyang/dikocok. Kemudian pH masing-masing larutan diukur dan dicatat sebagai pH larutan setelah penambahan asam dari luar.

Buffer ammonia

- Bahan disiapkan yakni 20 ml larutan NH_4OH 0,1 M; 20 ml NH_4OH 0,05 M; 20 ml NH_4Cl 0,1 M; 20 ml NH_4Cl 0,05 M.
 - Dua buah gelas kimia disiapkan untuk bahan berikut: (1) 20 ml NH_4OH 0,1 M dan 20 ml NH_4Cl 0,1 M dalam gelas 1 (2) 20 ml NH_4OH 0,05 M dan 20 ml NH_4Cl 0,05 M dalam gelas 2
 - pH larutan masing-masing dalam gelas 1 dan 2 diukur dan dicatat sebagai pH awal
 - Ke dalam gelas 1 dan 2 (masing-masing gelas) ditambahkan 10 ml larutan natrium hidroksida (NaOH) 0,01 M dan sedikit digoyang/dikocok. Kemudian pH masing-masing larutan diukur dan dicatat sebagai pH larutan setelah penambahan basa dari luar.
5. Data hasil pengamatan untuk penentuan pH larutan penyangga asam dan larutan penyangga basa, kemudian diisi data primer (hasil pengukuran) atau data sekunder (dari buku sumber)

Tabel 3. pH larutan penyangga asam

No.	Larutan	pH
1.	20 mL CH_3COOH 0,1 M dan 20 mL CH_3COONa 0,1 M	4,48
2.	20 mL CH_3COOH 0,05 M dan 20 mL CH_3COONa 0,1 M	4,78

3.	20 mL CH ₃ COOH 0,1 M dan 20 mL CH ₃ COONa 0,05 M	4,18
----	---	------

Tabel 4. pH larutan penyangga basa

No.	Larutan	pH
1.	20 mL NH ₄ OH 0,1 M dan 20 mL NH ₄ Cl 0,1 M	9,02
2.	20 mL NH ₄ OH 0,05 M dan 20 mL NH ₄ Cl 0,1 M	8,66
3.	20 mL NH ₄ OH 0,1 M dan 20 mL NH ₄ Cl 0,05 M	9,29

Tabel 5. Kapasitas buffer

Jenis Buffer		pH larutan (setelah penambahan asam)	Perubahan pH (Δ pH)
Buffer asam	• 20 mL CH ₃ COOH 0,1 M dan 20 mL CH ₃ COONa 0,1 M	4,33	Perubahan pH yang terjadi adalah sebanyak 4,36 – 4,33 = 0,03 unit pH
	• 20 mL CH ₃ COOH 0,05 M dan 20 mL CH ₃ COONa 0,05 M	4,36	Perubahan pH yang terjadi adalah sebanyak 4,40 – 4,36 = 0,04 unit pH
Jenis Buffer		pH larutan (setelah penambahan basa)	Perubahan pH (Δ pH)
Buffer basa	• 20 mL NH ₄ OH 0,1 M dan 20 mL NH ₄ Cl 0,1 M	9,04	Perubahan pH yang terjadi adalah sebanyak 9,04 – 9,03 = 0,01 unit pH
	• 20 mL NH ₄ OH 0,05 M dan 20 mL NH ₄ Cl 0,05 M	9,04	Perubahan pH yang terjadi adalah sebanyak 9,04 – 8,98 = 0,06 unit pH

4. Analisis Data (Mengasosiasi)

a. Larutan Penyangga Asam (pembuktian hipotesis 1)

- 1) Tuliskan reaksi ionisasi dari



- 2) Harga K_a dari CH₃COOH adalah $1,8 \times 10^{-5}$

- 3) Bagaimanakah persamaan kesetimbangan ionisasi asam lemah CH₃COOH?



- 4) Karena [CH₃COO⁻] yang berasal dari garam CH₃COONa konsentrasinya jauh lebih besar dari hasil ionisasi CH₃COOH, maka [CH₃COO⁻] yang berasal dari

CH₃COOH dapat diabaikan, sehingga dalam kesetimbangan ionisasi CH₃COOH, dapat digunakan [CH₃COO⁻] yang berasal dari garam saja untuk mewakili [CH₃COO⁻] secara keseluruhan dalam sistem tersebut. Dengan demikian, dalam sistem kesetimbangan asam CH₃COOH, yang diperhitungkan adalah konsentrasi [H⁺], [CH₃COO⁻] yang berasal dari garam dan CH₃COOH. Dari butir nomor 3 jika [CH₃COO⁻] sama dengan [garam], maka rumus menjadi

$$[H^+] = \frac{K_a[\text{asam lemah}]}{[\text{garam}]}$$

$$[H^+] = K_a \times \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]}$$

- 5) Untuk membantu menemukan rumus pH larutan buffer dapat dibantu dengan pengolahan data seperti tabel berikut.

Hipotesis	Variasi VB (perlakuan) [CH ₃ COOH] atau [CH ₃ COO ⁻]=[garam]	VK		VT (pH larutan)		
		Ka	[asam] atau [basa]	pH diukur	Hitung (pada 25°C)	
					H ⁺ = $\frac{K_a[\text{asam}]}{[\text{garam}]}$	pH
pH = -log (Ka x $\frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}}$)	[asam]= 0,1 M	1,8 x 10 ⁻⁵	[garam] = 0,1 M	4,74	$\frac{K_a[0,1]}{[0,1]}$	4,75
	[asam]=0,05 M	10 ⁻⁵	[garam] = 0,1 M	5,04	$\frac{K_a[0,05]}{[0,1]}$	5,05
	[garam]0,1 M	1,8 x 10 ⁻⁵	[asam] =0,1M	4,74	$\frac{K_a[0,1]}{[0,1]}$	4,75
	[garam]0,05 M		[asam] = 0,1 M	4,44	$\frac{K_a[0,1]}{[0,05]}$	4,45

Buat simpulan tentang pH larutan buffer asam!

Rumus perhitungan pH untuk buffer asam : $[H^+] = K_a \times \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}}$, sehingga

$$pH = -\log \left(K_a \times \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}} \right)$$

Hipotesis: diterima/ditolak (lingkari salah satu)

b. Larutan Penyangga Basa (pembuktian hipotesis 2)

- 1) Tuliskan reaksi ionisasi dari



- 2) Harga Kb dari NH₄OH adalah 1,8 x 10⁻⁵

- 3) Bagaimanakah persamaan kesetimbangan ionisasi asam basa lemah dari NH₄OH?



- 4) Karena $[\text{NH}_4^+]$ yang berasal dari garam NH_4Cl konsentrasinya jauh lebih besar dari ionisasi NH_4OH , $[\text{NH}_4^+]$ yang berasal dari NH_4OH dapat diabaikan, sehingga dalam kesetimbangan ionisasi NH_4OH ini, dapat digunakan $[\text{NH}_4^+]$ yang berasal dari garam saja untuk mewakili $[\text{NH}_4^+]$ secara keseluruhan dalam sistem tersebut. Dengan demikian, dalam sistem kesetimbangan basa NH_4OH , yang diperhitungkan adalah konsentrasi $[\text{OH}^-]$, $[\text{NH}_4^+]$ yang berasal dari garamnya dan NH_4OH . Dari butir nomor 3 jika $[\text{NH}_4^+]$ sama dengan [garam], maka rumus menjadi

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_b[\text{basa lemah}]}{[\text{garam}]}$$

$$[\text{OH}^-] = K_b \times \frac{[\text{NH}_4\text{OH}]}{[\text{NH}_4^+]}$$

- 5) Untuk membantu menemukan rumus pH larutan buffer dapat dibantu dengan pengolahan data seperti tabel berikut.

Hipotesis	Variasi VB (perlakuan) [NH_4OH] atau [NH_4^+] =[garam]	VK (Variabel Kontrol) Kb	VT (Variabel Terikat) = pH larutan Hitung (pada 25°C) OH ⁻ = $\frac{K_b[\text{basa}]}{[\text{garam}]}$ pH=14 - pKb - log [basa] + log [garam]	[asam] atau [basa]	pH diukur	pH		
							[garam]	pH
pH = - log (Kb x $\frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol asam konjugasi}}$)	[basa]= 0,1 M	1,8 x 10 ⁻⁵	[garam] = 0,1 M	9,26	$\frac{K_b[0,1]}{[0,1]}$	9,25		
	[basa] 0,05 M ;	10 ⁻⁵	[garam] = 0,1 M	8,96	$\frac{K_b[0,05]}{[0,1]}$	8,95		
	[garam] 0,05 M	1,8 x 10 ⁻⁵	[basa]= 0,1M	9,55	$\frac{K_b[0,1]}{[0,05]}$	9,55		
	[garam] 0,1 M	10 ⁻⁵	[basa] = 0,05 M	8,96	$\frac{K_b[0,05]}{[0,1]}$	8,95		

Buat simpulan tentang pH larutan buffer basa!

Rumus perhitungan pH untuk buffer basa : $[\text{OH}^-] = K_b \times \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol asam konjugasi}}$, sehingga

$$p\text{OH} = -\log \left(K_b \times \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol asam konjugasi}} \right), \quad p\text{H} = 14 - p\text{OH}$$

Hipotesis: diterima/ditolak (lingkari salah satu)

c. Kapasitas Buffer (pembuktian hipotesis 3)

Kegiatan sebelumnya telah menemukan rumus menghitung pH suatu buffer asam maupun buffer basa.

Kapasitas buffer asam

1) Data hasil percobaan besar mmol penambahan asam atau basa dari luar hingga mencapai perubahan pH (± 1 satuan pH) seperti ditunjukkan oleh data dalam Tabel nomor 2, konsentrasi (mmol) asam atau basa dari luar yang ditambahkan sebesar 0,01 M.

2) Informasi: mmol asam/basa yang mampu diterima suatu larutan buffer untuk meningkatkan/menurunkan hingga satu satuan pH dari posisi pH sama dengan pKa atau pKb menunjukkan kapasitas buffer tersebut. Apakah suatu buffer dengan perbedaan konsentrasi komponen utama yang berbeda memiliki kapasitas buffer yang sama?

Tidak. Suatu buffer dengan konsentrasi komponen utama yang berbeda memiliki kapasitas buffer yang berbeda.

3) Tabel pengolahan data berikut mungkin membantu menjawab butir pertanyaan nomor 2 yang sekaligus membuktikan kebenaran rumusan hipotesis.

Hipotesis	VK		VB		VT					
	Utk semua sampel	[asam] atau [garam]	[asam] atau [garam]	pH _{awal} = pKa	mmol ditambahkan hingga untuk mencapai pH(+1 atau -1)					
					Δ pH	mmol asam	Δ pH	mmol basa	Total Δ pH	Total mmol asam & basa
Kapasitas buffer asam	<ul style="list-style-type: none"> • Volume buffer 40 ml • Suhu larutan buffer sama (25°C) • pH(awal) = PKa • ΔpH = ± 1 	[garam] = 0,05M	[asam] = 0,01M	5,44	+1	0,01 mol	-1	0,01 mol	2	0,02 mol
		[garam] = 0,01M	[asam] = 0,05M	4,04	+1	0,01 mol	-1	0,01 mol	2	0,02 mol
		[garam] = 0,01M	[asam] = 0,10M	3,74	+1	0,01 mol	-1	0,01 mol	2	0,02 mol
		[garam] = 0,10M	[asam] = 0,01M	5,74	+1	0,01 mol	-1	0,01 mol	2	0,02 mol
		[garam] = 0,10M	[asam] = 0,05M	5,04	+1	0,01 mol	-1	0,01 mol	2	0,02 mol
		[garam] = 0,05M	[asam] = 0,10M	4,44	+1	0,01 mol	-1	0,01 mol	2	0,02 mol

- 4) Pada keadaan mana kapasitas buffer paling besar?

Kapasitas buffer paling besar pada keadaan ketika konsentrasi asam yang digunakan lebih besar dari konsentrasi garamnya, sehingga perubahan pH yang terjadi lebih kecil yang menyebabkan kapasitas buffer lebih besar.

- 5) Pada keadaan bagaimana kapasitas buffer paling kecil?

Kapasitas buffer paling kecil pada keadaan ketika konsentrasi asam yang digunakan lebih kecil dari konsentrasi garamnya, sehingga perubahan pH yang terjadi lebih besar yang menyebabkan kapasitas buffer menjadi kecil.

- 6) Apakah pola yang sama akan terjadi juga pada buffer basa?

Tidak, pada buffer basa, konsentrasi basa lemah yang digunakan harus lebih kecil dari konsentrasi garamnya, sehingga perubahan pH yang terjadi lebih kecil yang menyebabkan kapasitas buffer lebih besar, begitu juga sebaliknya.

- 7) Bagaimana kesimpulan Anda tentang kapasitas buffer (mempertahankan misalnya sampai ± 1 satuan pH)

Besarnya konsentrasi komponen-komponen utama larutan buffer akan semakin besar kapasitas larutan buffer tersebut untuk mempertahankan harga pH atau otomatis perubahan akibat penambahan sedikit asam atau basa menjadi tidak signifikan.

Hipotesis : diterima/ditolak (lingkari salah satu)

5. Mengkomunikasi

Presentasikanlah hasil kerja anda berdasarkan hasil pengamatan, pengolahan, dan analisis data anda!

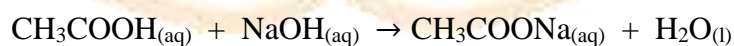
Pemahaman dan Penerapan Konsep

1. Hitunglah pH larutan penyangga asam yang dapat dibuat dengan mencampurkan 400 mL larutan asam asetat 0,20 M dengan 100 mL larutan natrium hidroksida 0,30 M!
 $K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 1,8 \times 10^{-5}$

Jawaban:

400 mL CH_3COOH 0,20 M = 80 mmol

100 mL NaOH 0,30 M = 30 mmol



mula-mula	80 mmol	30 mmol	-	-
bereaksi	30 mmol	30 mmol	30 mmol	30 mmol

sisanya 50 mmol - 30 mmol = 30 mmol

$$[H^+] = K_a \times \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}}$$

$$[H^+] = 1,8 \times 10^{-5} \times \frac{50 \text{ mmol}}{30 \text{ mmol}}$$

$$[H^+] = 3,006 \times 10^{-5}$$

$$pH = -\log \left(K_a \times \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}} \right) = -\log 3,006 \times 10^{-5} = 5 - \log 3,006 = 4,52$$

Sehingga pH larutan penyangga asam diatas sebesar 4,52.

2. Larutan penyangga asam yang mengandung 0,50 M asam asetat (CH_3COOH , $K_a = 1,8 \times 10^{-5}$) dan 0,50 M natrium asetat (CH_3COONa). Berapakah perubahan pH yang terjadi ketika 0,01 mol padatan NaOH ditambahkan ke dalam 1 L larutan penyangga tersebut?

Jawaban:

1 L (1000 mL) mengandung 0,50 M asam asetat dan 0,50 M natrium asetat

$$\text{CH}_3\text{COOH} = 250 \text{ mmol} = 0,25 \text{ mol}$$

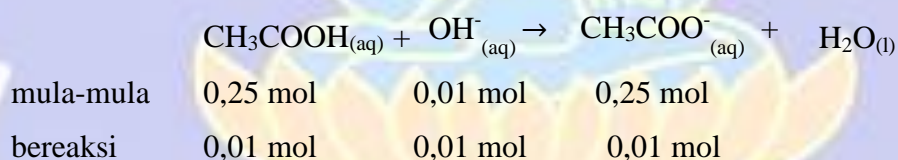
$$\text{CH}_3\text{COONa} = 250 \text{ mmol} = 0,25 \text{ mol}$$

$$[H^+] = K_a \times \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}}$$

$$[H^+] = 1,8 \times 10^{-5} \times \frac{0,25 \text{ mol}}{0,25 \text{ mol}} = 1,8 \times 10^{-5}$$

$$pH = -\log \left(K_a \times \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}} \right) = -\log 1,8 \times 10^{-5} = 4,74$$

Penambahan 0,01 mol padatan NaOH.



sisanya 0,24 mol - 0,26 mol

Jadi, jumlah mmol dari CH_3COOH dan CH_3COO^- berubah akibat penambahan 0,01 mol padatan NaOH. Dengan menggunakan jumlah mmol baru, maka pH larutan penyangga setelah penambahan 0,01 mol NaOH adalah sebagai berikut.

$$[H^+] = K_a \times \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}}$$

$$[H^+] = 1,8 \times 10^{-5} \times \frac{0,24 \text{ mol}}{0,26 \text{ mol}} = 1,66 \times 10^{-5}$$

$$pH = -\log \left(K_a \times \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}} \right) = -\log 1,66 \times 10^{-5} = 4,78$$

pH larutan penyangga setelah penambahan 0,01 mol NaOH adalah 4,78. Adapun perubahan pH yang terjadi sebanyak $4,78 - 4,74 = 0,04$ unit pH.

1.3 Unit Pembelajaran 3

A. Lembar Kerja

Kelas/Jurusan : XI/MIPA

Materi Pokok : Manfaat Larutan Penyangga

Tujuan Pembelajaran

1. Siswa mampu menyadari dan mengakui keberadaan larutan penyangga sebagai wujud kebesaran Tuhan melalui diskusi kelompok peran larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup.
2. Siswa bertanggung jawab selama pelaksanaan kegiatan pembelajaran.
3. Siswa bersikap kreatif dan inovatif melalui penjelasan cara kerja larutan penyangga dan peranannya dalam tubuh makhluk hidup
4. Siswa menunjukkan perilaku kerjasama dan toleran melalui interaksinya dengan siswa lain dalam kegiatan kelompok.
5. Siswa menunjukkan perilaku santun dan cinta damai melalui interaksinya dengan guru dan siswa lain selama pembelajaran.
6. Siswa menunjukkan perilaku responsif dan proaktif dalam menanggapi kegiatan pembelajaran
7. Siswa menunjukkan perilaku bijaksana dalam menanggapi kegiatan pembelajaran.
8. Siswa mampu menganalisis cara kerja sistem penyangga karbonat-bikarbonat dalam tubuh makhluk hidup melalui diskusi kelompok.
9. Siswa mampu menganalisis cara kerja sistem penyangga fosfat dalam tubuh makhluk hidup melalui diskusi kelompok.
10. Siswa mampu menganalisis cara kerja sistem penyangga asam amino dalam tubuh makhluk hidup melalui diskusi kelompok.
11. Siswa mampu menyajikan hasil diskusi kelompok terkait manfaat larutan penyangga melalui presentasi.

Kegiatan I.

Fenomena

Seperti yang kita ketahui, darah merupakan salah satu komponen terpenting dalam tubuh manusia. Salah satu peran darah yang terpenting adalah mendistribusikan oksigen (O_2) ke seluruh tubuh dan mengangkut karbon dioksida (CO_2) sebagai hasil metabolisme untuk dibuang melalui paru-paru. Darah, utamanya fase cairnya, seperti larutan pada umumnya sudah tentu memiliki harga pH. Harga pH darah sendiri telah diukur oleh para ahli, dimana darah diambil dari dua pembuluh darah yang berbeda, yakni pembuluh darah yang keluar dari jantung (arteri) dan pembuluh darah menuju jantung (vena). Adapun data pH darah yang telah berhasil diukur adalah sebagai berikut.

Tabel 1. pH darah di masing-masing tubuh

No	Darah	pH
1	Arteri	7,45
2	Vena	7,41

Data pH darah tersebut menunjukkan pH darah relatif konstan, pada kondisi kaya CO₂ dan pada kondisi kaya O₂. Di sisi lain, penambahan O₂ atau CO₂ ke dalam darah seharusnya merubah pH darah secara drastis. Hal ini menunjukkan terdapat sebuah sistem yang membuat pH darah relatif konstan.

1. Mengamati

Berdasarkan paragraf fenomena di atas, informasi penting apa yang anda temukan berkaitan dengan larutan penyangga

1. *Darah berperan penting dalam tubuh manusia, sebagai pendistribusian oksigen, sari-sari makanan, pengangkut karbondioksida, dan sisa-sisa metabolisme.*
2. *Darah memiliki harga pH tertentu yaitu 7,41-7,45*
3. *Darah mempunyai sebuah sistem yang dapat menjaga pH relatif konstan*

2. Menanya

- a. Tulislah pertanyaan terkait istilah-istilah dan/atau maksud kalimat yang tidak dimengerti yang terdapat pada paragraf fenomena di atas! (jika ada)

1. *Apakah tanpa adanya suatu sistem penyangga di dalam darah, darah tidak akan mampu mempertahankan harga pH relatif konstan?*
2. *Apa saja sistem yang terdapat dalam darah yang mampu mempertahankan pH relatif konstan?*

- b. Berdasarkan hal tersebut, buatlah rumusan masalah investigatif berkaitan cara kerja sistem penyangga karbonat dalam darah!

1. *Bagaimana darah dapat mempertahankan pHnya agar relatif konstan?*

3. Mengumpulkan Data

- a. Berdasarkan rumusan masalah di atas, buatlah hipotesis atau jawaban sementara dari setiap rumusan masalah yang dibuat!

1. Darah dikatakan sebagai larutan penyangga yang terdiri dari sistem kesetimbangan karbonat-bikarbonat sebagai sistem penyangga yang paling dominan dalam darah.



b. Rancangan Kegiatan

Untuk menguji hipotesis yang anda ajukan, buatlah rancangan pembuktian hipotesis yang meliputi identifikasi variabel, desain pembuktian, penentuan alat dan bahan cara kerja, format pencatatan data.

1. Variabel Penelitian

Tabel 2. Jenis variabel

No. Hipotesis	Variabel Bebas	Variabel Terikat	Variabel Kontrol
Darah dikatakan sebagai larutan penyangga yang terdiri dari sistem kesetimbangan karbonat-bikarbonat dikatakan sebagai sistem penyangga yang paling dominan dalam darah. $H_2CO_{3(aq)} \rightleftharpoons HCO_3^-(aq) + H^+(aq)$	Jenis zat/senyawa yang masuk kedalam darah	Komponen yang bereaksi dari sistem kesetimbangan karbonat-bikarbonat dalam darah	Konsentrasi karbonat-bikarbonat dalam darah

2. Desain Percobaan

Buatlah desain percobaan berdasarkan variabel percobaan yang telah anda tentukan dengan melengkapi tabel di bawah ini!

Tabel 3. Variabel penelitian

No. Hipotesis	Variabel Kontrol (volume larutan)	Variabel Bebas (jenis zat/senyawa yang masuk ke darah)	Variabel Terikat (komponen yang bereaksi dari sistem kesetimbangan karbonat-bikarbonat)
Darah dikatakan sebagai larutan penyangga yang terdiri dari sistem kesetimbangan karbonat-bikarbonat dikatakan sebagai sistem penyangga yang paling dominan dalam darah. $H_2CO_{3(aq)} \rightleftharpoons HCO_3^-(aq)$	Konsentrasi karbonat-bikarbonat dalam darah tetap	Zat/senyawa yang bersifat asam	Ion HCO_3^- akan bereaksi dengan ion H^+ dan membentuk senyawa H_2CO_3
		Zat/senyawa yang bersifat basa	Senyawa H_2CO_3 akan bereaksi dengan ion OH^- membentuk ion HCO_3^- dan molekul air

+ H ⁺ _(aq)			
----------------------------------	--	--	--

3. Alat dan Bahan (Data Sekunder)

Rencanakan sendiri atau pilihlah beberapa alat dan bahan yang disediakan oleh guru sesuai dengan percobaan yang akan dilakukan!

a) Alat dan kegunaannya:

Tabel pengumpulan data sesuai dengan desain percobaan untuk mencatat sumber informasi dari sumber data tentang penyangga karbonat-bikarbonat dalam darah.

b) Bahan dan kegunaannya:

Informasi dari sumber pustaka tentang penyangga karbonat-bikarbonat dalam darah.

4. Cara Kerja

a) Penelusuran terhadap buku (sumber pustaka) tentang larutan penyangga dalam darah (sistem kesetimbangan karbonat-bikarbonat) dilakukan.

b) Contoh larutan yang bersifat asam dan larutan yang bersifat basa ditulis dan diidentifikasi masing-masing minimal dua contoh.

c) Reaksi ionisasi larutan karbonat-bikarbonat ditulis. Kemudian diidentifikasi sistem kesetimbangan yang bereaksi dengan sedikit penambahan asam/basa dari luar.

5. Hasil Pengamatan

Tabel 4. Data hasil pengamatan

No. Hipotesis	Variabel Kontrol (volume larutan)	Variabel Bebas (jenis zat/senyawa yang masuk ke darah)	Variabel Terikat (komponen yang bereaksi dari sistem kesetimbangan karbonat-bikarbonat)
Darah dikatakan sebagai larutan penyangga yang terdiri dari sistem kesetimbangan karbonat-bikarbonat dikatakan sebagai sistem penyangga yang paling dominan dalam	Konsentrasi karbonat-bikarbonat dalam darah tetap	CH ₃ COOH	Ion HCO ₃ ⁻ akan bereaksi dengan ion H ⁺ dan membentuk senyawa H ₂ CO ₃
		HCl	Ion HCO ₃ ⁻ akan bereaksi dengan ion H ⁺ dan membentuk senyawa H ₂ CO ₃
		NaOH	Senyawa H ₂ CO ₃ akan bereaksi dengan ion OH ⁻ membentuk ion

darah.			HCO ₃ ⁻ dan molekul air
		NH ₄ OH	Senyawa H ₂ CO ₃ akan bereaksi dengan ion OH ⁻ membentuk ion HCO ₃ ⁻ dan molekul air

* variabel bebas : isi dengan contoh zat/senyawa yang bersifat asam/basa

* variabel terikat : tuliskanlah reaksi yang terjadi pada sistem kesetimbangan karbonat-bikarbonat

4. Analisis Data (Mengasosiasi)

- 1) Apakah darah dapat digolongkan sebagai larutan penyangga? Jelaskan!

Dapat, karena darah memiliki sistem kesetimbangan karbonat-bikarbonat yang mampu menetralkan penambahan sedikit asam/basa dari luar sehingga pH darah relatif konstan.

- 2) Apabila darah dapat digolongkan sebagai larutan penyangga, sebutkan dan jelaskan komponen utama larutan penyangga dari darah!

Komponen utama larutan penyangga dalam darah adalah senyawa asam karbonat dan ion bikarbonat yang membentuk kesetimbangan dalam darah.

- 3) Bagaimanakah cara kerja sistem penyangga utama yang ada pada darah?

Pada saat penambahan sedikit asam ke dalam darah maka ion HCO₃⁻ akan bereaksi dengan ion H⁺ dan membentuk senyawa H₂CO₃ sehingga perubahan pH tidak terjadi. Pada saat penambahan sedikit basa ke dalam darah maka senyawa H₂CO₃ akan bereaksi dengan ion OH⁻ membentuk ion HCO₃⁻ dan molekul air sehingga perubahan pH tidak terjadi.

Berdasarkan analisis data yang telah anda lakukan, bagaimanakah simpulan yang anda peroleh terkait hipotesis yang telah anda buat?

1. *Darah memiliki suatu sistem kesetimbangan karbonat-bikarbonat yang mampu menetralkan penambahan sedikit asam/basa dari luar dan bertanggung jawab untuk menjaga kestabilan pH darah agar relatif konstan.*

Hipotesis: diterima/ditolak (lingkari salah satu)

5. Mengkomunikasikan

Presentasikanlah hasil kerja anda berdasarkan hasil pengamatan, pengolahan, dan analisis data anda!

Kegiatan II

Fenomena

Pada kegiatan sebelumnya, telah kita ketahui bersama bahwa sistem penyangga karbonat merupakan sistem penyangga utama yang bertanggung jawab menjaga pH darah relatif konstan. Keberadaan sistem penyangga karbonat dalam tubuh memungkinkan para ahli untuk menemukan sistem penyangga lain yang juga berperan penting dalam tubuh. Sistem penyangga lain yang berperan penting dalam tubuh adalah sistem penyangga fosfat pada ginjal dan sistem penyangga protein pada darah.

Sistem penyangga fosfat memiliki peranan kecil dalam darah. Walaupun sistem penyangga fosfat memiliki peranan minor dalam darah, tetapi sistem penyangga ini memiliki peranan krusial di ginjal. Ginjal adalah organ penyaring darah yang dalam konteks ini berperan dalam menjaga kestabilan pH darah. Sistem penyangga protein juga hampir terdapat di setiap bagian tubuh manusia, termasuk darah.

1. Mengamati

Berdasarkan paragraf fenomena di atas, informasi penting apa yang anda temukan berkaitan dengan larutan penyangga

1. *Sistem penyangga karbonat-bikarbonat memiliki peran yang penting dalam menjaga pH darah relatif konstan.*
2. *Selain sistem penyangga karbonat-bikarbonat terdapat pula sistem penyangga lain yang berperan penting dalam tubuh yaitu sistem penyangga posfat dan sistem penyangga protein.*

2. Menanya

- a. Tulislah pertanyaan terkait istilah-istilah dan/atau maksud kalimat yang tidak dimengerti yang terdapat pada paragraph fenomena di atas! (jika ada)

1. *Apakah tanpa adanya sistem penyangga lain selain sistem penyangga karbonat dalam tubuh tidak akan mampu menjaga kestabilan pH tubuh?*

- b. Berdasarkan hal tersebut, buatlah rumusan masalah investigatif berkaitan cara kerja sistem penyangga fosfat dan cara kerja sistem penyangga asam amino!

1. *Apa komponen penyusun dari sistem penyangga posfat dan bagaimana cara kerjanya dalam mempertahankan pH pada ginjal ?*
2. *Apa komponen penyusun dari sistem penyangga protein dan bagaimana cara kerjanya dalam mempertahankan pH pada tubuh?*

3. Mengumpulkan Data

- a. Berdasarkan rumusan masalah di atas, buatlah hipotesis atau jawaban sementara dari setiap rumusan masalah yang dibuat!

1. Sistem penyangga posfat tersusun dari ion dihidrogenfosfat-monohidrogenfosfat dan memiliki cara kerja yang hampir sama dengan larutan penyangga karbonat-bikarbonat.
2. Sistem penyangga protein tersusun dari gugus fungsi asam amino dan memiliki cara kerja yang hampir sama dengan larutan penyangga karbonat-bikarbonat.

- b. Rancangan Kegiatan

Untuk menguji hipotesis yang anda ajukan, buatlah rancangan pembuktian hipotesis yang meliputi identifikasi variabel, desain pembuktian, penentuan alat dan bahan, cara kerja, format pencatatan data.

1. Variabel Penelitian

Tabel 5. Jenis Variabel

No. Hipotesis	Variabel Bebas	Variabel Terikat	Variabel Kontrol
Sistem penyangga posfat tersusun dari ion dihidrogenfosfat-monohidrogenfosfat dan memiliki cara kerja yang hampir sama dengan larutan penyangga karbonat-bikarbonat.	Jenis zat/senyawa yang masuk kedalam penyangga posfat	Komponen yang bereaksi dari sistem kesetimbangan penyangga posfat	Konsentrasi penyangga posfat
Sistem penyangga protein tersusun dari gugus fungsi asam amino dan memiliki cara kerja yang hampir sama dengan larutan penyangga karbonat-bikarbonat.	Jenis zat/senyawa yang masuk kedalam penyangga protein	Komponen yang bereaksi dari sistem kesetimbangan penyangga protein	Konsentrasi penyangga protein

2. Desain Percobaan

Buatlah desain percobaan berdasarkan variabel percobaan yang telah Anda tentukan dengan melengkapi tabel di bawah ini!

Tabel 6. Desain Percobaan

No. Hipotesis	Variabel Kontrol (Volume)	Variabel bebas (jenis zat/senyawa)	Variabel terikat (Komponen yang bereaksi dari)
---------------	---------------------------	------------------------------------	--

	larutan)	yang masuk ke dalam sistem penyangga)	sistem kesetimbangan posfat/protein)
Sistem penyangga posfat tersusun dari ion dihidrogenfosfat-monohidrogenfosfat dan memiliki cara kerja yang hampir sama dengan larutan penyangga karbonat-bikarbonat.	Konsentrasi penyangga posfat tetap	Zat/senyawa yang bersifat asam	Ion HPO_4^{2-} akan bereaksi dengan ion H^+ membentuk ion H_2PO_4^-
		Zat/senyawa yang bersifat basa	Ion H_2PO_4^- akan bereaksi dengan ion OH^- membentuk ion HPO_4^{2-} dan air
Sistem penyangga protein tersusun dari gugus fungsi asam amino dan memiliki cara kerja yang hampir sama dengan larutan penyangga karbonat-bikarbonat.	Konsentrasi penyangga protein tetap	Zat/senyawa yang bersifat asam	Gugus COO^- pada protein akan bereaksi dengan ion H^+ membentuk gugus COOH
		Zat/senyawa yang bersifat basa	Gugus NH_3^+ pada protein akan bereaksi dengan ion OH^- membentuk gugus NH_2

3. Alat dan Bahan (Data Sekunder)

Rencanakan sendiri atau pilihlah beberapa alat dan bahan yang disediakan oleh guru sesuai dengan percobaan yang akan dilakukan!

Alat dan kegunaannya :

Tabel pengumpulan data sesuai dengan desain percobaan untuk mencatat sumber informasi dari sumber data tentang penyangga posfat dalam ginjal dan penyangga protein dalam darah.

Bahan dan kegunaannya :

Informasi dari sumber pustaka tentang penyangga posfat dalam ginjal dan penyangga protein dalam darah.

4. Cara Kerja

- Penelusuran terhadap buku (sumber pustaka) tentang larutan penyangga dalam darah (penyangga posfat dan penyangga protein) dilakukan.
- Contoh larutan yang bersifat asam dan larutan yang bersifat basa ditulis masing-masing minimal dua contoh.

- c) Reaksi ionisasi larutan posfat dan reaksi kesetimbangan protein pada suasana asam dan suasana basa ditulis. Kemudian diidentifikasi sistem kesetimbangan yang bereaksi dengan sedikit penambahan asam/basa dari luar.

5. Hasil Pengamatan

Tabel 7. Data Hasil Pengamatan

No. Hipotesis	Variabel Kontrol (Volume larutan)	Variabel bebas (jenis zat/senyawa yang masuk ke dalam sistem penyangga)	Variabel terikat (Komponen yang bereaksi dari sistem kesetimbangan posfat/protein)
Sistem penyangga posfat tersusun dari ion dihidrogenfosfat-monohidrogenfosfat dan memiliki cara kerja yang hampir sama dengan larutan penyangga karbonat-bikarbonat.	Konsentrasi penyangga posfat tetap	HCl	Ion HPO_4^{2-} akan bereaksi dengan ion H^+ membentuk ion H_2PO_4^-
		NaOH	Ion H_2PO_4^- akan bereaksi dengan ion OH^- membentuk ion HPO_4^{2-} dan air
Sistem penyangga protein tersusun dari gugus fungsi asam amino dan memiliki cara kerja yang hampir sama dengan larutan penyangga karbonat-bikarbonat.	Konsentrasi penyangga protein tetap	HCl	Gugus COO^- pada protein akan bereaksi dengan ion H^+ membentuk gugus COOH
		NaOH	Gugus NH_3^+ pada protein akan bereaksi dengan ion OH^- membentuk gugus NH_2

*variabel bebas : isi dengan contoh zat/senyawa yang bersifat asam/basa

*variabel terikat : tuliskanlah reaksi yang terjadi pada sistem kesetimbangan posfat/protein

4. Analisis Data (Mengasosiasi)

- 1) Bagaimanakah cara kerja sistem penyangga fosfat dalam tubuh jika terdapat sedikit asam/basa yang masuk kedalam tubuh?

Pada penambahan sedikit asam ke dalam ginjal maka ion HPO_4^{2-} akan bereaksi dengan ion H^+ membentuk ion H_2PO_4^- sehingga perubahan pH tidak terjadi, sedangkan pada penambahan sedikit basa ke dalam ginjal maka ion H_2PO_4^- akan bereaksi dengan ion OH^- membentuk ion HPO_4^{2-} dan air sehingga perubahan pH tidak terjadi.

- 2) Bagaimanakah cara kerja sistem penyangga protein dalam tubuh jika terdapat sedikit asam/basa yang masuk kedalam tubuh?

Pada penambahan sedikit asam ke dalam darah maka gugus COO^- pada protein akan bereaksi dengan ion H^+ membentuk gugus COOH sehingga perubahan pH tidak terjadi, sedangkan pada penambahan sedikit basa maka gugus NH_3^+ pada protein akan bereaksi dengan ion OH^- membentuk gugus NH_2 sehingga perubahan pH tidak terjadi.

Berdasarkan analisis data yang telah anda lakukan, bagaimanakah simpulan yang anda peroleh terkait hipotesis yang telah anda buat?

1. *Sistem penyangga fosfat tersusun dari ion fosfat yang mampu membantu menjaga kestabilan darah ketika disaring di ginjal.
Hipotesis: diterima/ditolak (lingkari salah satu)*
2. *Sistem penyangga protein tersusun dari gugus fungsi asam amino dan berperan dalam menjaga kestabilan pH darah.
Hipotesis: diterima/ditolak (lingkari salah satu)*

5. Mengkomunikasikan

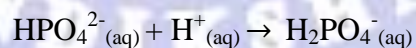
Presentasikanlah hasil kerja anda berdasarkan hasil pengamatan, pengolahan, dan analisis data anda!

Pemahaman dan Penerapan Konsep

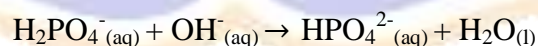
1. Sebutkan dan jelaskanlah sistem penyangga yang berperan dalam menjaga pH ginjal!

Jawaban:

Sistem penyangga yang berperan dalam menjaga pH ginjal yaitu sistem penyangga fosfat. Ginjal adalah organ penyaring darah yang dalam konteks ini juga berperan dalam menjaga kestabilan pH darah. Sistem penyangga fosfat membantu menjaga kestabilan darah ketika disaring di ginjal. Ketika sistem penyangga fosfat ditambahkan asam, akan terjadi reaksi sebagai berikut.



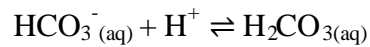
Ketika sistem penyangga fosfat ditambahkan basa, akan terjadi reaksi sebagai berikut.



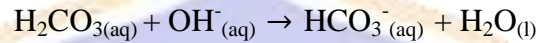
2. Bandingkanlah cara kerja sistem larutan penyangga karbonat dengan larutan penyangga protein, lengkap dengan persamaan reaksinya!

Jawaban:

Pada larutan penyangga karbonat, ketika penambahan sedikit asam ke dalam darah maka ion HCO_3^- akan bereaksi dengan ion H^+ dan membentuk senyawa H_2CO_3 sehingga perubahan pH tidak terjadi.



Pada saat penambahan sedikit basa ke dalam darah maka senyawa H_2CO_3 akan bereaksi dengan ion OH^- membentuk ion HCO_3^- dan molekul air sehingga perubahan pH tidak terjadi.



Pada larutan penyangga protein, ketika terjadi penambahan sedikit asam ke dalam darah maka gugus COO^- pada protein akan bereaksi dengan ion H^+ membentuk gugus COOH sehingga perubahan pH tidak terjadi, sedangkan pada penambahan sedikit basa maka gugus NH_3^+ pada protein akan bereaksi dengan ion OH^- membentuk gugus NH_2 sehingga perubahan pH tidak terjadi.



Lampiran 04. Program Mapping

PROGRAM MAPPING RINCIAN KONSEP MATERI LARUTAN PENYANGGA

Berdasarkan hasil *concept stage* yang paling inti adalah sasaran dan tahapan-tahapan belajar dengan model inkuri terbimbing yang mengakomodasi pendekatan saintifik mengikuti 5M (kurikulum 2013). Sasaran belajar dengan pendekatan saintifik adalah konstruksi konsepsi ilmiah (rumusan pengetahuan konseptual) yang diharapkan. *Program mapping*, *synopsis*, dan *story board* dalam pengembangan pembelajaran dengan pendekatan saintifik diorganisasikan mengikuti urutan konsepsi ilmiah yang dikonstruksi.

<i>Learning objects</i>			<i>Learning activities</i>	Indikator capaian kompetensi yg diakomodasi	Asesmen				
No	Konsep	Rumusan konsepsi ilmiah	Langkah inkuri terbimbing yang mengakomodoasi 5M						
1.	Larutan penyangga	Larutan campuran yang tidak terlalu encer dari asam lemah dan garamnya dari basa kuat (basa konjugat) atau basa lemah dan garamnya dari asam kuat (asam konjugat) dapat mempertahankan pH hampir konstan ketika ditambahkan sedikit asam atau basa	<p>Fenomena: Fase cairan dari darah merupakan larutan yang sangat penting bagi tubuh manusia. Untuk melaksanakan perannya dengan baik, darah menjaga kondisi kimiawi tertentu, salah satunya adalah pH yang konstan. pH darah hampir konstan sekitar 7,4. Darah selalu mengangkut mendistribusikan oksigen ke seluruh tubuh dan mengangkut CO₂ untuk dibuang ke melalui paru-paru. Perbedaan zat yang diangkut ini semestinya memberikan pengaruh pada perubahan pH darah secara signifikan. Namun kenyataanya, pH darah tetap. Fenomena kontradiktif dalam darah itu tentu melibatkan suatu sistem larutan penyangga pH (buffer).</p> <p>Penyajian masalah atau menyelidiki sebuah fenomena (fase IT)/ M1:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th><u>Kegiatan Guru</u></th> <th><u>Kegiatan Siswa</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Menugaskan siswa mengamati atau mencermati fenomena mengenai fase cairan darah dalam mempertahankan pH-nya • Mengarahkan dan menyamakan informasi awal oleh siswa terhadap </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Mengamati dan mencermati fenomena mengenai fase cairan dari darah yang mampu mempertahankan pH-nya • Menyampaikan informasi awal yang ditemukan terhadap fenomena fase cairan darah yang mampu </td> </tr> </tbody> </table>	<u>Kegiatan Guru</u>	<u>Kegiatan Siswa</u>	<ul style="list-style-type: none"> • Menugaskan siswa mengamati atau mencermati fenomena mengenai fase cairan darah dalam mempertahankan pH-nya • Mengarahkan dan menyamakan informasi awal oleh siswa terhadap 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengamati dan mencermati fenomena mengenai fase cairan dari darah yang mampu mempertahankan pH-nya • Menyampaikan informasi awal yang ditemukan terhadap fenomena fase cairan darah yang mampu 	<p>Indikator: 3.13.1 3.13.2 3.13.3</p> <p>Afektif :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disiplin • Objektif • Ulet dan teliti • Kritis • Bertanggung jawab • Kreatif 	<ul style="list-style-type: none"> • Tes uraian dalam modul • Instrumen penilaian sikap • Instrumen penilaian keterampilan proses sains
<u>Kegiatan Guru</u>	<u>Kegiatan Siswa</u>								
<ul style="list-style-type: none"> • Menugaskan siswa mengamati atau mencermati fenomena mengenai fase cairan darah dalam mempertahankan pH-nya • Mengarahkan dan menyamakan informasi awal oleh siswa terhadap 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengamati dan mencermati fenomena mengenai fase cairan dari darah yang mampu mempertahankan pH-nya • Menyampaikan informasi awal yang ditemukan terhadap fenomena fase cairan darah yang mampu 								

			<p>fenomena yang disajikan dan informasi di sekitar sehingga akan relevan dengan rumusan masalah investigasi dan rumusan hipotesis.</p>	<p>mempertahankan pH-nya, seperti: <i>“Darah mengandung larutan penyangga pH (buffer) yang mampu mempertahankan pH jika penambahan zat-zat yang bersifat asam/basa dalam darah.”</i></p>	<p>Psikomotor :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Keterampilan merancang • Keterampilan menggunakan alat • Keterampilan melakukan observasi secara kualitatif (contoh fenomena yang disajikan) • Keterampilan berkomunikasi (presentasi)
<p>Memfokuskan pada pertanyaan (fase IT)/ M2:</p>			<p><u>Kegiatan Guru</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Memfasilitasi dan membimbing siswa untuk merumuskan dan menyepakati bersama rumusan masalah investigasi tentang larutan penyangga (percobaan) 	<p><u>Kegiatan Siswa</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Menyampaikan pertanyaan terkait istilah atau maksud kalimat yang tidak dimengerti terhadap fenomena, seperti: <i>“Apa yang dimaksud garamnya dari basa kuat untuk contoh larutan campuran dari asam lemah dan garamnya dari basa kuat?”</i> <i>“Apakah ada hubungannya larutan buffer dengan kesetimbangan ionisasi asam atau basa lemah?”</i> • Melalui bimbingan guru, siswa membuat rumusan masalah investigasi yang akan ditindaklanjuti dalam kegiatan belajar selanjutnya di bawah bimbingan guru tentang definisi larutan penyangga, seperti: <i>“Apakah hanya jenis larutan campuran asam lemah dengan garamnya dari basa kuat atau larutan campuran dari basa lemah dengan garamnya dari asam kuat yang dapat mempertahankan pH atau sebagai larutan penyangga pH (buffer) jika ditambah asam atau basa dari luar?”</i> 	
<p>Menyusun hipotesis, merencanakan investigasi, melaksanakan investigasi (fase IT)/ M3:</p>					

			<p><u>Kegiatan Guru</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Menugaskan siswa membuat hipotesis berdasarkan fenomena fase cair darah yang berkaitan dengan definisi larutan penyangga • Memfasilitas dan membimbing setiap kelompok siswa untuk merencanakan dan membuat rancangan percobaan pada lembar kerja yang meliputi: <ul style="list-style-type: none"> - Menentukan variabel bebas dengan variasi perlakuannya, variabel terikat dengan jenis data dan rentang/skala nilainya, dan variabel kontrol untuk hipotesis definisi larutan penyangga - Menyempurnakan/membuat desain eksperimennya. - Memilih alat dan bahan yang akan digunakan. - Membuat prosedur pelaksanaan percobaan. - Membuat format/tabel pencatatan data hasil percobaan. • Memfasilitasi dan membimbing kelompok siswa untuk melaksanakan percobaan sesuai dengan rancangan pada lembar kerja • Menegaskan agar siswa melakukan pengamatan dengan cermat dan mencatat data hasil percobaan (<i>mengisi tabel hasil pengamatan</i>) dalam membuktikan hipotesis terkait 	<p><u>Kegiatan Siswa</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Membuat hipotesis berdasarkan fenomena melalui bimbingan dari guru terkait definisi larutan penyangga, seperti: <p><i>“Larutan campuran yang tidak terlalu encer dari asam lemah dan garamnya dari basa kuat (basa konjugat) atau basa lemah dan garamnya dari asam kuat (asam konjugat) dapat mempertahankan pH hampir konstan ketika ditambahkan sedikit asam atau basa”</i></p> • Membuat rancangan percobaan pembuktian hipotesis terkait definisi larutan penyangga di bawah bimbingan guru: <ul style="list-style-type: none"> - Menentukan variabel percobaan diantaranya variabel bebas dengan variasi perlakuannya, variabel terikat, dan variabel kontrol untuk hipotesis definisi larutan penyangga, seperti: <p><i>Variabel bebas: Jenis larutan campuran/cairan</i></p> <p><i>Variabel terikat: pH awal dan pH akhir setelah penambahan asam/basa atau perubahan pH</i></p> <p><i>Variabel kontrol: Volume dan konsentrasi asam/basa yang ditambahkan dari luar sama</i></p> - Menentukan atau membuat desain atau rancangan eksperimen, seperti: <p><i>Variabel kontrol: volume dan</i></p> 		
--	--	--	--	--	--	--

definisi larutan penyangga

konsentrasi asam/basa yang ditambahkan sama.

Variabel bebas/perlakuan: larutan asam lemah dan garamnya, larutan basa lemah dan garamnya, campuran larutan asam/basa lemah dengan aquades, campuran garam aquades, dan larutan aquades

Variabel terikat: dilihat perubahan pH-nya yaitu pH awal, pH setelah penambahan asam, pH setelah penambahan basa

- Menentukan alat dan bahan yang akan digunakan dalam percobaan, seperti:

Alat: gelas kimia, gelas ukur, pipet tetes, dan pH meter

Bahan: larutan CH_3COOH 0,1 M, larutan CH_3COOK 0,1 M, larutan NH_4OH 0,1 M, larutan NH_4Cl 0,1 M, larutan HCl 0,1 M, larutan NaOH 0,1 M

- Menentukan prosedur pelaksanaan percobaan, seperti:

(1) campuran 10 ml larutan CH_3COOH 0,1 M dan 10 ml larutan CH_3COONa 0,1 M dalam gelas 1, (2) campuran 10 ml CH_3COOH 0,1 M dan 10 ml aquades dalam gelas 2, (3) campuran 10 ml CH_3COONa 0,1 M dan 10 ml aquades dalam gelas 3, (4) 20 ml aquades dalam gelas 4, (5) campuran 10 ml NH_4OH 0,1 M dan

			<p>10 ml Larutan NH_4Cl 0,1 M dalam gelas 5, (6) campuran 10 ml NH_4OH 0,1 M dan 10 ml aquades dalam gelas 6, dan (7) campuran 10 ml NH_4Cl 0,1 M dan 10 ml aquades dalam gelas 7. pH awal setiap campuran larutan diukur. Setelah itu tambahkan 0,5 ml HCl 0,1 M untuk masing-masing gelas kecuali gelas 4. Kemudian pH diukur sebagai pH larutan setelah penambahan asam dari luar. Kegiatan juga dilakukan sama untuk penambahan 0,5 ml NaOH 0,1 M.</p> <p>- Membuat format/tabel pencatatan data hasil percobaan dalam pembuktian hipotesis dengan menuliskan hasil pH awal larutan campuran dan pH larutan setelah penambahan asam/basa</p>		
			<p>Menganalisis data dan bukti, membangun pengetahuan baru (fase IT)/ M4:</p>		
			<p><u>Kegiatan Guru</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Memfasilitasi dan membimbing setiap kelompok dalam menganalisis dan menginterpretasikan data hasil percobaan, serta mencatat juga hal-hal penting dan temuan investigasi • Mendampingi semua kelompok siswa menjawab setiap pertanyaan yang ada dalam masing-masing lembar kerja dengan teliti. • Meminta kelompok siswa menyimpulkan apakah hipotesis diterima atau ditolak terkait definisi 	<p><u>Kegiatan Siswa</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Menganalisis data atau menginterpretasikan data yang diperoleh dari data hasil percobaan dan membuat makna dari data yang diperoleh terkait perubahan pH larutan sebelum dan sesudah penambahan asam atau basa dari luar, yang mana <i>perubahan pH larutan penyangga asam/basa ketika penambahan asam atau basa dari luar sangat kecil. Hal ini menunjukkan larutan penyangga asam/basa mampu mempertahankan</i> 	

			<p>larutan penyangga</p> <ul style="list-style-type: none"> • Memberitahukan kepada siswa untuk mencermati video pembuktian hipotesis terkait definisi larutan penyangga untuk memperjelas pembuktian hipotesis yang sesungguhnya 	<p><i>harga pH relatif konstan.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Melalui diskusi kelompok, siswa menjawab pertanyaan yang ada pada masing-masing kegiatan yang berkaitan dengan hasil percobaan yang diperoleh sebelumnya dalam pembuktian hipotesis larutan penyangga • Menyimpulkan hipotesis diterima atau ditolak melalui diskusi kelompok terkait definisi larutan penyangga, seperti: <i>“Larutan campuran dari asam lemah dan garamnya dari basa kuat (basa konjugat) atau basa lemah dan garamnya dari asam kuat (asam konjugat) dapat mempertahankan pH hampir konstan ketika ditambahkan sedikit asam atau basa.”</i> • Mengamati video pembuktian hipotesis terkait larutan penyangga 		
<p>Mengkomunikasikan pengetahuan baru (fase IT)/ M5:</p>			<p><u>Kegiatan Guru</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Memfasilitasi dan membimbing presentasi hasil kerja kelompok dan diskusi/tanggapan kelas terutama tentang hasil temuan konstruksi pengetahuan (konsepsi) terkait definisi larutan penyangga • Memberikan tes kepada siswa untuk menerapkan konsep-konsep pada masalah baru dalam bentuk aplikasi konsep yang terdapat di lembar kerja berkaitan dengan larutan penyangga 	<p><u>Kegiatan Siswa</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mempresentasikan pemahaman dan hasil pembuktian hipotesis yang diperoleh terkait definisi larutan penyangga • Mencermati klarifikasi atas beberapa miskonsepsi dan mencatat konsep-konsep penting yang ditekankan oleh guru terkait materi larutan penyangga • Menjawab permasalahan yang diberikan sebagai alat ukur pemahaman konsep (aplikasi konsep) dalam lembar kerja terkait definisi larutan penyangga 		

			<ul style="list-style-type: none"> Mengumpulkan dan memeriksa hasil jawaban tes siswa untuk mengetahui tingkat pemahaman siswa terhadap konsep dan konsepsi yang telah dibangun selama kegiatan pembelajaran <i>Cat: Jika waktu yang tersisa tidak memadai untuk melakukan tes di akhir pembelajaran, maka kegiatan concept application dapat dijadikan kegiatan penugasan rumah (PR) kepada siswa.</i> 			
2.	Komponen larutan penyangga asam dan larutan penyangga basa	Molekul asam lemah dan ion negatif dari asam lemah yang berasal dari ionisasi garamnya dari basa kuat (basa konjugasi dari asam lemah) dengan konsentrasi yang relatif besar untuk buffer asam atau basa lemah dari ion positif dari basa lemah yang berasal dari ionisasi garamnya dari asam kuat dengan konsentrasi yang relatif besar untuk buffer basa mampu mempertahankan pH jika ada penambahan asam/basa dari luar.	<p>Fenomena: Suatu percobaan di laboratorium untuk mengetahui larutan penyangga dapat dilakukan dengan mengecek pH dari larutan tertentu, ketika ada penambahan sedikit asam atau basa ke dalam sistem larutan tersebut. Larutan dalam air yang digunakan dalam konteks ini adalah larutan campuran CH_3COOH (asam lemah) 0,1 M dan CH_3COOK (garamnya dari basa kuat) 0,1 M, atau campuran NH_4OH (basa lemah) 0,1 M dan NH_4Cl (garamnya dari asam kuat) 0,1 M. pH larutan tersebut diukur sebelum dan sesudah penambahan sedikit asam atau basa. Sebagai perbandingan dapat digunakan aquades yang mendapatkan perlakuan sama.</p> <p>Penyajian masalah atau menyelidiki sebuah fenomena (fase IT)/ M1:</p> <p>Kegiatan Guru</p> <ul style="list-style-type: none"> Menugaskan siswa mengamati atau mencermati fenomena mengenai jenis larutan yang digunakan untuk percobaan dalam larutan penyangga 	<p>Kegiatan Siswa</p> <ul style="list-style-type: none"> Mengamati dan mencermati fenomena mengenai jenis larutan yang digunakan dalam percobaan larutan penyangga Menyampaikan informasi awal yang ditemukan pada fenomena tersebut, seperti: "Larutan sejenis (buffer) di laboratorium ditunjukkan oleh, (a) larutan campuran CH_3COOH (asam lemah) 0,1 M dengan CH_3COOK (garamnya dari basa kuat) 0,1 	<p>Indikator: 3.13.1 3.13.2 3.13.3</p> <p>Afektif :</p> <ul style="list-style-type: none"> Disiplin Objektif Ulet dan teliti Kritis Bertanggung jawab Kreatif <p>Psikomotor :</p> <ul style="list-style-type: none"> Keterampilan 	<ul style="list-style-type: none"> Tes uraian dalam modul Instrumen penilaian sikap Instrumen penilaian keterampilan proses sains

			<p><i>M atau (b) larutan campuran NH_4OH (basa lemah) 0,1 M dan NH_4Cl (garamnya dari asam kuat) 0,1 M.”</i></p>	<p>merancang</p> <ul style="list-style-type: none"> • Keterampilan menggunakan alat • Keterampilan melakukan observasi secara kualitatif (contoh fenomena yang disajikan) • Keterampilan berkomunikasi (presentasi)
		Memfokuskan pada pertanyaan (fase IT)/ M2:		
		<p><u>Kegiatan Guru</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Memfasilitasi dan membimbing siswa untuk merumuskan dan menyepakati bersama rumusan masalah investigasi tentang komponen larutan penyangga (percobaan) 	<p><u>Kegiatan Siswa</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Menyampaikan pertanyaan terkait istilah/maksud kalimat yang tidak dimengerti terhadap fenomena, seperti: <i>“Berapa perubahan pH 100 ml air murni jika ditambah 5 tetes larutan HCl 0,1 M dan berapa perubahan pH jika 5 tetes larutan HCl yang sama ditambahkan pada 100 ml larutan buffer?”</i> • Melalui bimbingan guru, siswa membuat rumusan masalah investigasi yang akan ditindaklanjuti dalam kegiatan belajar selanjutnya di bawah bimbingan guru tentang komponen larutan penyangga, seperti: <i>“Apakah konsentrasi yang digunakan harus sama 0,1 M?”</i> • Melalui bimbingan guru, siswa membuat rumusan masalah investigasi yang akan ditindaklanjuti dalam kegiatan belajar selanjutnya di bawah bimbingan guru tentang komponen larutan penyangga, seperti: <i>“Apa saja komponen-komponen utama dari larutan buffer yang berperan mempertahankan pH?”</i> 	
		Menyusun hipotesis, merencanakan investigasi, melaksanakan investigasi (fase IT)/ M3:		
		<p><u>Kegiatan Guru</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Menugaskan siswa membuat hipotesis berdasarkan fenomena jenis larutan yang digunakan untuk larutan penyangga yang berkaitan dengan komponen larutan penyangga 	<p><u>Kegiatan Siswa</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Membuat hipotesis berdasarkan fenomena melalui bimbingan dari guru terkait komponen larutan penyangga, seperti: <i>“Molekul asam lemah dan ion negatif dari</i> 	

			<ul style="list-style-type: none"> • Memfasilitas dan membimbing setiap kelompok siswa untuk merencanakan dan membuat rancangan percobaan pada lembar kerja yang meliputi: <ul style="list-style-type: none"> - Menentukan variabel bebas dengan variasi perlakuannya, variabel terikat dengan jenis data dan rentang/skala nilainya, dan variabel kontrol untuk hipotesis komponen larutan penyangga - Menyempurnakan/membuat desain eksperimennya. - Memilih alat dan bahan yang akan digunakan. - Membuat prosedur pelaksanaan percobaan. - Membuat format/tabel pencatatan data hasil percobaan. • Memfasilitasi dan membimbing kelompok siswa untuk melaksanakan percobaan sesuai dengan rancangan pada lembar kerja • Menegaskan agar siswa melakukan pengamatan dengan cermat dan mencatat data hasil percobaan (<i>mengisi tabel hasil pengamatan</i>) dalam membuktikan hipotesis terkait komponen larutan penyangga 	<p><i>asam lemah yang berasal dari ionisasi garamnya dari basa kuat (basa konjugasi dari asam lemah) dengan konsentrasi yang relatif besar untuk buffer asam atau basa lemah dari ion positif dari basa lemah yang berasal dari ionisasi garamnya dari asam kuat dengan konsentrasi yang relatif besar untuk buffer basa mampu mempertahankan pH jika ada penambahan asam/basa dari luar.”</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Membuat rancangan percobaan pembuktian hipotesis terkait komponen larutan penyangga di bawah bimbingan guru: <ul style="list-style-type: none"> - Menentukan variabel percobaan diantaranya variabel bebas dengan variasi perlakuannya, variabel terikat, dan variabel kontrol untuk hipotesis komponen larutan penyangga, seperti: <i>Variabel bebas: Jenis larutan buffer.</i> <i>Variabel terikat: komponen utama dari larutan buffer yang bereaksi dengan penambahan asam/basa dari luar (meniadakan pengaruh perubahan pH dari luar)</i> <i>Variabel kontrol: konsentrasi asam/basa dan garamnya relatif sama (melimpah)</i> - Menentukan atau membuat desain atau rancangan eksperimen, seperti: <i>Variabel kontrol: dibedakan menjadi 2 yakni buffer asam dan buffer basa</i> 		
--	--	--	--	---	--	--

				<p><i>Variabel bebas/variasi contoh: untuk buffer asam, yakni larutan campuran CH_3COOH dan CH_3COOK, larutan campuran CH_3COOH dan CH_3COONa, dan larutan campuran HCOOH dan HCOONa. Untuk buffer basa, yakni larutan campuran NH_3 dan NH_4Br dan larutan campuran NH_4OH dan NH_4Br</i></p> <p><i>Variabel terikat: komponen pencegah ΔpH</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Menentukan alat dan bahan yang akan digunakan dalam percobaan, seperti: <p><i>Alat dan bahan: untuk pembuktian hipotesis ini hanya memerlukan sumber informasi/sumber pustaka.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Menentukan prosedur pelaksanaan percobaan, seperti: <p><i>“(1) Penelusuran terhadap buku (sumber pustaka) tentang jenis larutan buffer (asam maupun basa) dilakukan. (2) Komponen-komponen dari sistem larutan penyangga yang bereaksi dengan penambahan asam/basa dari luar diidentifikasi masing-masing minimal 2 contoh.”</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Membuat format/tabel pencatatan data hasil percobaan dalam pembuktian hipotesis yang berisikan variasi contoh buffer dan komponen-komponen pencegah pH. 		
Menganalisis data dan bukti, membangun pengetahuan baru (fase IT)/ M4:						

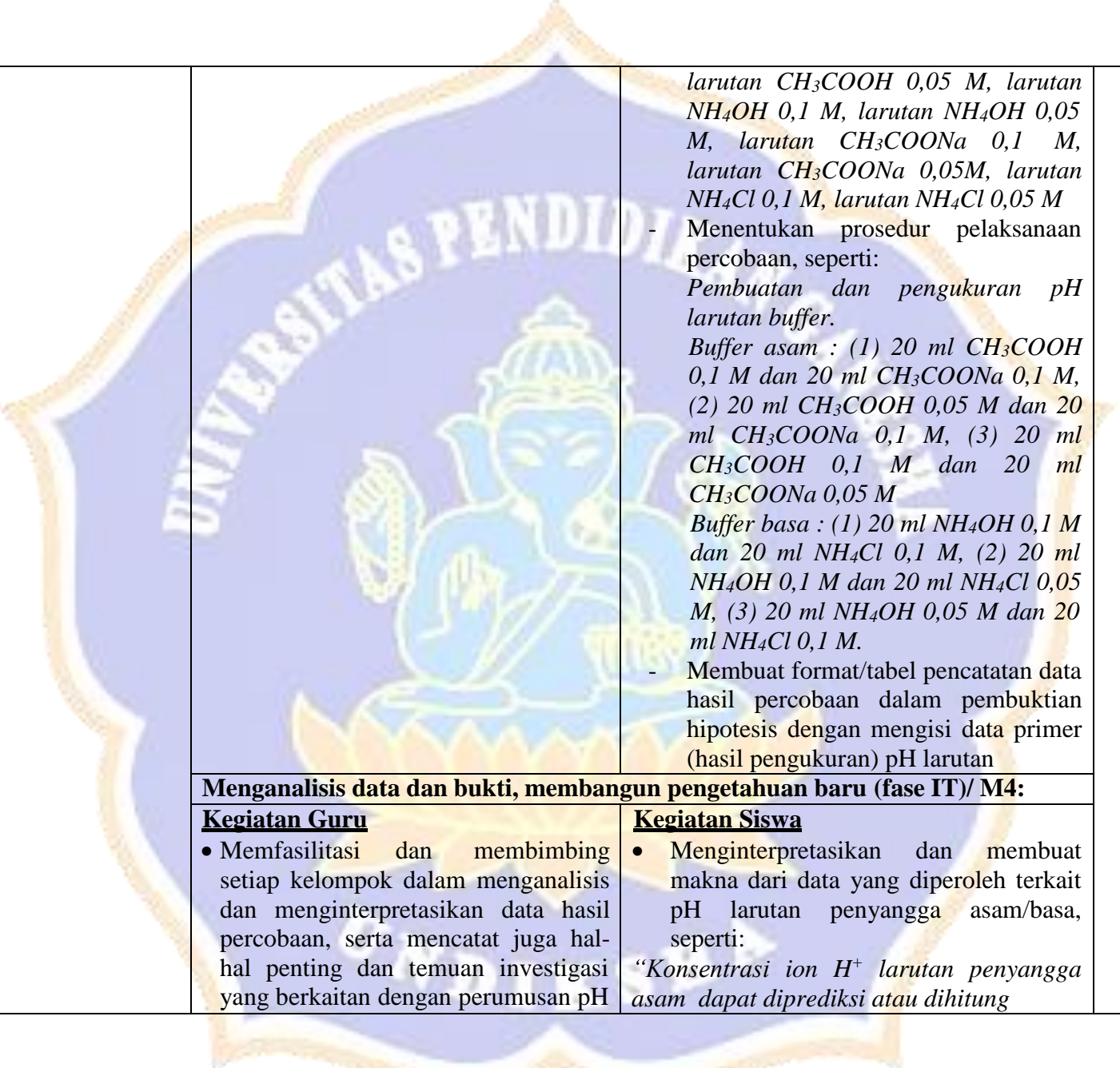
			<p><u>Kegiatan Guru</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Memfasilitasi dan membimbing setiap kelompok dalam menganalisis dan menginterpretasikan data hasil percobaan, serta mencatat juga hal-hal penting dan temuan investigasi yang berkaitan dengan komponen larutan penyangga • Mendampingi semua kelompok siswa menjawab setiap pertanyaan yang ada dalam masing-masing lembar kerja dengan teliti. • Meminta kelompok siswa menyimpulkan apakah hipotesis diterima atau ditolak terkait komponen larutan penyangga • Memberitahukan kepada siswa untuk mencermati video pembuktian hipotesis terkait komponen larutan penyangga untuk memperjelas pembuktian hipotesis yang sesungguhnya 	<p><u>Kegiatan Siswa</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Menganalisis data dan menyimpulkan data yang diperoleh dari hasil data percobaan terkait membuktikan hipotesis komponen larutan penyangga, seperti menuliskan reaksi ionisasi dari setiap komponen yang ada pada larutan penyangga dan komponen yang bereaksi terhadap penambahan asam/basa dari luar. • Melalui diskusi kelompok, siswa menjawab pertanyaan yang ada yang berkaitan dengan hasil percobaan yang diperoleh sebelumnya dalam pembuktian hipotesis komponen-komponen utama larutan penyangga • Menyimpulkan hipotesis diterima atau ditolak melalui diskusi kelompok terkait komponen utama larutan penyangga, yakni: <i>“Molekul asam lemah dan ion negatif dari asam lemah yang berasal dari ionisasi garamnya dari basa kuat (basa konjugasi dari asam lemah) untuk buffer asam atau ion positif dari basa lemah yang berasal dari ionisasi garamnya dari asam kuat (asam konjugasi dari basa lemah) untuk buffer basa mampu mempertahankan pH terhadap penambahan asam/basa dari luar”.</i> • Mengamati video pembuktian hipotesis terkait komponen larutan penyangga 		
--	--	--	--	---	--	--

			<p>Mengkomunikasikan pengetahuan baru (fase IT)/ M5:</p> <p><u>Kegiatan Guru</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Memfasilitasi dan membimbing presentasi hasil kerja kelompok dan diskusi/tanggapan kelas terutama tentang hasil temuan konstruksi pengetahuan (konsepsi) terkait komponen larutan penyangga • Memberikan tes kepada siswa untuk menerapkan konsep-konsep pada masalah baru dalam bentuk aplikasi konsep yang terdapat di lembar kerja berkaitan dengan komponen larutan penyangga • Mengumpulkan dan memeriksa hasil jawaban tes siswa untuk mengetahui tingkat pemahaman siswa terhadap konsep dan konsepsi yang telah dibangun selama kegiatan pembelajaran <i>Cat: Jika waktu yang tersisa tidak memadai untuk melakukan tes di akhir pembelajaran, maka kegiatan concept application dapat dijadikan kegiatan penugasan rumah (PR) kepada siswa.</i> <p><u>Kegiatan Siswa</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mempresentasikan pemahaman dan hasil pembuktian hipotesis terkait komponen larutan penyangga • Mencermati klarifikasi atas beberapa miskonsepsi dan mencatat konsep-konsep penting yang ditekankan oleh guru terkait materi komponen utama larutan penyangga • Menjawab permasalahan yang diberikan sebagai alat ukur pemahaman konsep (aplikasi konsep) dalam lembar kerja terkait komponen utama larutan penyangga. 		
3.	pH larutan penyangga	<ul style="list-style-type: none"> • Logaritma negatif dari molaritas ion H^+ dalam larutan diperhitungkan dari sistem kesetimbangan 	<p>Fenomena: Terdapat dua jenis larutan penyangga, yaitu (1) larutan penyangga asam seperti larutan yang mengandung 0,100 M CH_3COOH dan 0,100 M CH_3COONa, dan (2) larutan penyangga basa misalnya larutan campuran 0,100 M NH_4OH dan 0,100 M NH_4Cl. Pada contoh larutan penyangga asam tersebut terdiri dari komponen asam lemah (komponen asam konjugasi CH_3COOH yang tidak terion dengan konsentrasi tinggi) dan garamnya yang terionisasi sempurna (basa konjugasi CH_3COO^- dengan</p>	<p>Indikator: 3.13.4 3.13.5</p> <p>Afektif :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ulet dan 	<ul style="list-style-type: none"> • Tes uraian dalam modul • Instrumen

		<p>dengan kehadiran ion senama dengan rumus:</p> $pH = pK_a + \log \frac{[garam]}{[asam\ lemah]}$ <p>dapat dikatakan sebagai pH larutan penyangga asam</p> <ul style="list-style-type: none"> • Logaritma negatif dari konsentrasi ion OH⁻ dalam larutan diperhitungkan dari sistem kesetimbangan dengan kehadiran ion senama dengan rumus: $pOH = pK_b + \log \frac{[garam]}{[basa\ lemah]}$ $pH = 14 - pOH$ <p>dapat dikatakan sebagai pH larutan penyangga basa</p>	<p>konsentrasi tinggi yang berasal dari garam dan sedikit berasal dari ionisasi asam lemah). Larutan tetap dalam sistem kesetimbangan asam lemah, tetapi konsentrasi ion CH₃COO⁻ tidak kecil seperti jika dalam larutan asam lemah saja (tanpa kehadiran garamnya). Sementara pada contoh larutan penyangga basa terdiri dari komponen basa lemah (konsentrasi NH₄OH basa konjugasi yang tidak terion tinggi) dan garamnya yang terionisasi sempurna (konsentrasi NH₄⁺ asam konjugasi tinggi) berasal dari garamnya dan sedikit berasal dari ionisasi basa lemah). Larutan tetap dalam sistem kesetimbangan basa lemah, tetapi konsentrasi ion NH₄⁺ tidak kecil seperti jika dalam larutan basa lemah saja (tanpa kehadiran garamnya). Suatu percobaan untuk merumuskan pH larutan penyangga dapat direkam dengan membuat larutan penyangga dan mengukur pH-nya dengan konsentrasi komponen asam/basa dan garamnya yang berbeda-beda. Dengan melihat konsentrasi yang berbeda-beda, tentu dapat dirumuskan pH larutan penyangga, dengan melihat konsentrasi hubungan perbedaan konsentrasi dan perbedaan pH-nya.</p>	<p>teliti</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sikap kritis • Bertanggung jawab • Kerja sama dan toleran • Sikap santun dan cinta damai • Responsif dan proaktif • Sikap bijaksana 	<p>penilaian sikap</p> <ul style="list-style-type: none"> • Instrumen penilaian keterampilan proses sains
		<p>Penyajian masalah atau menyelidiki sebuah fenomena (fase IT)/ M1:</p>			
		<p><u>Kegiatan Guru</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Menugaskan siswa mengamati atau mencermati fenomena mengenai jenis larutan penyangga yang digunakan dalam perumusan pH larutan penyangga • Mengarahkan dan menyamakan informasi awal oleh siswa terhadap fenomena yang disajikan sehingga akan relevan dengan rumusan masalah investigasi dan rumusan hipotesis. 	<p><u>Kegiatan Siswa</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengamati dan mencermati fenomena mengenai jenis larutan penyangga yang digunakan dalam perumusan pH larutan penyangga dengan cara membuat dan mengukur pH-nya dengan konsentrasi komponen asam/basa dan garam yang berbeda-beda. • Menyampaikan informasi awal yang ditemukan terhadap fenomena, yakni: <i>“Larutan penyangga asam merupakan sistem kesetimbangan asam lemah yang mengandung konsentrasi asam lemah tinggi”</i> <i>“Larutan penyangga basa merupakan sistem kesetimbangan basa lemah yang mengandung konsentrasi basa lemah”</i> 	<p>Psikomotor</p> <p>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Keterampilan merancang • Keterampilan menggunakan alat • Keterampilan 	

		tinggi”.		<p>melakukan observasi secara kualitatif (contoh fenomena yang disajikan)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Keterampilan berkomunikasi (presentasi)
Memfokuskan pada pertanyaan (fase IT)/ M2:				
<p>Kegiatan Guru</p> <ul style="list-style-type: none"> • Memfasilitasi dan membimbing siswa untuk merumuskan dan menyepakati bersama rumusan masalah investigasi tentang perumusan pH larutan penyangga (percobaan) 	<p>Kegiatan Siswa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menyampaikan pertanyaan terkait istilah/maksud kalimat yang tidak dimengerti terhadap fenomena, seperti: “<i>Bagaimana hubungan larutan buffer asam atau basa dengan kesetimbangan ionisasi asam atau basa lemah?</i>” • Melalui bimbingan guru, siswa membuat rumusan masalah investigasi yang akan ditindaklanjuti dalam kegiatan belajar selanjutnya di bawah bimbingan guru tentang pH larutan penyangga, seperti: “<i>Apa rumus untuk menghitung pH larutan penyangga (buffer)?</i>” 	Menyusun hipotesis, merencanakan investigasi, melaksanakan investigasi (fase IT)/ M3:		
<p>Kegiatan Guru</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menugaskan siswa membuat hipotesis berdasarkan fenomena yang berkaitan dengan jenis larutan penyangga yang akan digunakan dalam perumusan pH larutan buffer • Memfasilitas dan membimbing setiap kelompok siswa untuk merencanakan dan membuat rancangan percobaan pada lembar kerja yang meliputi: <ul style="list-style-type: none"> - Menentukan variabel bebas dengan variasi perlakuannya, variabel terikat dengan jenis data dan rentang/skala nilainya, dan 	<p>Kegiatan Siswa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Membuat hipotesis berdasarkan fenomena melalui bimbingan dari guru terkait perumusan pH larutan penyangga, seperti: <i>Rumus buffer asam : $[H^+] = K_a \times \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}}$, sehingga $pH = -\log (K_a \times \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}})$</i> <i>Rumus buffer basa : $[OH^-] = K_b \times \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol asam konjugasi}}$, sehingga $pOH = -\log (K_b \times \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol asam konjugasi}})$, $pH = 14 - pOH$</i> 			

			<p>variabel kontrol untuk hipotesis perhitungan pH larutan buffer</p> <ul style="list-style-type: none"> - Menyempurnakan/membuat desain eksperimennya. - Memilih alat dan bahan yang akan digunakan. - Membuat prosedur pelaksanaan percobaan. - Membuat format/tabel pencatatan data hasil percobaan. <ul style="list-style-type: none"> • Memfasilitasi dan membimbing kelompok siswa untuk melaksanakan percobaan sesuai dengan rancangan pada lembar kerja • Menegaskan agar siswa melakukan pengamatan dengan cermat dan mencatat data hasil percobaan (<i>mengisi tabel hasil pengamatan</i>) dalam membuktikan hipotesis terkait pH larutan penyangga 	<ul style="list-style-type: none"> • Membuat rancangan percobaan pembuktian hipotesis terkait perumusan pH larutan penyangga di bawah bimbingan guru: <ul style="list-style-type: none"> - Menentukan variabel percobaan diantaranya variabel bebas dengan variasi perlakuannya, variabel terikat, dan variabel kontrol untuk hipotesis perumusan pH larutan penyangga, seperti: <p><i>Variabel bebas: konsentrasi asam/basa lemah dan garamnya</i></p> <p><i>Variabel terikat: pH larutan</i></p> <p><i>Variabel kontrol: volume larutan</i></p> - Menentukan atau membuat desain atau rancangan eksperimen, seperti: <p><i>Variabel bebas/perlakuan : dibagi menjadi 2 yakni buffer asam dan buffer basa, variasi perlakuan yang digunakan konsentrasi asam/basa lemah dan garamnya yang berbeda-beda.</i></p> <p><i>Variabel kontrol : volume asam/basa lemah dan garamnya masing-masing 20 mL</i></p> <p><i>Variabel terikat : hasil penentuan pH larutan penyangga</i></p> - Menentukan alat dan bahan yang akan digunakan dalam percobaan, seperti: <p><i>Alat: gelas kimia, gelas ukur, pH meter, pipet tetes</i></p> <p><i>Bahan: larutan CH_3COOH 0,1 M,</i></p> 	
--	--	--	---	--	--

				<p>larutan CH_3COOH 0,05 M, larutan NH_4OH 0,1 M, larutan NH_4OH 0,05 M, larutan CH_3COONa 0,1 M, larutan CH_3COONa 0,05M, larutan NH_4Cl 0,1 M, larutan NH_4Cl 0,05 M</p> <ul style="list-style-type: none"> - Menentukan prosedur pelaksanaan percobaan, seperti: Pembuatan dan pengukuran pH larutan buffer. Buffer asam : (1) 20 ml CH_3COOH 0,1 M dan 20 ml CH_3COONa 0,1 M, (2) 20 ml CH_3COOH 0,05 M dan 20 ml CH_3COONa 0,1 M, (3) 20 ml CH_3COOH 0,1 M dan 20 ml CH_3COONa 0,05 M Buffer basa : (1) 20 ml NH_4OH 0,1 M dan 20 ml NH_4Cl 0,1 M, (2) 20 ml NH_4OH 0,1 M dan 20 ml NH_4Cl 0,05 M, (3) 20 ml NH_4OH 0,05 M dan 20 ml NH_4Cl 0,1 M. - Membuat format/tabel pencatatan data hasil percobaan dalam pembuktian hipotesis dengan mengisi data primer (hasil pengukuran) pH larutan 		
<p>Menganalisis data dan bukti, membangun pengetahuan baru (fase IT)/ M4:</p>						
<p><u>Kegiatan Guru</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Memfasilitasi dan membimbing setiap kelompok dalam menganalisis dan menginterpretasikan data hasil percobaan, serta mencatat juga hal-hal penting dan temuan investigasi yang berkaitan dengan perumusan pH 				<p><u>Kegiatan Siswa</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Menginterpretasikan dan membuat makna dari data yang diperoleh terkait pH larutan penyangga asam/basa, seperti: "Konsentrasi ion H^+ larutan penyangga asam dapat diprediksi atau dihitung 		

		<p>larutan penyangga</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mendampingi semua kelompok siswa menjawab setiap pertanyaan yang ada dalam masing-masing lembar kerja dengan teliti. • Meminta kelompok siswa menyimpulkan apakah hipotesis diterima atau ditolak terkait perumusan pH larutan penyangga • Memberitahukan kepada siswa untuk mencermati video pembuktian hipotesis terkait pH larutan penyangga untuk memperjelas pembuktian hipotesis yang sesungguhnya 	<p>dengan mengalikan harga K_a dengan hasil bagi jumlah mol asam lemah dan basa konjugasi.”</p> <p>“Konsentrasi ion OH^- larutan penyangga basa dapat diprediksi atau dihitung dengan mengalikan harga K_b dengan hasil bagi jumlah mol basa lemah dan asam konjugasi”.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Melalui diskusi kelompok, siswa menjawab pertanyaan yang ada pada masing-masing kegiatan yang berkaitan dengan hasil percobaan yang diperoleh sebelumnya dalam pembuktian hipotesis pH larutan penyangga, seperti: <i>menuliskan reaksi ionisasi asam/basa lemah dan garamnya, menentukan harga K_a/K_b, dan menentukan persamaan kesetimbangan ionisasi asam/basa lemah</i> • Menyimpulkan hipotesis diterima atau ditolak melalui diskusi kelompok terkait pH larutan penyangga, yakni: <i>“Rumus buffer asam : $[H^+] = K_a \times \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}}$, sehingga $pH = -\log (K_a \times \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}})$</i> <i>Rumus buffer basa : $[OH^-] = K_b \times \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol asam konjugasi}}$, sehingga $pOH = -\log (K_b \times \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol asam konjugasi}})$, $pH = 14 - pOH$”</i> • Mengamati video pembuktian hipotesis 	
--	--	---	--	--

			<p>Mengkomunikasikan pengetahuan baru (fase IT)/ M5:</p> <p><u>Kegiatan Guru</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Memfasilitasi dan membimbing presentasi hasil kerja kelompok dan diskusi/tanggapan kelas terutama tentang hasil temuan konstruksi pengetahuan (konsepsi) terkait perumusan pH larutan penyangga • Memberikan tes kepada siswa untuk menerapkan konsep-konsep pada masalah baru dalam bentuk aplikasi konsep yang terdapat di lembar kerja berkaitan dengan pH larutan penyangga • Mengumpulkan dan memeriksa hasil jawaban tes siswa untuk mengetahui tingkat pemahaman siswa terhadap konsep dan konsepsi yang telah dibangun selama kegiatan pembelajaran <i>Cat: Jika waktu yang tersisa tidak memadai untuk melakukan tes di akhir pembelajaran, maka kegiatan concept application dapat dijadikan kegiatan penugasan rumah (PR) kepada siswa.</i> 	<p><u>Kegiatan Siswa</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mempresentasikan pemahaman dan permasalahan belajar terkait perumusan pH larutan penyangga • Mencermati klarifikasi atas beberapa miskonsepsi dan mencatat konsep-konsep penting yang ditekankan oleh guru terkait materi pH larutan penyangga • Menjawab permasalahan yang diberikan sebagai alat ukur pemahaman konsep (aplikasi konsep) dalam lembar kerja terkait perhitungan pH larutan penyangga. 		
4.	Ketahanan larutan penyangga terhadap penambahan asam atau basa	<ul style="list-style-type: none"> • Larutan yang mampu mempertahankan pH dari penambahan asam melalui reaksi anion garam (asam basa 	<p>Fenomena: Seperti pembelajaran sebelumnya, larutan buffer asam misalnya dapat dibuat dari larutan campuran CH_3COOH dan CH_3COONa; dan larutan buffer basa dari larutan campuran NH_4OH dan NH_4Cl. Asam lemah dan garamnya adalah komponen yang harus ada dalam larutan penyangga asam, begitu juga basa lemah dan garamnya adalah komponen yang harus ada pada larutan penyangga basa. pH larutan penyangga, akan ditentukan oleh reaksi kesetimbangan asam dengan kehadiran ion</p>	<p>Indikator: 3.13.4 3.13.5</p> <p>Afektif :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ulet dan 	<ul style="list-style-type: none"> • Tes uraian dalam modul • Instrumen 	

	<p>konjugat) dengan ion H^+ bebas dari asam yang ditambahkan, membentuk H^+ terikat dalam bentuk molekul asam lemah dikatakan sebagai larutan penyangga asam</p> <ul style="list-style-type: none"> Larutan yang mampu mempertahankan pH dari penambahan asam melalui reaksi molekul basa lemah dengan ion H^+ bebas dari asam yang ditambahkan membentuk H^+ terikat dalam bentuk kation garam (asam konjugat) dikatakan sebagai larutan penyangga basa Larutan yang mampu mempertahankan pH dari penambahan basa melalui reaksi molekul asam lemah dengan ion OH^- dari basa yang 	<p>basa konyugasinya yang relatif tinggi untuk buffer asam; dan reaksi kesetimbangan basa lemah dengan kehadiran ion positif asam konyugasinya yang relatif tinggi untuk buffer basa. Data hasil pengukuran pH larutan setelah penambahan sedikit asam/basa dari luar untuk mengetahui efeknya terhadap perubahan pH atau ketahanan pH larutan penyangga dapat dirasionalkan melalui perhitungan penerapan rumus pH larutan penyangga setelah menghitung pergeseran konsentrasi komponen larutan penyangga sesuai dengan asas Lechatelier.</p> <p>Penyajian masalah atau menyelidiki sebuah fenomena (fase IT)/ M1:</p> <table border="1" data-bbox="667 512 1774 1070"> <tr> <td data-bbox="667 512 1189 1070"> <p>Kegiatan Guru</p> <ul style="list-style-type: none"> Menugaskan siswa mengamati atau mencermati fenomena mengenai perbedaan konsentrasi asam/basa lemah dan garamnya dapat digunakan ketika larutan penyangga ditambahkan asam atau basa Mengarahkan dan menyamakan informasi awal oleh siswa terhadap fenomena yang disajikan sehingga akan relevan dengan rumusan masalah investigasi dan rumusan hipotesis. </td> <td data-bbox="1189 512 1774 1070"> <p>Kegiatan Siswa</p> <ul style="list-style-type: none"> Mengamati dan mencermati fenomena mengenai ketahanan larutan penyangga terhadap penambahan asam atau basa dari luar. Menyampaikan informasi awal yang ditemukan terhadap fenomena, yakni: <i>“Larutan penyangga asam mengandung konsentrasi ion CH_3COO^- (basa konyugasinya) tinggi berasal dari garam, sedikit ionisasi dari asam lemah”</i> <i>“Larutan penyangga basa mengandung konsentrasi ion NH_4^+ (asam konyugasinya) tinggi berasal dari garam, sedikit ionisasi dari basa lemah.”</i> </td> </tr> </table> <p>Memfokuskan pada pertanyaan (fase IT)/ M2:</p> <table border="1" data-bbox="667 1110 1774 1407"> <tr> <td data-bbox="667 1110 1189 1407"> <p>Kegiatan Guru</p> <ul style="list-style-type: none"> Memfasilitasi dan membimbing siswa untuk merumuskan dan menyepakati bersama rumusan masalah investigasi berkaitan dengan ketahanan larutan penyangga terhadap penambahan asam atau basa (percobaan) </td> <td data-bbox="1189 1110 1774 1407"> <p>Kegiatan Siswa</p> <ul style="list-style-type: none"> Menyampaikan pertanyaan terkait istilah/maksud kalimat yang tidak dimengerti terhadap fenomena, seperti: <i>“Apakah konsentrasi yang digunakan setiap komponen asam/basa dan garamnya harus sama?”</i> Melalui bimbingan guru, siswa membuat </td> </tr> </table>	<p>Kegiatan Guru</p> <ul style="list-style-type: none"> Menugaskan siswa mengamati atau mencermati fenomena mengenai perbedaan konsentrasi asam/basa lemah dan garamnya dapat digunakan ketika larutan penyangga ditambahkan asam atau basa Mengarahkan dan menyamakan informasi awal oleh siswa terhadap fenomena yang disajikan sehingga akan relevan dengan rumusan masalah investigasi dan rumusan hipotesis. 	<p>Kegiatan Siswa</p> <ul style="list-style-type: none"> Mengamati dan mencermati fenomena mengenai ketahanan larutan penyangga terhadap penambahan asam atau basa dari luar. Menyampaikan informasi awal yang ditemukan terhadap fenomena, yakni: <i>“Larutan penyangga asam mengandung konsentrasi ion CH_3COO^- (basa konyugasinya) tinggi berasal dari garam, sedikit ionisasi dari asam lemah”</i> <i>“Larutan penyangga basa mengandung konsentrasi ion NH_4^+ (asam konyugasinya) tinggi berasal dari garam, sedikit ionisasi dari basa lemah.”</i> 	<p>Kegiatan Guru</p> <ul style="list-style-type: none"> Memfasilitasi dan membimbing siswa untuk merumuskan dan menyepakati bersama rumusan masalah investigasi berkaitan dengan ketahanan larutan penyangga terhadap penambahan asam atau basa (percobaan) 	<p>Kegiatan Siswa</p> <ul style="list-style-type: none"> Menyampaikan pertanyaan terkait istilah/maksud kalimat yang tidak dimengerti terhadap fenomena, seperti: <i>“Apakah konsentrasi yang digunakan setiap komponen asam/basa dan garamnya harus sama?”</i> Melalui bimbingan guru, siswa membuat 	<p>teliti</p> <ul style="list-style-type: none"> Sikap kritis Bertanggung jawab Kerjasama dan toleran Sikap santun dan cinta damai Responsif dan proaktif Sikap bijaksana <p>Psikomotor :</p> <ul style="list-style-type: none"> Keterampilan merancang Keterampilan menggunakan alat Keterampilan 	<p>penilaian sikap</p> <ul style="list-style-type: none"> Instrumen penilaian keterampilan proses sains
<p>Kegiatan Guru</p> <ul style="list-style-type: none"> Menugaskan siswa mengamati atau mencermati fenomena mengenai perbedaan konsentrasi asam/basa lemah dan garamnya dapat digunakan ketika larutan penyangga ditambahkan asam atau basa Mengarahkan dan menyamakan informasi awal oleh siswa terhadap fenomena yang disajikan sehingga akan relevan dengan rumusan masalah investigasi dan rumusan hipotesis. 	<p>Kegiatan Siswa</p> <ul style="list-style-type: none"> Mengamati dan mencermati fenomena mengenai ketahanan larutan penyangga terhadap penambahan asam atau basa dari luar. Menyampaikan informasi awal yang ditemukan terhadap fenomena, yakni: <i>“Larutan penyangga asam mengandung konsentrasi ion CH_3COO^- (basa konyugasinya) tinggi berasal dari garam, sedikit ionisasi dari asam lemah”</i> <i>“Larutan penyangga basa mengandung konsentrasi ion NH_4^+ (asam konyugasinya) tinggi berasal dari garam, sedikit ionisasi dari basa lemah.”</i> 							
<p>Kegiatan Guru</p> <ul style="list-style-type: none"> Memfasilitasi dan membimbing siswa untuk merumuskan dan menyepakati bersama rumusan masalah investigasi berkaitan dengan ketahanan larutan penyangga terhadap penambahan asam atau basa (percobaan) 	<p>Kegiatan Siswa</p> <ul style="list-style-type: none"> Menyampaikan pertanyaan terkait istilah/maksud kalimat yang tidak dimengerti terhadap fenomena, seperti: <i>“Apakah konsentrasi yang digunakan setiap komponen asam/basa dan garamnya harus sama?”</i> Melalui bimbingan guru, siswa membuat 							

		<p>ditambahkan membentuk OH^- terikat dalam bentuk anion garam (basa konjugat) dikatakan sebagai larutan penyangga asam</p> <ul style="list-style-type: none"> Larutan yang mampu mempertahankan pH dari penambahan basa melalui reaksi kation garam dengan ion OH^- dari basa yang ditambahkan membentuk OH^- terikat dalam bentuk molekul basa lemah dikatakan sebagai larutan penyangga basa 	<p>rumusan masalah investigasi yang akan ditindaklanjuti dalam kegiatan belajar selanjutnya di bawah bimbingan guru tentang ketahanan larutan penyangga terhadap penambahan asam atau basa, seperti:</p> <p><i>“Bagaimana pengaruh kuantitas komponen-komponen utama larutan buffer terhadap kapasitas larutan buffer?”</i></p>		<p>melakukan observasi secara kualitatif (contoh fenomena yang disajikan)</p> <ul style="list-style-type: none"> Keterampilan berkomunikasi (presentasi) 	
		<p>Menyusun hipotesis, merencanakan investigasi, melaksanakan investigasi (fase IT)/ M3:</p>				
		<p><u>Kegiatan Guru</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Menugaskan siswa membuat hipotesis berdasarkan fenomena yang berkaitan dengan kapasitas buffer dalam mempertahankan harga pH larutan Memfasilitas dan membimbing setiap kelompok siswa untuk merencanakan dan membuat rancangan percobaan pada lembar kerja yang meliputi: <ul style="list-style-type: none"> Menentukan variabel bebas dengan variasi perlakuannya, variabel terikat dengan jenis data dan rentang/skala nilainya, dan variabel kontrol untuk hipotesis kapasitas larutan buffer Menyempurnakan/membuat desain eksperimennya. Memilih alat dan bahan yang akan digunakan. Membuat prosedur pelaksanaan 	<p><u>Kegiatan Siswa</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Membuat hipotesis berdasarkan fenomena melalui bimbingan dari guru terkait ketahanan larutan penyangga terhadap penambahan asam/basa, seperti: <p><i>“Makin besar mol atau mmol (kombinasi konsentrasi dan volume larutan) komponen-komponen utama larutan buffer mampu menerima jumlah mmol asam/basa yang ditambahkan dari luar sampai terjadi peningkatan/penurunan satu satuan pH dari posisi pH ketika [asam] atau [basa] yang sama dengan [garamnya]”</i></p> Membuat rancangan percobaan pembuktian hipotesis terkait kapasitas buffer dalam mempertahankan harga pH larutan di bawah bimbingan guru: <ul style="list-style-type: none"> Menentukan variabel percobaan diantaranya variabel bebas dengan variasi perlakuannya, variabel terikat, 			

percobaan.

- Membuat format/tabel pencatatan data hasil percobaan.
- Memfasilitasi dan membimbing kelompok siswa untuk melaksanakan percobaan sesuai dengan rancangan pada lembar kerja
- Menegaskan agar siswa melakukan pengamatan dengan cermat dan mencatat data hasil percobaan (*mengisi tabel hasil pengamatan*) dalam membuktikan hipotesis terkait ketahanan larutan penyangga terhadap penambahan asam/basa

dan variabel kontrol untuk hipotesis kapasitas buffer dalam mempertahankan harga pH larutan, seperti:

Variabel bebas: konsentrasi asam/basa lemah dan garamnya

Variabel terikat: pH sebelum dan setelah penambahan asam/basa dari luar

Variabel kontrol: mmol asam atau basa yang ditambahkan

- Menentukan atau membuat desain atau rancangan eksperimen, seperti:
 - Variabel bebas/perlakuan : volume larutan 20 ml dan konsentrasi asam/basa lemah dan garamnya, variasi perlakuan yang dilakukan konsentrasi campuran asam/basa lemah dan garamnya yang sama ditambahkan HCl dan NaOH masing-masing dengan konsentrasi 0,01 M*
 - Variabel kontrol : penambahan asam/basa dari luar dengan konsentrasi 0,01 M*
 - Variabel terikat : perubahan pH larutan penyangga*
- Menentukan alat dan bahan yang akan digunakan dalam percobaan, seperti:
 - Alat: gelas kimia, gelas ukur, pH meter, pipet tetes*
 - Bahan: larutan CH_3COOH 0,1 M, larutan CH_3COOH 0,05 M, larutan*

				<p><i>NH₄OH 0,1 M, larutan NH₄OH 0,05 M, larutan CH₃COONa 0,1 M, larutan CH₃COONa 0,05M, larutan NH₄Cl 0,1 M, larutan NH₄Cl 0,05 M, larutan HCl 0,01 M, larutan NaOH 0,01 M</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Menentukan prosedur pelaksanaan percobaan, seperti: <i>Buffer asam : (1) 20 ml CH₃COOH 0,1 M dan 20 ml CH₃COONa 0,1 M dalam gelas 1 (2) 20 ml CH₃COOH 0,05 M dan 20 ml CH₃COONa 0,05 M dalam gelas 2. Lalu masing-masing gelas ditambahkan 10 mL larutan HCl 0,01 M, pH larutan diukur dan dicatat.</i> <i>Buffer basa : (1) 20 ml NH₄OH 0,1 M dan 20 ml NH₄Cl 0,1 M dalam gelas 1 (2) 20 ml NH₄OH 0,05 M dan 20 ml NH₄Cl 0,05 M dalam gelas 2. Lalu masing-masing gelas ditambahkan 10 mL larutan NaOH 0,01 M, pH larutan diukur dan dicatat.</i> - Membuat format/tabel pencatatan data hasil percobaan dalam pembuktian hipotesis dengan mengisi data primer (hasil pengukuran) untuk perubahan pH larutan setelah penambahan asam/basa dari luar. 	
Menganalisis data dan bukti, membangun pengetahuan baru (fase IT)/ M4:					
<u>Kegiatan Guru</u> • Memfasilitasi dan membimbing		<u>Kegiatan Siswa</u> • Melalui diskusi kelompok, siswa			

			<p>setiap kelompok dalam menganalisis dan menginterpretasikan data hasil percobaan, serta mencatat juga hal-hal penting dan temuan investigasi yang berkaitan dengan kapasitas buffer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mendampingi semua kelompok siswa menjawab setiap pertanyaan yang ada dalam masing-masing lembar kerja dengan teliti. • Meminta kelompok siswa menyimpulkan apakah hipotesis diterima atau ditolak terkait kapasitas buffer • Memberitahukan kepada siswa untuk mencermati video pembuktian hipotesis terkait kapasitas buffer untuk memperjelas pembuktian hipotesis yang sesungguhnya 	<p>menjawab pertanyaan yang ada pada masing-masing kegiatan yang berkaitan dengan hasil percobaan yang diperoleh sebelumnya dalam pembuktian hipotesis kapasitas buffer dalam mempertahankan harga pH</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menyimpulkan hipotesis diterima atau ditolak melalui diskusi kelompok terkait kapasitas buffer dalam mempertahankan harga pH, yakni: <i>“Besarnya konsentrasi komponen-komponen utama larutan buffer akan semakin besar kapasitas larutan buffer tersebut untuk mempertahankan harga pH atau otomatis perubahan akibat penambahan sedikit asam atau basa menjadi tidak signifikan”.</i> • Mengamati video pembuktian hipotesis terkait kapasitas buffer 		
Mengkomunikasikan pengetahuan baru (fase IT)/ M5:			<p><u>Kegiatan Guru</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Memfasilitasi dan membimbing presentasi hasil kerja kelompok dan diskusi/tanggapan kelas terutama tentang hasil temuan konstruksi pengetahuan (konsepsi) terkait kapasitas buffer • Memberikan tes kepada siswa untuk menerapkan konsep-konsep pada masalah baru dalam bentuk aplikasi konsep yang terdapat di lembar kerja berkaitan dengan kapasitas 	<p><u>Kegiatan Siswa</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mempresentasikan pemahaman dan permasalahan belajar terkait kapasitas buffer dalam mempertahankan harga pH • Mencermati klarifikasi atas beberapa miskonsepsi dan mencatat konsep-konsep penting yang ditekankan oleh guru terkait kapasitas buffer dalam mempertahankan harga pH • Menjawab permasalahan yang diberikan sebagai alat ukur pemahaman konsep (aplikasi konsep) dalam lembar kerja 		

			<p>buffer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengumpulkan dan memeriksa hasil jawaban tes siswa untuk mengetahui tingkat pemahaman siswa terhadap konsep dan konsepsi yang telah dibangun selama kegiatan pembelajaran <i>Cat: Jika waktu yang tersisa tidak memadai untuk melakukan tes di akhir pembelajaran, maka kegiatan concept application dapat dijadikan kegiatan penugasan rumah (PR) kepada siswa.</i> 	<p>berkaitan dengan perubahan pH larutan penyangga untuk melihat ketahanannya terhadap penambahan asam/basa dari luar.</p>		
5.	Sistem penyangga karbonat	Sistem penyangga yang terdiri atas asam karbonat dan ion bikarbonat dikatakan sebagai sistem penyangga yang paling dominan dalam darah.	<p>Fenomena: Salah satu peran darah yang terpenting adalah mendistribusikan oksigen (O₂) ke seluruh tubuh dan mengangkut karbon dioksida (CO₂) sebagai hasil metabolisme untuk dibuang melalui paru-paru. Darah, utamanya fase cairnya, seperti larutan pada umumnya sudah tentu memiliki harga pH. Harga pH darah telah diukur oleh para ahli, dimana darah diambil dari dua pembuluh darah yang berbeda, yakni pembuluh darah yang keluar dari jantung (arteri) dan pembuluh darah menuju jantung (vena). pH darah pada arteri sebesar 7,45 dan pH darah pada vena sebesar 7,41. Data pH darah menunjukkan pH darah relatif konstan, pada kondisi kaya CO₂ dan pada kondisi kaya O₂. Di sisi lain, penambahan O₂ atau CO₂ ke dalam darah seharusnya merubah pH darah secara drastis. Hal ini menunjukkan terdapat sebuah sistem yang membuat pH darah relatif konstan.</p> <p>Penyajian masalah atau menyelidiki sebuah fenomena (fase IT)/ M1:</p> <p>Kegiatan Guru</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menugaskan siswa mengamati atau mencermati fenomena mengenai peranan darah dalam tubuh dan darah mampu mempertahankan pH darah relatif konstan • Mengarahkan dan menyamakan 	<p>berkaitan dengan perubahan pH larutan penyangga untuk melihat ketahanannya terhadap penambahan asam/basa dari luar.</p>	<p>Indikator: 3.13.6 3.13.7 3.13.8</p> <p>Afektif :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sikap menyadari kebesaran Tuhan • Kreatif dan inovatif • Bertanggung jawab • Kerja sama dan 	<ul style="list-style-type: none"> • Tes uraian dalam modul • Instrumen penilaian sikap • Instrumen penilaian keterampilan proses sains
			<ul style="list-style-type: none"> • Mengarahkan dan menyamakan 	<p>Kegiatan Siswa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengamati dan mencermati fenomena mengenai peran darah dalam tubuh dan darah mampu mempertahankan pH darah relatif konstan • Menyampaikan informasi awal yang ditemukan terhadap fenomena, yakni: 		

			<p>informasi awal oleh siswa terhadap fenomena yang disajikan sehingga akan relevan dengan rumusan masalah investigasi dan rumusan hipotesis.</p>	<p><i>“Darah memiliki peranan penting dalam tubuh yang memiliki harga pH tertentu yaitu 7,41-7,45. Di dalam darah terdapat suatu sistem yang membuat pH darah relatif konstan.”</i></p>	<p>toleran</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sikap santun dan cinta damai • Responsif dan proaktif • Sikap bijaksana <p>Psikomotor :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Keterampilan berkomunikasi (presentasi) 	
<p>Memfokuskan pada pertanyaan (fase IT)/ M2:</p>			<p><u>Kegiatan Guru</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Memfasilitasi dan membimbing siswa untuk merumuskan dan menyepakati bersama rumusan masalah investigasi berkaitan dengan fenomena yang disajikan 	<p><u>Kegiatan Siswa</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Menyampaikan pertanyaan terkait istilah/maksud kalimat yang tidak dimengerti terhadap fenomena, seperti: <i>“Apakah tanpa adanya suatu sistem di dalam darah, darah tidak akan mampu mempertahankan harga pH relatif konstan?”</i> • Melalui bimbingan guru, siswa membuat rumusan masalah investigasi yang akan ditindaklanjuti dalam kegiatan belajar selanjutnya di bawah bimbingan guru tentang darah yang mampu mempertahankan harga pH, seperti: <i>“Bagaimana darah dapat mempertahankan pH-nya agar relatif konstan?”</i> 		
<p>Menyusun hipotesis, merencanakan investigasi, melaksanakan investigasi (fase IT)/ M3:</p>			<p><u>Kegiatan Guru</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Menugaskan siswa membuat hipotesis berdasarkan fenomena yang berkaitan dengan darah mampu mempertahankan pH relatif konstan karena adanya suatu sistem • Memfasilitas dan membimbing setiap 	<p><u>Kegiatan Siswa</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Membuat hipotesis berdasarkan fenomena melalui bimbingan dari guru terkait darah mampu mempertahankan pH relatif konstan karena adanya suatu sistem, seperti: <i>“Darah dikatakan sebagai larutan</i> 		

		<p>kelompok siswa untuk merencanakan dan membuat rancangan kegiatan pada lembar kerja yang meliputi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Menentukan variabel bebas dengan variasi perlakuannya, variabel terikat dengan jenis data dan rentang/skala nilainya, dan variabel kontrol untuk hipotesis sistem penyangga karbonat - Menyempurnakan/membuat desain eksperimennya. - Memilih alat dan bahan yang akan digunakan. - Membuat prosedur pelaksanaan kegiatan - Membuat format/tabel pencatatan data hasil pengamatan • Menegaskan agar siswa melakukan pengamatan dengan cermat dan mencatat data hasil percobaan (<i>mengisi tabel hasil pengamatan</i>) dalam membuktikan hipotesis terkait sistem penyangga karbonat 	<p><i>penyangga yang terdiri dari sistem kesetimbangan karbonat-bikarbonat. Persamaan reaksinya sebagai berikut:</i></p> $H_2CO_{3(aq)} \rightleftharpoons HCO_3^-(aq) + H^+(aq)$ <ul style="list-style-type: none"> • Membuat rancangan kegiatan pembuktian hipotesis terkait sistem penyangga karbonat di bawah bimbingan guru: <ul style="list-style-type: none"> - Menentukan variabel percobaan diantaranya variabel bebas dengan variasi perlakuannya, variabel terikat, dan variabel kontrol untuk hipotesis sistem penyangga karbonat, seperti: <p><i>Variabel bebas: jenis zat/senyawa yang masuk ke dalam darah</i></p> <p><i>Variabel terikat: komponen yang bereaksi dari sistem kesetimbangan karbonat-bikarbonat dalam darah</i></p> <p><i>Variabel kontrol: konsentrasi karbonat-bikarbonat dalam darah</i></p> - Menentukan atau membuat desain atau rancangan eksperimen, seperti: <p><i>Variabel kontrol : konsentrasi karbonat-bikarbonat dalam darah tetap</i></p> <p><i>Variabel bebas : dibagi menjadi 2 yakni, zat/senyawa yang bersifat asam dan zat/senyawa yang bersifat basa</i></p> <p><i>Variabel terikat : untuk zat yang bersifat asam, yakni ion HCO_3^- akan bereaksi dengan ion H^+ dan</i></p> 	
--	--	--	---	--

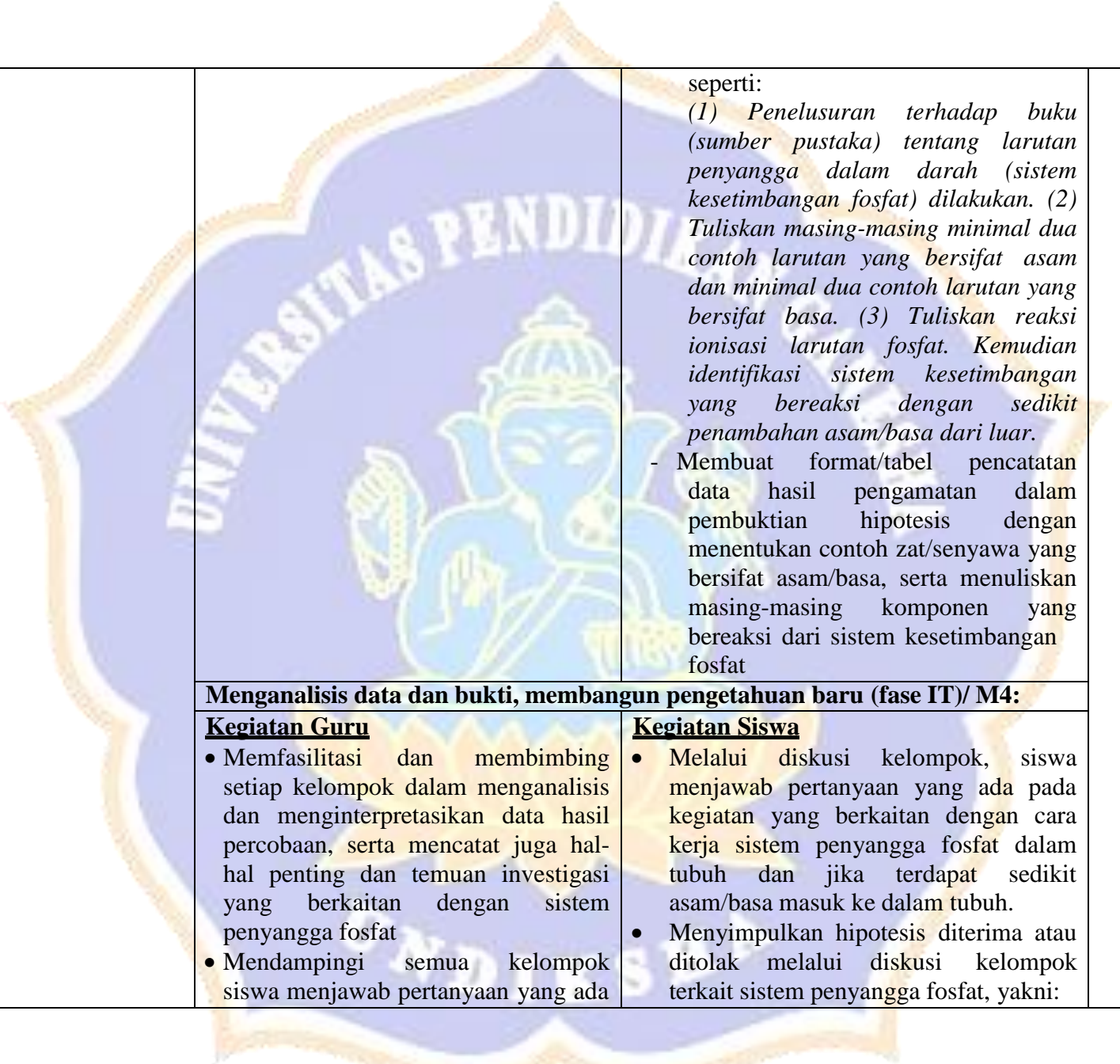
			<p>membentuk senyawa H_2CO_3, sedangkan untuk zat yang bersifat basa, yakni senyawa H_2CO_3 akan bereaksi dengan ion OH^- membentuk ion HCO_3^- dan molekul air</p> <ul style="list-style-type: none"> - Menentukan alat dan bahan yang akan digunakan, yakni: <i>Alat : Tabel pengumpulan data sesuai dengan desain percobaan untuk mencatat sumber informasi dari sumber data tentang penyangga karbonat-bikarbonat dalam darah.</i> <i>Bahan : Informasi dari sumber pustaka tentang penyangga karbonat-bikarbonat dalam darah.</i> - Menentukan prosedur pelaksanaan, seperti: <i>(1) Penelusuran terhadap buku (sumber pustaka) tentang larutan penyangga dalam darah (sistem kesetimbangan karbonat-bikarbonat) dilakukan. (2) Tuliskan masing-masing minimal dua contoh larutan yang bersifat asam dan minimal dua contoh larutan yang bersifat basa. (3) Tuliskan reaksi ionisasi larutan karbonat-bikarbonat. Kemudian identifikasi sistem kesetimbangan yang bereaksi dengan sedikit penambahan asam/basa dari luar.</i> - Membuat format/tabel pencatatan data hasil pengamatan dalam 	
--	--	---	--	--

			<p>pembuktian hipotesis dengan menentukan 2 contoh zat/senyawa yang bersifat asam dan 2 contoh zat/senyawa yang bersifat basa, serta menuliskan masing-masing komponen yang bereaksi dari sistem kesetimbangan karbonat-bikarbonat</p>	
			<p>Menganalisis data dan bukti, membangun pengetahuan baru (fase IT)/ M4:</p>	
		<p><u>Kegiatan Guru</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Memfasilitasi dan membimbing setiap kelompok dalam menganalisis dan menginterpretasikan data hasil percobaan, serta mencatat juga hal-hal penting dan temuan investigasi yang berkaitan dengan sistem penyangga karbonat • Mendampingi semua kelompok siswa menjawab setiap pertanyaan yang ada dalam masing-masing lembar kerja dengan teliti. • Meminta kelompok siswa menyimpulkan apakah hipotesis diterima atau ditolak terkait sistem penyangga karbonat • Memberitahukan kepada siswa untuk mencermati video pembuktian hipotesis terkait sistem penyangga karbonat untuk memperjelas pembuktian hipotesis yang sesungguhnya 	<p><u>Kegiatan Siswa</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Melalui diskusi kelompok, siswa menjawab pertanyaan yang ada pada masing-masing kegiatan yang berkaitan dengan komponen dan cara kerja sistem penyangga karbonat dalam darah • Menyimpulkan hipotesis diterima atau ditolak melalui diskusi kelompok terkait sistem penyangga karbonat, yakni: <i>“Darah memiliki suatu sistem kesetimbangan karbonat-bikarbonat yang mampu menetralkan penambahan sedikit asam/basa dari luar dan bertanggung jawab untuk menjaga kestabilan pH darah agar relatif konstan”.</i> • Mengamati video pembuktian hipotesis terkait sistem penyangga karbonat 	
			<p>Mengkomunikasikan pengetahuan baru (fase IT)/ M5:</p>	
		<p><u>Kegiatan Guru</u></p>	<p><u>Kegiatan Siswa</u></p>	

			<ul style="list-style-type: none"> • Memfasilitasi dan membimbing presentasi hasil kerja kelompok dan diskusi/tanggapan kelas terutama tentang hasil temuan konstruksi pengetahuan (konsepsi) terkait sistem penyangga karbonat. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mempresentasikan pemahaman dan permasalahan belajar terkait sistem penyangga karbonat mampu mempertahankan pH relatif konstan dalam darah. • Mencermati klarifikasi atas beberapa miskonsepsi dan mencatat konsep-konsep penting yang ditekankan oleh guru terkait sistem penyangga karbonat dalam darah. 			
6.	Sistem penyangga fosfat	Sistem penyangga yang terdiri atas ion dihidrogenfosfat-monohidrogenfosfat dikatakan sebagai sistem penyangga fosfat	<p>Fenomena: Pada kegiatan sebelumnya, telah kita ketahui bersama bahwa sistem penyangga karbonat merupakan sistem penyangga utama yang bertanggung jawab menjaga pH darah relatif konstan. Keberadaan sistem penyangga karbonat dalam tubuh memungkinkan para ahli untuk menemukan sistem penyangga lain yang juga berperan penting dalam tubuh. Sistem penyangga lain yang berperan penting dalam tubuh adalah sistem penyangga fosfat pada ginjal. Sistem penyangga fosfat memiliki peranan kecil dalam darah. Walaupun sistem penyangga fosfat memiliki peranan minor dalam darah, tetapi sistem penyangga ini memiliki peranan krusial di ginjal. Ginjal adalah organ penyaring darah yang dalam konteks ini berperan dalam menjaga kestabilan pH darah.</p> <p>Penyajian masalah atau menyelidiki sebuah fenomena (fase IT)/ M1:</p> <table border="1"> <tr> <td> <p>Kegiatan Guru</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menugaskan siswa mengamati atau mencermati fenomena mengenai sistem penyangga lain yang juga berperan penting dalam tubuh • Mengarahkan dan menyamakan informasi awal oleh siswa terhadap fenomena yang disajikan sehingga akan relevan dengan rumusan masalah investigasi dan rumusan </td> <td> <p>Kegiatan Siswa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengamati dan mencermati fenomena mengenai sistem penyangga lain yang berperan penting dalam tubuh yaitu sistem penyangga fosfat pada ginjal • Menyampaikan informasi awal yang ditemukan terhadap fenomena, yakni: “Selain sistem penyangga karbonat yang berperan penting dalam tubuh, terdapat juga sistem penyangga lain yaitu sistem </td> </tr> </table>	<p>Kegiatan Guru</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menugaskan siswa mengamati atau mencermati fenomena mengenai sistem penyangga lain yang juga berperan penting dalam tubuh • Mengarahkan dan menyamakan informasi awal oleh siswa terhadap fenomena yang disajikan sehingga akan relevan dengan rumusan masalah investigasi dan rumusan 	<p>Kegiatan Siswa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengamati dan mencermati fenomena mengenai sistem penyangga lain yang berperan penting dalam tubuh yaitu sistem penyangga fosfat pada ginjal • Menyampaikan informasi awal yang ditemukan terhadap fenomena, yakni: “Selain sistem penyangga karbonat yang berperan penting dalam tubuh, terdapat juga sistem penyangga lain yaitu sistem 	<p>Indikator: 3.13.6 3.13.7 3.13.8</p> <p>Afektif :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sikap menyadari kebesaran Tuhan • Kreatif dan inovatif • Bertanggung jawab • Kerja sama dan toleran • Sikap 	<ul style="list-style-type: none"> • Tes uraian dalam modul • Instrumen penilaian sikap • Instrumen penilaian keterampilan proses sains
<p>Kegiatan Guru</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menugaskan siswa mengamati atau mencermati fenomena mengenai sistem penyangga lain yang juga berperan penting dalam tubuh • Mengarahkan dan menyamakan informasi awal oleh siswa terhadap fenomena yang disajikan sehingga akan relevan dengan rumusan masalah investigasi dan rumusan 	<p>Kegiatan Siswa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengamati dan mencermati fenomena mengenai sistem penyangga lain yang berperan penting dalam tubuh yaitu sistem penyangga fosfat pada ginjal • Menyampaikan informasi awal yang ditemukan terhadap fenomena, yakni: “Selain sistem penyangga karbonat yang berperan penting dalam tubuh, terdapat juga sistem penyangga lain yaitu sistem 						

		hipotesis.	<i>penyangga fosfat.</i> "		
		Memfokuskan pada pertanyaan (fase IT)/ M2:			
		<u>Kegiatan Guru</u> <ul style="list-style-type: none"> • Memfasilitasi dan membimbing siswa untuk merumuskan dan menyepakati bersama rumusan masalah investigasi berkaitan dengan fenomena yang disajikan 	<u>Kegiatan Siswa</u> <ul style="list-style-type: none"> • Melalui bimbingan guru, siswa membuat rumusan masalah investigasi yang akan ditindaklanjuti dalam kegiatan belajar selanjutnya di bawah bimbingan guru tentang sistem penyangga fosfat, seperti: <i>"Apa komponen penyusun dari sistem penyangga fosfat dan bagaimana cara kerjanya dalam mempertahankan pH pada ginjal?"</i>. 	santun dan cinta damai <ul style="list-style-type: none"> • Responsif dan proaktif • Sikap bijaksana 	
		Menyusun hipotesis, merencanakan investigasi, melaksanakan investigasi (fase IT)/ M3:			
		<u>Kegiatan Guru</u> <ul style="list-style-type: none"> • Menugaskan siswa membuat hipotesis berdasarkan fenomena yang berkaitan dengan sistem penyangga fosfat • Memfasilitas dan membimbing setiap kelompok siswa untuk merencanakan dan membuat rancangan kegiatan pada lembar kerja yang meliputi: <ul style="list-style-type: none"> - Menentukan variabel bebas dengan variasi perlakuannya, variabel terikat dengan jenis data dan rentang/skala nilainya, dan variabel kontrol untuk hipotesis sistem penyangga fosfat - Menyempurnakan/membuat desain eksperimennya. 	<u>Kegiatan Siswa</u> <ul style="list-style-type: none"> • Membuat hipotesis berdasarkan fenomena melalui bimbingan dari guru terkait sistem penyangga fosfat, seperti: <i>"Sistem penyangga fosfat tersusun dari ion fosfat dan memiliki cara kerja yang hampir sama dengan sistem penyangga karbonat."</i> • Membuat rancangan kegiatan pembuktian hipotesis terkait sistem penyangga fosfat di bawah bimbingan guru: <ul style="list-style-type: none"> - Menentukan variabel percobaan diantaranya variabel bebas dengan variasi perlakuannya, variabel terikat, dan variabel kontrol untuk hipotesis sistem penyangga fosfat, seperti: <i>Variabel bebas: jenis zat/senyawa</i> 	Psikomotor <ul style="list-style-type: none"> • Keterampilan berkomunikasi (presentasi) 	

			<ul style="list-style-type: none"> - Memilih alat dan bahan yang akan digunakan. - Membuat prosedur pelaksanaan kegiatan - Membuat format/tabel pencatatan data hasil pengamatan • Menegaskan agar siswa melakukan pengamatan dengan cermat dan mencatat data hasil percobaan (<i>mengisi tabel hasil pengamatan</i>) dalam membuktikan hipotesis terkait sistem penyangga fosfat 	<p><i>yang masuk ke dalam penyangga fosfat</i></p> <p><i>Variabel terikat: komponen yang bereaksi dari sistem kesetimbangan penyangga fosfat</i></p> <p><i>Variabel kontrol: konsentrasi penyangga fosfat</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Menentukan atau membuat desain atau rancangan eksperimen, seperti: <ul style="list-style-type: none"> <i>Variabel kontrol : konsentrasi penyangga fosfat tetap</i> <i>Variabel bebas : dibagi menjadi 2, yakni zat/senyawa yang bersifat asam dan zat/senyawa yang bersifat basa</i> <i>Variabel teikat : zat yang bersifat asam, yakni ion HPO_4^{2-} akan bereaksi dengan ion H^+ membentuk ion H_2PO_4^-, sedangkan zat yang bersifat basa, yakni ion H_2PO_4^- akan bereaksi dengan ion OH^- membentuk ion HPO_4^{2-} dan air.</i> - Menentukan alat dan bahan yang akan digunakan, yakni: <ul style="list-style-type: none"> <i>Alat : Tabel pengumpulan data sesuai dengan desain percobaan untuk mencatat sumber informasi dari sumber data tentang penyangga fosfat dalam ginjal</i> <i>Bahan : Informasi dari sumber pustaka tentang penyangga fosfat dalam ginjal</i> - Menentukan prosedur pelaksanaan, 		
--	--	--	---	---	--	--

			 <p>seperti: (1) <i>Penelusuran terhadap buku (sumber pustaka) tentang larutan penyangga dalam darah (sistem kesetimbangan fosfat) dilakukan.</i> (2) <i>Tuliskan masing-masing minimal dua contoh larutan yang bersifat asam dan minimal dua contoh larutan yang bersifat basa.</i> (3) <i>Tuliskan reaksi ionisasi larutan fosfat. Kemudian identifikasi sistem kesetimbangan yang bereaksi dengan sedikit penambahan asam/basa dari luar.</i></p> <p>- Membuat format/tabel pencatatan data hasil pengamatan dalam pembuktian hipotesis dengan menentukan contoh zat/senyawa yang bersifat asam/basa, serta menuliskan masing-masing komponen yang bereaksi dari sistem kesetimbangan fosfat</p>		
<p>Menganalisis data dan bukti, membangun pengetahuan baru (fase IT)/ M4:</p>			<p><u>Kegiatan Guru</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Memfasilitasi dan membimbing setiap kelompok dalam menganalisis dan menginterpretasikan data hasil percobaan, serta mencatat juga hal-hal penting dan temuan investigasi yang berkaitan dengan sistem penyangga fosfat • Mendampingi semua kelompok siswa menjawab pertanyaan yang ada 	<p><u>Kegiatan Siswa</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Melalui diskusi kelompok, siswa menjawab pertanyaan yang ada pada kegiatan yang berkaitan dengan cara kerja sistem penyangga fosfat dalam tubuh dan jika terdapat sedikit asam/basa masuk ke dalam tubuh. • Menyimpulkan hipotesis diterima atau ditolak melalui diskusi kelompok terkait sistem penyangga fosfat, yakni: 	

			<p>dalam masing-masing lembar kerja dengan teliti.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Meminta kelompok siswa menyimpulkan apakah hipotesis diterima atau ditolak terkait sistem penyangga fosfat • Memberitahukan kepada siswa untuk mencermati video pembuktian hipotesis terkait sistem penyangga fosfat untuk memperjelas pembuktian hipotesis yang sesungguhnya 	<p><i>“Sistem penyangga fosfat tersusun dari ion fosfat yang mampu membantu menjaga kestabilan darah ketika disaring di ginjal.”</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengamati video pembuktian hipotesis terkait sistem penyangga fosfat. 		
<p>Mengkomunikasikan pengetahuan baru (fase IT)/ M5:</p>			<p><u>Kegiatan Guru</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Memfasilitasi dan membimbing presentasi hasil kerja kelompok dan diskusi/tanggapan kelas terutama tentang hasil temuan konstruksi pengetahuan (konsepsi) terkait sistem penyangga fosfat • Memberikan tes kepada siswa untuk menerapkan konsep-konsep pada masalah baru dalam bentuk aplikasi konsep yang terdapat di lembar kerja berkaitan dengan sistem penyangga fosfat • Mengumpulkan dan memeriksa hasil jawaban tes siswa untuk mengetahui tingkat pemahaman siswa terhadap konsep dan konsepsi yang telah dibangun selama kegiatan pembelajaran <i>Cat: Jika waktu yang tersisa tidak memadai untuk</i> 	<p><u>Kegiatan Siswa</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mempresentasikan pemahaman dan permasalahan belajar terkait sistem penyangga fosfat • Mencermati klarifikasi atas beberapa miskonsepsi dan mencatat konsep-konsep penting yang ditekankan oleh guru terkait sistem penyangga fosfat • Menjawab permasalahan yang diberikan sebagai alat ukur pemahaman konsep (aplikasi konsep) dalam lembar kerja berkaitan dengan komponen dan cara kerja sistem penyangga fosfat 		

			<i>melakukan tes di akhir pembelajaran, maka kegiatan concept application dapat dijadikan kegiatan penugasan rumah (PR) kepada siswa.</i>								
7.	Sistem penyangga protein	Sistem penyangga yang terdiri atas asam amino dalam bentuk zwitter ion yang memiliki struktur berbeda di suasana asam maupun basa dapat dikatakan sebagai sistem penyangga protein	<p>Fenomena: Sistem penyangga lain yang juga berperan penting dalam tubuh adalah sistem penyangga protein pada darah. Protein adalah senyawa organik yang terdiri atas asam amino-asam amino yang terangkai (seperti sebuah rantai) yang merupakan komponen utama struktur tiap organ dari makhluk hidup. Protein ini terdapat pada hampir setiap bagian tubuh manusia, termasuk darah.</p> <p>Penyajian masalah atau menyelidiki sebuah fenomena (fase IT)/ M1:</p> <table border="1"> <tr> <td> <p>Kegiatan Guru</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menugaskan siswa mengamati atau mencermati fenomena mengenai sistem penyangga protein • Mengarahkan dan menyamakan informasi awal oleh siswa terhadap fenomena yang disajikan sehingga akan relevan dengan rumusan masalah investigasi dan rumusan hipotesis. </td> <td> <p>Kegiatan Siswa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengamati dan mencermati fenomena mengenai sistem penyangga protein yang juga berperan dalam darah • Menyampaikan informasi awal yang ditemukan terhadap fenomena, yakni: “Sistem penyangga protein juga merupakan suatu sistem yang terdapat dalam darah.” </td> </tr> <tr> <td colspan="2">Memfokuskan pada pertanyaan (fase IT)/ M2:</td> </tr> <tr> <td> <p>Kegiatan Guru</p> <ul style="list-style-type: none"> • Memfasilitasi dan membimbing siswa untuk merumuskan dan menyepakati bersama rumusan masalah investigasi berkaitan dengan fenomena yang disajikan </td> <td> <p>Kegiatan Siswa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Melalui bimbingan guru, siswa membuat rumusan masalah investigasi yang akan ditindaklanjuti dalam kegiatan belajar selanjutnya di bawah bimbingan guru tentang sistem penyangga protein, seperti: “Apa komponen sistem penyangga protein dan bagaimana cara kerjanya dalam mempertahankan pH pada darah?”. </td> </tr> </table>	<p>Kegiatan Guru</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menugaskan siswa mengamati atau mencermati fenomena mengenai sistem penyangga protein • Mengarahkan dan menyamakan informasi awal oleh siswa terhadap fenomena yang disajikan sehingga akan relevan dengan rumusan masalah investigasi dan rumusan hipotesis. 	<p>Kegiatan Siswa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengamati dan mencermati fenomena mengenai sistem penyangga protein yang juga berperan dalam darah • Menyampaikan informasi awal yang ditemukan terhadap fenomena, yakni: “Sistem penyangga protein juga merupakan suatu sistem yang terdapat dalam darah.” 	Memfokuskan pada pertanyaan (fase IT)/ M2:		<p>Kegiatan Guru</p> <ul style="list-style-type: none"> • Memfasilitasi dan membimbing siswa untuk merumuskan dan menyepakati bersama rumusan masalah investigasi berkaitan dengan fenomena yang disajikan 	<p>Kegiatan Siswa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Melalui bimbingan guru, siswa membuat rumusan masalah investigasi yang akan ditindaklanjuti dalam kegiatan belajar selanjutnya di bawah bimbingan guru tentang sistem penyangga protein, seperti: “Apa komponen sistem penyangga protein dan bagaimana cara kerjanya dalam mempertahankan pH pada darah?”. 	<p>Indikator: 3.13.6 3.13.7 3.13.8</p> <p>Afektif :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sikap menyadari kebesaran Tuhan • Kreatif dan inovatif • Bertanggung jawab • Kerja sama dan toleran • Sikap santun dan cinta damai • Responsif dan proaktif 	<ul style="list-style-type: none"> • Tes uraian dalam modul • Instrumen penilaian sikap • Instrumen penilaian keterampilan proses sains
<p>Kegiatan Guru</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menugaskan siswa mengamati atau mencermati fenomena mengenai sistem penyangga protein • Mengarahkan dan menyamakan informasi awal oleh siswa terhadap fenomena yang disajikan sehingga akan relevan dengan rumusan masalah investigasi dan rumusan hipotesis. 	<p>Kegiatan Siswa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengamati dan mencermati fenomena mengenai sistem penyangga protein yang juga berperan dalam darah • Menyampaikan informasi awal yang ditemukan terhadap fenomena, yakni: “Sistem penyangga protein juga merupakan suatu sistem yang terdapat dalam darah.” 										
Memfokuskan pada pertanyaan (fase IT)/ M2:											
<p>Kegiatan Guru</p> <ul style="list-style-type: none"> • Memfasilitasi dan membimbing siswa untuk merumuskan dan menyepakati bersama rumusan masalah investigasi berkaitan dengan fenomena yang disajikan 	<p>Kegiatan Siswa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Melalui bimbingan guru, siswa membuat rumusan masalah investigasi yang akan ditindaklanjuti dalam kegiatan belajar selanjutnya di bawah bimbingan guru tentang sistem penyangga protein, seperti: “Apa komponen sistem penyangga protein dan bagaimana cara kerjanya dalam mempertahankan pH pada darah?”. 										

			<p>Menyusun hipotesis, merencanakan investigasi, melaksanakan investigasi (fase IT)/ M3:</p> <p><u>Kegiatan Guru</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Menugaskan siswa membuat hipotesis berdasarkan fenomena yang berkaitan dengan sistem penyangga protein • Memfasilitas dan membimbing setiap kelompok siswa untuk merencanakan dan membuat rancangan kegiatan pada lembar kerja yang meliputi: <ul style="list-style-type: none"> - Menentukan variabel bebas dengan variasi perlakuannya, variabel terikat dengan jenis data dan rentang/skala nilainya, dan variabel kontrol untuk hipotesis sistem penyangga protein - Menyempurnakan/membuat desain eksperimennya. - Memilih alat dan bahan yang akan digunakan. - Membuat prosedur pelaksanaan kegiatan - Membuat format/tabel pencatatan data hasil pengamatan • Menegaskan agar siswa melakukan pengamatan dengan cermat dan mencatat data hasil percobaan (<i>mengisi tabel hasil pengamatan</i>) dalam membuktikan hipotesis terkait sistem penyangga protein <p><u>Kegiatan Siswa</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Membuat hipotesis berdasarkan fenomena melalui bimbingan dari guru terkait sistem penyangga protein, seperti: <i>“Sistem penyangga protein tersusun dari gugus fungsi protein dan memiliki cara kerja yang hampir sama dengan sistem penyangga karbonat.”</i> • Membuat rancangan kegiatan pembuktian hipotesis terkait sistem penyangga protein di bawah bimbingan guru: <ul style="list-style-type: none"> - Menentukan variabel percobaan diantaranya variabel bebas dengan variasi perlakuannya, variabel terikat, dan variabel kontrol untuk hipotesis sistem penyangga protein, seperti: <i>Variabel bebas: jenis zat/senyawa yang masuk ke dalam penyangga protein</i> <i>Variabel terikat: komponen yang bereaksi dari sistem kesetimbangan penyangga protein</i> <i>Variabel kontrol: konsentrasi penyangga protein</i> - Menentukan atau membuat desain atau rancangan eksperimen, seperti: <i>Variabel kontrol : konsentrasi penyangga protein tetap</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Sikap bijaksana <p>Psikomotor</p> <p>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Keterampilan berkomunikasi (presentasi) 	
--	--	--	--	---	--

				<p><i>Variabel bebas : dibagi menjadi 2, yakni zat/senyawa yang bersifat asam dan zat/senyawa yang bersifat basa</i></p> <p><i>Variabel teikat : zat yang bersifat asam, yakni gugus COO^- pada protein akan bereaksi dengan ion H^+ membentuk gugus COOH, sedangkan zat yang bersifat basa, yakni gugus NH_3^+ pada protein akan bereaksi dengan ion OH^- membentuk gugus NH_2</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Menentukan alat dan bahan yang akan digunakan, yakni: <i>Alat : Tabel pengumpulan data sesuai dengan desain percobaan untuk mencatat sumber informasi dari sumber data tentang penyangga protein dalam darah</i> <i>Bahan : Informasi dari sumber pustaka tentang penyangga protein dalam darah</i> - Menentukan prosedur pelaksanaan, seperti: <i>(1) Penelusuran terhadap buku (sumber pustaka) tentang larutan penyangga dalam darah (sistem kesetimbangan protein) dilakukan. (2) Tuliskan masing-masing minimal dua contoh larutan yang bersifat asam dan minimal dua contoh larutan yang bersifat basa. (3) Tuliskan reaksi kesetimbangan protein pada suasana</i> 		
--	--	--	---	--	--	--

			<p><i>asam dan basa. Kemudian identifikasi sistem kesetimbangan yang bereaksi dengan sedikit penambahan asam/basa dari luar.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Membuat format/tabel pencatatan data hasil pengamatan dalam pembuktian hipotesis dengan menentukan contoh zat/senyawa yang bersifat asam/basa, serta menuliskan masing-masing komponen yang bereaksi dari sistem kesetimbangan protein 		
<p>Menganalisis data dan bukti, membangun pengetahuan baru (fase IT)/ M4:</p>			<p><u>Kegiatan Guru</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Memfasilitasi dan membimbing setiap kelompok dalam menganalisis dan menginterpretasikan data hasil percobaan, serta mencatat juga hal-hal penting dan temuan investigasi yang berkaitan dengan sistem penyangga protein • Mendampingi semua kelompok siswa menjawab pertanyaan yang ada dalam masing-masing lembar kerja dengan teliti. • Meminta kelompok siswa menyimpulkan apakah hipotesis diterima atau ditolak terkait sistem penyangga protein • Memberitahukan kepada siswa untuk mencermati video pembuktian hipotesis terkait sistem penyangga 	<p><u>Kegiatan Siswa</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Menginterpretasikan dan membuat makna dari data yang diperoleh terkait sistem penyangga protein, seperti: <i>“Sistem penyangga protein merupakan sistem yang juga terdapat dalam tubuh, termasuk darah. Sistem penyangga protein juga membantu menjaga kestabilan tubuh.”</i> • Melalui diskusi kelompok, siswa menjawab pertanyaan yang ada pada kegiatan yang berkaitan dengan cara kerja sistem penyangga protein dalam tubuh dan jika terdapat sedikit asam/basa masuk ke dalam tubuh. • Menyimpulkan hipotesis diterima atau ditolak melalui diskusi kelompok terkait sistem penyangga protein, yakni: <i>“Sistem penyangga fosfat tersusun dari gugus fungsi asam amino dan berperan</i> 	

			<p>protein untuk memperjelas pembuktian hipotesis yang sesungguhnya</p>	<p><i>dalam menjaga kestabilan pH darah.”</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengamati video pembuktian hipotesis terkait sistem penyangga protein 		
Mengkomunikasikan pengetahuan baru (fase IT)/ M5:						
<u>Kegiatan Guru</u>			<u>Kegiatan Siswa</u>			
<ul style="list-style-type: none"> • Memfasilitasi dan membimbing presentasi hasil kerja kelompok dan diskusi/tanggapan kelas terutama tentang hasil temuan konstruksi pengetahuan (konsepsi) terkait sistem penyangga protein • Memberikan tes kepada siswa untuk menerapkan konsep-konsep pada masalah baru dalam bentuk aplikasi konsep yang terdapat di lembar kerja berkaitan dengan sistem penyangga protein • Mengumpulkan dan memeriksa hasil jawaban tes siswa untuk mengetahui tingkat pemahaman siswa terhadap konsep dan konsepsi yang telah dibangun selama kegiatan pembelajaran <i>Cat: Jika waktu yang tersisa tidak memadai untuk melakukan tes di akhir pembelajaran, maka kegiatan concept application dapat dijadikan kegiatan penugasan rumah (PR) kepada siswa.</i> 			<ul style="list-style-type: none"> • Mempresentasikan pemahaman dan permasalahan belajar terkait sistem penyangga protein • Mencermati klarifikasi atas beberapa miskonsepsi dan mencatat konsep-konsep penting yang ditekankan oleh guru terkait sistem penyangga protein • Menjawab permasalahan yang diberikan sebagai alat ukur pemahaman konsep (aplikasi konsep) dalam lembar kerja berkaitan dengan komponen dan cara kerja sistem penyangga protein 			

Lampiran 05. Sinopsis

SINOPSIS MODUL PEMBELAJARAN BERBANTUAN VIDEO PEMBUKTIAN HIPOTESIS LARUTAN PENYANGGA

A. MODUL PEMBELAJARAN

Pokok Bahasan : Larutan Penyangga

Definisi, Komponen, Sifat, dan Cara Kerja Larutan Penyangga

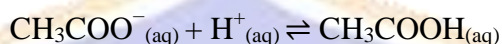
Larutan penyangga atau buffer adalah larutan yang dapat mempertahankan pH tertentu terhadap usaha mengubah pH, seperti penambahan asam, basa, ataupun pengenceran. Dengan kata lain pH larutan penyangga tidak akan berubah secara signifikan walaupun pada larutan tersebut ditambahkan sedikit asam kuat, basa kuat atau larutan tersebut diencerkan. Sifat ketahanan pH terhadap penambahan asam atau basa dimiliki oleh larutan penyangga (buffer).

Larutan penyangga terdiri atas larutan penyangga asam dan larutan penyangga basa. Larutan penyangga asam adalah larutan yang mengandung asam lemah dan basa konjugasi yang berasal dari garamnya. Komponen terpenting dari larutan penyangga asam adalah asam lemah dan basa konjugasi yang berasal dari garamnya, seperti CH_3COOH dan CH_3COO^- . Oleh karena itu, dalam pembuatan larutan penyangga asam, hal yang perlu diperhatikan adalah keberadaan asam lemah dan basa konjugasi yang berasal dari garamnya. Dengan memperhatikan keberadaan asam lemah dan basa konjugasi yang berasal dari garamnya, pembuatan larutan penyangga asam dapat dilakukan dengan dua cara, yakni 1) mencampurkan asam lemah dan garamnya (seperti pada contoh CH_3COOH dan CH_3COONa) dan 2) mereaksikan asam lemah berlebih dengan basa kuat, yang nantinya akan terdapat asam lemah (sisa reaksi) dan basa konjugasi yang berasal dari garam yang terbentuk.

Larutan penyangga basa adalah larutan yang mengandung basa lemah dan asam konjugasi yang berasal dari garamnya. Komponen terpenting dari larutan penyangga basa adalah basa lemah dan asam konjugasi yang berasal dari garamnya, seperti NH_4OH dan NH_4Cl . Oleh karena itu, dalam pembuatan larutan penyangga basa, hal yang perlu diperhatikan adalah keberadaan basa lemah dan asam konjugasi yang berasal dari garamnya. Dengan memperhatikan keberadaan basa lemah dan asam konjugasi yang berasal dari garamnya, pembuatan larutan penyangga basa dapat dilakukan dengan dua cara, yakni 1) mencampurkan basa lemah dan garamnya (seperti pada contoh NH_4OH dan NH_4Cl) dan 2) mereaksikan basa lemah berlebih dengan asam kuat, yang nantinya akan

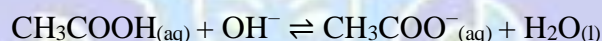
terdapat basa lemah (sisa reaksi) dan asam konjugasi yang berasal dari garam yang terbentuk.

Pada larutan penyangga asam, ketika terjadi penambahan asam, ion H^+ ditambahkan ke dalam larutan penyangga asam akan menyebabkan kesetimbangan bergeser ke arah pembentukan basa konjugasinya. Sebagai contoh, ketika HCl (asam kuat) ditambahkan ke dalam larutan tersebut, ion H^+ dari HCl akan bereaksi dengan ion CH_3COO^- menghasilkan CH_3COOH .



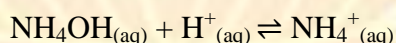
Penambahan asam menggeser kesetimbangan $CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$ ke arah pembentukan CH_3COOH . Hal ini mencegah penambahan konsentrasi H^+ secara signifikan, sehingga pH tidak berubah secara signifikan.

Bila yang ditambahkan adalah suatu basa, ion OH^- ditambahkan ke dalam larutan penyangga asam, kesetimbangan akan bergeser ke arah pembentukan asam. Sebagai contoh, ketika NaOH (basa kuat) ditambahkan ke dalam larutan tersebut, CH_3COOH akan bereaksi dengan ion OH^- dari NaOH menghasilkan CH_3COO^- dan air.



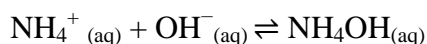
Penambahan OH^- menggeser kesetimbangan $CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$ ke arah pembentukan CH_3COO^- . Hal ini mencegah penambahan konsentrasi OH^- secara signifikan sehingga pH tidak berubah secara signifikan.

Pada larutan penyangga basa, ketika ion H^+ ditambahkan ke dalam larutan penyangga basa, kesetimbangan akan bergeser ke arah pembentukan asam konjugasinya. Sebagai contoh, ketika HCl (asam kuat) ditambahkan ke dalam larutan tersebut, ion H^+ dari HCl akan bereaksi dengan NH_4OH membentuk NH_4^+ .



Pengurangan ion OH^- akan dikembalikan melalui ionisasi basa lemah sesuai dengan persamaan $NH_4OH_{(aq)} \rightleftharpoons NH_4^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$. Hal ini mencegah penambahan konsentrasi H^+ secara signifikan yang merupakan penyebab penurunan pH sehingga pH tidak berubah secara signifikan.

Ketika ion OH^- ditambahkan ke dalam larutan penyangga basa, kesetimbangan akan bergeser ke arah pembentukan basa. Sebagai contoh, ketika NaOH (basa kuat) ditambahkan ke dalam larutan tersebut, ion OH^- dari NaOH akan bereaksi dengan ion NH_4^+ menghasilkan NH_4OH dalam bentuk molekul basa lemah (relatif sulit terion).



Sesuai dengan kajian kesetimbangan kimia, penambahan basa ke dalam larutan tersebut menggeser kesetimbangan $\text{NH}_4^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{OH}_{(aq)}$ ke arah pembentukan NH_4OH . Hal ini mencegah penambahan konsentrasi OH^- secara signifikan yang merupakan penyebab peningkatan pH sehingga pH tidak berubah secara signifikan.

pH Larutan Penyangga dan Ketahanannya terhadap Penambahan Asam atau Basa

Pada larutan penyangga asam, konsentrasi ion H^+ larutan penyangga asam dapat diprediksi atau dihitung dengan mengalikan harga K_a dengan hasil bagi jumlah mol asam lemah dan basa konjugasi. Jika asam lemah bervalensi satu, maka jumlah mol basa konjugasi sama dengan mol garam.

$$[\text{H}^+] = K_a \times \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}}$$

pH larutan penyangga asam dapat dihitung sebagai berikut.

$$\text{pH} = -\log \left(K_a \times \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}} \right)$$

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{\text{mol basa konjugasi}}{\text{mol asam lemah}}$$

Pada larutan penyangga basa, konsentrasi ion OH^- larutan penyangga basa dapat diprediksi atau dihitung dengan mengalikan harga K_b dengan hasil bagi jumlah mol asam basa lemah dan asam konjugasi. Jika basa lemah bervalensi satu, maka jumlah mol basa konjugasi sama dengan mol garam.

$$[\text{OH}^-] = K_b \times \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol asam konjugasi}}$$

pH larutan penyangga basa dapat dihitung sebagai berikut.

$$\text{pOH} = -\log \left(K_b \times \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol asam konjugasi}} \right)$$

$$\text{pOH} = \text{p}K_b + \log \frac{\text{asam konjugasi}}{\text{basa lemah}}$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH}$$

Larutan penyangga dapat mempertahankan pH hingga relatif konstan. Hal ini berarti perubahan pH larutan penyangga akibat penambahan asam ataupun basa dan pengenceran relatif sangat kecil.

Manfaat Larutan Penyangga

Larutan penyangga memiliki peranan penting di berbagai bidang kehidupan. Larutan penyangga digunakan secara luas di bidang kimia analitis, biokimia, bakteriologi, fotografi, dan zat warna. Larutan penyangga juga berperan penting dalam tubuh makhluk hidup. Larutan penyangga berperan sebagai sistem penyangga yang membantu menjaga tubuh dalam keadaan stabil (homeostasis). Terdapat tiga jenis sistem penyangga dalam

tubuh makhluk hidup, yakni sistem penyangga karbonat-bikarbonat, sistem penyangga fosfat, dan sistem penyangga asam amino. Sistem penyangga karbonat-bikarbonat terdiri atas komponen asam karbonat dan ion bikarbonat, sistem penyangga fosfat terdiri atas komponen ion dihidrogenfosfat dan monohidrogenfosfat, dan sistem penyangga protein terdiri atas asam amino dalam bentuk zwitter ion yang memiliki struktur berbeda di suasana asam maupun basa.

B. VIDEO PEMBUKTIAN HIPOTESIS UNIT 1

Subpokok Bahasan : Definisi, Komponen, Sifat, dan Cara Kerja Larutan Penyangga

Larutan yang mempertahankan harga pH ketika ditambahkan sedikit asam maupun basa disebut larutan penyangga. Bahan-bahan kimia yang umum digunakan sebagai contoh larutan CH_3COOH dengan larutan CH_3COONa sebagai larutan penyangga asam dan larutan NH_4OH dengan larutan NH_4Cl sebagai larutan penyangga basa.

Pada larutan penyangga asam yang terdiri dari CH_3COOH dan CH_3COONa , berdasarkan percobaan yang telah dilakukan dari hasil pengukuran dilihat dari perubahan pH larutan ketika penambahan HCl perubahan pH yang terjadi sangat kecil ($\pm 0,01$). Hal ini menunjukkan campuran CH_3COOH dan CH_3COONa dapat mempertahankan harga pH relatif konstan ketika ditambahkan larutan asam (HCl). Pada larutan penyangga asam CH_3COOH dan CH_3COONa dilihat dari perubahan pH larutan ketika penambahan NaOH juga sangat kecil ($\pm 0,01$). Hal ini menunjukkan campuran CH_3COOH dan CH_3COONa juga dapat mempertahankan harga pH relatif konstan ketika ditambahkan larutan basa (NaOH). Dengan demikian, jelaslah bahwa campuran larutan CH_3COOH 0,1 M dengan CH_3COONa 0,1 M dapat mempertahankan harga pH relatif konstan ketika ditambahkan sedikit asam maupun basa. Kemampuan campuran larutan CH_3COOH dan CH_3COONa untuk mempertahankan harga pH relatif konstan adalah kemampuan khusus yang belum tentu dimiliki larutan yang lainnya. Berdasarkan penjelasan di atas, larutan penyangga asam adalah larutan yang mengandung asam lemah dan basa konjugasi yang berasal dari garamnya.

Pada larutan penyangga basa yang terdiri dari NH_4OH dan NH_4Cl , berdasarkan percobaan yang telah dilakukan dari hasil pengukuran dilihat dari perubahan pH larutan ketika penambahan HCl perubahan pH yang terjadi sangat kecil ($\pm 0,01$). Hal ini menunjukkan campuran NH_4OH dan NH_4Cl dapat mempertahankan harga pH relatif konstan ketika ditambahkan larutan asam (HCl). Pada larutan penyangga basa NH_4OH dan NH_4Cl dilihat dari perubahan pH larutan ketika penambahan NaOH juga sangat kecil

($\pm 0,01$). Hal ini menunjukkan campuran NH_4OH dan NH_4Cl juga dapat mempertahankan harga pH relatif konstan ketika ditambahkan larutan basa (NaOH). Dengan demikian, jelaslah bahwa campuran larutan NH_4OH 0,1 M dengan NH_4Cl 0,1 M dapat mempertahankan harga pH relatif konstan ketika ditambahkan sedikit asam maupun basa. Kemampuan campuran larutan NH_4OH dan NH_4Cl untuk mempertahankan harga pH relatif konstan adalah kemampuan khusus yang belum tentu dimiliki larutan yang lainnya. Berdasarkan penjelasan di atas, larutan penyangga basa adalah larutan yang mengandung basa lemah dan asam konjugasi yang berasal dari garamnya.

C. VIDEO PEMBUKTIAN HIPOTESIS UNIT 2

Subpokok Bahasan : pH Larutan Penyangga dan Ketahanannya terhadap Penambahan Asam atau Basa

Asam asetat (CH_3COOH) merupakan asam lemah. Natrium asetat (CH_3COONa) merupakan garam, sehingga dalam larutannya akan terdisosiasi menjadi ion CH_3COO^- dan Na^+ . Ion Na^+ tidak mempengaruhi kesetimbangan (berada stabil dalam larutan). Jadi dalam campuran larutan CH_3COOH berlebih dan NaOH terdapat CH_3COOH (asam lemah yang tidak terurai dan sisa dari reaksi), ion CH_3COO^- (hasil ionisasi CH_3COOH dan disosiasi CH_3COONa), ion H^+ yang dihasilkan dari ionisasi CH_3COOH dan ion Na^+ yang dihasilkan dari ionisasi CH_3COONa . Adanya CH_3COOH , ion CH_3COO^- dan ion H^+ dalam campuran tersebut membuat dalam campuran tersebut berlaku kesetimbangan ionisasi asam lemah sebagai berikut.



Melalui sistem kesetimbangan di atas, harga tetapan kesetimbangan CH_3COOH adalah sebagai berikut.

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

Harga K_a dari CH_3COOH adalah $1,8 \times 10^{-5}$. Secara matematis, konsentrasi H^+ ($[\text{H}^+]$) yang menjadi prasyarat perhitungan pH dapat dinyatakan seperti di bawah ini.

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

Berdasarkan pembahasan di atas, pH larutan penyangga asam dapat dihitung sebagai berikut.

$$[\text{H}^+] = K_a \times \frac{[\text{mol asam lemah}]}{[\text{mol basa konjugasi}]}$$

$$\text{pH} = -\log \left(K_a \times \frac{[\text{mol asam lemah}]}{[\text{mol basa konjugasi}]} \right)$$

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{\text{mol basa konjugasi}}{\text{mol asam lemah}}$$

Amonium hidroksida (NH_4OH) merupakan basa lemah, maka NH_4OH dalam larutannya akan terionisasi secara tidak sempurna yang reaksinya membentuk sistem kesetimbangan.



Amonium klorida (NH_4Cl) merupakan garam sehingga dalam larutannya akan terdisosiasi menjadi ion NH_4^+ dan Cl^- . Jadi dalam campuran larutan NH_4OH berlebih dan HCl terdapat NH_4OH (basa lemah yang tidak terurai dan sisa dari reaksi), ion NH_4^+ (hasil ionisasi NH_4OH dan disosiasi NH_4Cl), ion OH^- yang dihasilkan dari ionisasi NH_4OH dan ion Cl^- yang dihasilkan dari disosiasi NH_4Cl . Molekul NH_4OH , ion NH_4^+ dan ion OH^- adalah komponen kesetimbangan basa lemah NH_4OH . Dengan demikian terdapatlah sistem kesetimbangan basa lemah dengan harga tetapan kesetimbangan (K_b) sebagai berikut.

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_4\text{OH}]}$$

Harga K_b dari NH_4OH adalah $1,8 \times 10^{-5}$. Dengan mengabaikan konsentrasi H_2O , konsentrasi OH^- yang menjadi prasyarat perhitungan pOH dapat dinyatakan seperti di bawah ini.

$$[\text{OH}^-] = K_b \times \frac{[\text{NH}_4\text{OH}]}{[\text{NH}_4^+]}$$

Berdasarkan persamaan di atas, harga pOH dapat dihitung sebagai berikut.

$$[\text{OH}^-] = K_b \times \frac{[\text{mol basa lemah}]}{[\text{mol asam konjugasi}]}$$

$$\text{pOH} = -\log \left(K_b \times \frac{[\text{mol basa lemah}]}{[\text{mol asam konjugasi}]} \right)$$

$$\text{pOH} = \text{pK}_b + \log \frac{\text{asam konjugasi}}{\text{basa lemah}}$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH}$$

Larutan penyangga dapat mempertahankan pH hingga relatif konstan, yang berarti perubahan pH larutan penyangga akibat penambahan asam ataupun basa relatif sangat kecil. Hal ini dikarenakan larutan penyangga mengandung zat terlarut bersifat penyangga yang terdiri atas komponen asam atau basa. Komponen asam berfungsi menahan kenaikan pH, sedangkan komponen basa berfungsi menahan penurunan pH. Pada larutan penyangga (buffer) juga ada yang disebut dengan kapasitas buffer. Kapasitas buffer merupakan suatu besaran dalam menahan perubahan pH pada saat penambahan suatu

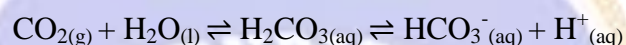
asam atau basa. Semakin tinggi konsentrasi asam basa buffernya maka kapasitas buffernya akan semakin tinggi atau perubahan pH menjadi tidak signifikan.

D. VIDEO PEMBUKTIAN HIPOTESIS UNIT 3

Subpokok Bahasan : Manfaat Larutan Penyangga

Sistem penyangga karbonat-bikarbonat

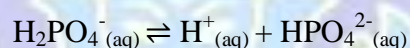
Para peneliti telah berhasil menemukan bahwa sistem penyangga karbonat-bikarbonat bertanggung jawab untuk menjaga kestabilan pH darah, yang setelah diukur, pH darah ada di sekitar 7,4. Secara garis besarnya, keberadaan sistem penyangga karbonat-bikarbonat dapat digambarkan dalam persamaan reaksi berikut.



Persamaan kesetimbangan reaksi di atas menunjukkan regulasi yang dilakukan tubuh dalam bentuk sistem penyangga untuk menjaga pH darah tetap di sekitar 7,4.

Sistem penyangga fosfat

Para ahli juga menemukan bahwa dalam darah juga terdapat sistem penyangga fosfat walau sistem ini memiliki peranan kecil dalam darah.



Sistem penyangga fosfat memiliki peranan minor dalam darah, tetapi sistem penyangga ini memiliki peranan krusial di ginjal. Sistem penyangga fosfat membantu menjaga kestabilan darah ketika disaring di ginjal.

Sistem penyangga asam amino

Para ahli menemukan bahwa protein juga membentuk sistem penyangga yang membantu menjaga kestabilan tubuh. Protein ini terdapat pada hampir setiap bagian tubuh manusia, termasuk darah. Protein terdiri atas asam amino. Asam amino adalah senyawa organik yang mengandung gugus karboksil (-COOH) dan amino (-NH₂).

Lampiran 06. Story board

STORYBOARD

SCENARIO VIDEO UNIT PEMBELAJARAN 1

Video pembuktian hipotesis unit 1 terdiri dari potongan video 1 (M1-M3) dan potongan video 2 (M4).

Penyajian video mengikuti tahapan-tahapan belajar dengan pendekatan saintifik mengikuti 5M (kurikulum 2013).

A. Potongan video 1 (M1-M3 Unit Belajar 1)

1. Fase mengamati (30 detik)

Dari paragraf fenomena dalam LKPD diperoleh informasi penting yang mengarah pada pertanyaan investigasi adalah

- 1) Darah mengandung larutan penyangga pH (buffer) yang mampu mempertahankan pH jika penambahan zat-zat yang bersifat asam/basa dalam darah.
- 2) Larutan sejenis (buffer/penyangga pH) di laboratorium ditunjukkan oleh: (a) larutan campuran CH_3COOH (asam lemah) 0,10 M dengan CH_3COOK (garamnya dari basa kuat) 0,10 M atau (b) larutan campuran NH_4OH (basa lemah) 0,10 M dan NH_4Cl (garamnya dari asam kuat) 0,10 M

2. Fase menanya (30 detik)

Informasi penting hasil pengamatan tentang fenomena larutan penyangga pH (buffer), dapat dirumuskan pertanyaan investigasi sebagai berikut.

- 1) Apa itu larutan penyangga pH (buffer)?
- 2) Apa komponen-komponen utama larutan penyangga?

3. Fase mengumpulkan data (45 detik)

Pengumpulan data meliputi: (a) perumusan hipotesis, (b) rancangan pembuktian hipotesis, (c) alat dan bahan yang diperlukan, (d) cara kerja, dan (e) pelaksanaan dan pencatatan data sesuai rancangan pembuktian hipotesis yang berkaitan dengan rumusan masalah investigasi.

a. Rumusan hipotesis (jawaban sementara) terhadap rumusan masalah investigasi sebagai berikut.

- 1) Rumusan hipotesis untuk rumusan masalah nomor 1 adalah “larutan campuran yang tidak terlalu encer dari asam lemah dan garamnya dari basa kuat (basa konjugat) atau basa lemah dan garamnya dari asam kuat (asam konjugat) dapat mempertahankan pH hampir konstan ketika ditambahkan sedikit asam atau basa”.

- 2) Rumusan hipotesis untuk rumusan masalah nomor 2 adalah “pasangan konjugasi dari molekul asam lemah dan ion negatif dari asam lemah yang berasal dari ionisasi garamnya dari basa kuat dengan konsentrasi yang relatif sama-sama besar untuk buffer asam atau pasangan konjugasi dari molekul basa lemah dari ion positif dari basa lemah yang berasal dari ionisasi garamnya dari asam kuat dengan konsentrasi yang relatif sama-sama besar untuk buffer basa mampu mempertahankan pH jika ada penambahan asam/basa dari luar”.

1,5 menit

- b. Rancangan pembuktian hipotesis untuk kedua hipotesis tersebut dapat dibuat (dirangkum dalam bentuk isian tabel seperti dalam LKPD).

No Hipotesis.	Variabel Bebas	Variabel Terikat	Variabel Kontrol
Larutan campuran dari asam lemah dan garamnya dari basa kuat (basa konjugat) atau basa lemah dan garamnya dari asam kuat (asam konjugat) dapat mempertahankan pH hampir konstan ketika ditambahkan sedikit asam atau basa	Jenis larutan campuran/cairan	pH awal dan pH akhir setelah penambahan asam/basa atau perubahan pH	<ul style="list-style-type: none"> Volume larutan campuran/cairan Asam/basa yg ditambahkan dari luar sama Volume dan konsentrasi asam/basa yg ditambahkan dari luar sama
Molekul asam lemah dan ion negatif dari asam lemah yang berasal dari ionisasi garamnya dari basa kuat (basa konjugasi dari asam lemah) dengan konsentrasi yang relatif besar untuk buffer asam atau basa lemah dari ion positif dari basa lemah yang berasal dari ionisasi garamnya dari asam kuat dengan konsentrasi yang relatif besar untuk buffer basa mampu mempertahankan pH jika ada penambahan asam/basa dari luar	Jenis larutan buffer	Komponen utama dari larutan buffer yang bereaksi dengan penambahan asam/basa dari luar (meniadakan pengaruh perubahan pH dari luar)	Konsentrasi asam/basa dan garamnya relatif sama (melimpah)

(ditampilkan dalam video)

No. Hipotesis	Variabel Kontrol	Variabel Perlakuan (variabel bebas)	Variabel Terikat (perubahan pH)		
			Awal	Setelah + asam (Δ pH)	Setelah + basa (Δ pH)
Larutan campuran dari asam lemah dan garamnya dari basa kuat (basa konjugat) atau basa lemah dan garamnya dari asam kuat (asam konjugat) dapat mempertahankan pH hampir konstan ketika ditambahkan sedikit asam atau basa	<ul style="list-style-type: none"> Volume larutan/cairan sama Volume dan konsentrasi asam/basa yang ditambahkan sama 	10 ml CH_3COOH 0,10 M + 10 ml CH_3COOK 0,10 M			
		10 ml CH_3COOH 0,10 M + 10 ml aquades			
		10 ml CH_3COOK 0,10 M + 10 ml aquades			
		20 ml aquades			
		10 ml NH_4OH 0,10 M + 10 ml NH_4Cl 0,10 M			
		10 ml NH_4OH 0,10 M + 10 ml aquades			
		10 ml NH_4Cl 0,10 M + 10 ml aquades			

(ditampilkan dalam video)

No. Hipotesis	Variabel Kontrol	Contoh buffer (variasi contoh/nilai variabel bebas)	*Komponen-komponen pencegah Δ pH (variasi nilai variabel terikat)
Molekul asam lemah dan ion negatif dari asam lemah yang berasal dari ionisasi garamnya dari basa kuat (basa konjugasi dari asam lemah) dengan konsentrasi yang relatif besar untuk buffer asam atau basa lemah dari ion positif dari basa lemah yang berasal dari ionisasi garamnya dari asam kuat dengan konsentrasi yang relatif besar untuk buffer basa mampu mempertahankan pH jika ada penambahan asam/basa dari luar	Buffer asam	Larutan campuran CH_3COOH dan CH_3COOK	
		Larutan campuran CH_3COOH dan CH_3COONa	
		Larutan campuran HCOOH dan HCOONa	
	Buffer basa	Larutan campuran NH_3 dan NH_4Br	
		Larutan campuran NH_4OH dan NH_4Cl	

*komponen-komponen yang bereaksi dengan penambahan asam/basa dari luar.

(ditampilkan dalam video)

30 detik

c. Alat kimia yang digunakan

- Empat belas gelas kimia ukuran 50 mL
- Dua buah gelas ukur ukuran 25 mL dan 10 mL
- Dua buah pipet tetes
- Satu buah pH meter

Bahan kimia yang digunakan

- Larutan CH_3COOH 0,10 M,
- Larutan CH_3COOK 0,10 M
- Larutan NH_4OH 0,10 M,
- Larutan NH_4Cl 0,10 M,
- Larutan HCl 0,10 M,
- Larutan NaOH 0,10 M
- Aquades

45 detik

d. Prosedur kerja pembuktian hipotesis

Semua peralatan dicuci dan terakhir dibilas dengan aquades sebelum digunakan.

Pembuktian hipotesis 1

- 1) Disiapkan masing-masing empat buah gelas kimia untuk setiap jenis larutan/cairan sampel dengan volume masing-masing 40 mL, satu untuk penambahan asam dan satu lagi untuk penambahan basa.
 - i) Gelas kimia 1a berisi 10 ml larutan CH_3COOH 0,10 M dan 10 ml larutan CH_3COOK 0,10 M
 - ii) Gelas kimia 1b berisi 10 ml larutan CH_3COOH 0,10 M dan 10 ml larutan CH_3COOK 0,10 M
 - iii) Gelas kimia 2a berisi 10 ml CH_3COOH 0,10 M dan 10 ml aquades
 - iv) Gelas kimia 2b berisi 10 ml CH_3COOH 0,10 M dan 10 ml aquades
 - v) Gelas kimia 3a berisi 10 ml CH_3COOK 0,10 M dan 10 ml aquades
 - vi) Gelas kimia 3b berisi 10 ml CH_3COOK 0,10 M dan 10 ml aquades
 - vii) Gelas kimia 4a berisi 20 ml aquades
 - viii) Gelas kimia 4b berisi 20 ml aquades
 - ix) Gelas kimia 5a berisi 10 ml NH_4OH 0,10 M dan 10 ml Larutan NH_4Cl 0,10 M
 - x) Gelas kimia 5b berisi 10 ml NH_4OH 0,10 M dan 10 ml Larutan NH_4Cl 0,10 M
 - xi) Gelas kimia 6a berisi 10 ml NH_4OH 0,10 M dan 10 ml aquades
 - xii) Gelas kimia 6b berisi 10 ml NH_4OH 0,10 M dan 10 ml aquades
 - xiii) Gelas kimia 7a berisi 10 ml NH_4Cl 0,10 M dan 10 ml aquades
 - xiv) Gelas kimia 7b berisi 10 ml NH_4Cl 0,10 M dan 10 ml aquades
- 2) pH larutan masing-masing dalam gelas diukur dan dicatat sebagai pH awal.
- 3) Ke dalam masing-masing gelas a ditambahkan 0,5 ml larutan (HCl) 0,10 M dan sedikit digoyang/dikocok. Kemudian pH masing-masing larutan diukur dan dicatat sebagai pH larutan setelah penambahan asam dari luar.
- 4) Ke dalam masing-masing gelas b ditambahkan 0,5 ml larutan (NaOH) 0,10 M dan sedikit digoyang/dikocok. Kemudian pH masing-masing larutan diukur dan dicatat sebagai pH larutan setelah penambahan basa dari luar.

30 detik

Prosedur kerja untuk pembuktian hipotesis 2

- c) Mengidentifikasi contoh-contoh tambahan larutan buffer dari berbagai sumber dan mengelompokkannya ke dalam jenis larutan buffer asam atau buffer basa

- d) Menyajikan data pengaruh penambahan asam/basa dari luar terhadap pH larutan hasil pembuktian hipotesis (bisa langsung gunakan data dari hasil pembuktian hipotesis 1)
- e) Mengidentifikasi komponen-komponen kesetimbangan asam-basa dalam:
- sampel buffer asam dari pembuktian hipotesis 1
 - sampel buffer basa dari pembuktian hipotesis 1

2 menit

- e. Pelaksanaan percobaan dan pencatatan data

Sebagai contoh digunakan salah satu jenis sampel yaitu larutan campuran CH_3COOH sebagai asam lemah dengan CH_3COOK sebagai garam dari basa kuat.

10 ml larutan CH_3COOH 0,10 M dicampurkan dengan 10 ml CH_3COOK 0,10 M ke dalam gelas kimia. pH larutan campuran tersebut diukur dan dicatat sebagai pH awal. Untuk penambahan asam, ke dalam larutan campuran tersebut ditambahkan 0,5 ml asam klorida (HCl) 0,10 M lalu pH larutan diukur dan dicatat sebagai pH larutan setelah penambahan asam dari luar.

Dari hasil pengukuran, pH awal larutan campuran sebesar 4,46 dan pH larutan setelah penambahan asam mengalami penurunan menjadi 4,44.

No. Hipotesis	Variabel Kontrol	Variabel Perlakuan (variabel bebas)	Variabel Terikat (perubahan pH)		
			Awal	Setelah + asam (ΔpH)	Setelah + basa (ΔpH)
Larutan campuran dari asam lemah dan garamnya dari basa kuat (basa konjugat) atau basa lemah dan garamnya dari asam kuat (asam konjugat) dapat mempertahankan pH hampir konstan ketika ditambahkan sedikit asam atau basa	Volume larutan/campuran sama Volume dan konsentrasi asam/basa yang ditambahkan sama	10 ml CH_3COOH 0,10 M + 10 ml CH_3COOK 0,10 M	4,46	4,44	
		10 ml CH_3COOH 0,10 M + 10 ml aquades			
		10 ml CH_3COOK 0,10 M + 10 ml aquades			
		20 ml aquades			
		10 ml NH_4OH 0,10 M + 10 ml NH_4Cl 0,10 M			
		10 ml NH_4OH 0,10 M + 10 ml aquades			
		10 ml NH_4Cl 0,10 M + 10 ml aquades			

(ditampilkan dalam video)

Untuk penambahan basa dari luar, sama seperti prosedur sebelumnya hanya saja ke dalam larutan campuran tersebut ditambahkan 0,5 ml natrium klorida (NaCl) 0,10 M lalu pH larutan diukur dan dicatat sebagai pH larutan setelah penambahan basa dari luar. Dari hasil pengukuran, pH larutan setelah penambahan basa menjadi 4,43.

No. Hipotesis	Variabel Kontrol	Variabel Perlakuan (variabel bebas)	Variabel Terikat (perubahan pH)		
			Awal	Setelah + asam (Δ pH)	Setelah + basa (Δ pH)
Larutan campuran dari asam lemah dan garamnya dari basa kuat (basa konjugat) atau basa lemah dan garamnya dari asam kuat (asam konjugat) dapat mempertahankan pH hampir konstan ketika ditambahkan sedikit asam atau basa	<ul style="list-style-type: none"> Volume larutan/cairan sama Volume dan konsentrasi asam/basa yang ditambahkan sama 	10 ml CH_3COOH 0,10 M + 10 ml CH_3COOK 0,10 M	4,46	4,44	4,43
		10 ml CH_3COOH 0,10 M + 10 ml aquades			
		10 ml CH_3COOH 0,10 M + 10 ml aquades			
		10 ml NH_4OH 0,10 M + 10 ml NH_4Cl 0,10 M			
		10 ml NH_4OH 0,10 M + 10 ml aquades			
		10 ml NH_4Cl 0,10 M + 10 ml aquades			

(ditampilkan dalam video)

Untuk jenis sampel yang lainnya juga bisa dilakukan dengan hal yang sama untuk menentukan perubahan pH larutan.

B. Potongan video 2 (M4 Unit Belajar 1)

Analisis pembuktian hipotesis 1 dan simpulan

30 detik: Berikut akan ditampilkan data hasil pengukuran dari percobaan yang sudah dilakukan dalam pembuktian hipotesis 1.

No. Hipotesis	Variabel Kontrol	Variabel Perlakuan (variabel bebas)	Variabel Terikat (perubahan pH)		
			Awal	Setelah + asam (Δ pH)	Setelah + basa (Δ pH)
Larutan campuran dari asam lemah dan garamnya dari basa kuat (basa konjugat) atau basa lemah dan garamnya dari asam kuat (asam konjugat) dapat mempertahankan pH hampir konstan ketika ditambahkan sedikit asam atau basa	<ul style="list-style-type: none"> Volume larutan/cairan sama Volume dan konsentrasi asam/basa yang ditambahkan sama 	10 ml CH_3COOH 0,10 M + 10 ml CH_3COOK 0,10 M	4,46	4,44	4,43
		10 ml CH_3COOH 0,10 M + 10 ml aquades	3,00	2,64	3,31
		10 ml CH_3COOH 0,10 M + 10 ml aquades	6,86	5,36	9,87
		20 ml aquades	7,26	3,49	10,32
		10 ml NH_4OH 0,10 M + 10 ml NH_4Cl 0,10 M	8,99	8,94	9,04
		10 ml NH_4OH 0,10 M + 10 ml aquades	10,42	10,25	10,72
		10 ml NH_4Cl 0,10 M + 10 ml aquades	6,38	3,39	7,49

(ditampilkan dalam video)

2 menit: Analisis data pembuktian hipotesis 1

Berdasarkan data hasil percobaan yang diperoleh, masing-masing jenis larutan mengalami perubahan pH setelah penambahan asam atau basa dari luar. Namun perubahan pH pada

larutan penyangga setelah penambahan asam atau basa dari luar relatif sangat kecil dibandingkan dengan jenis larutan yang bukan larutan penyangga, sebagai contoh pH aquades yang mengalami perubahan pH yang begitu drastis setelah penambahan asam/basa dari luar.

Larutan campuran CH_3COOK dan CH_3COOH dapat mempertahankan harga pH relatif konstan ketika ditambahkan sedikit asam maupun basa. Kemampuan larutan campuran CH_3COOK dan CH_3COOH dalam mempertahankan harga pH relatif konstan adalah kemampuan khusus yang dimiliki oleh larutan penyangga, sehingga larutan campuran dari CH_3COOK dan CH_3COOH termasuk larutan penyangga.

Untuk larutan campuran NH_4OH dan NH_4Cl juga dapat mempertahankan harga pH relatif konstan ketika ditambahkan sedikit asam maupun basa. Kemampuan larutan campuran NH_4OH dan NH_4Cl dalam mempertahankan harga pH relatif konstan adalah kemampuan khusus yang dimiliki oleh larutan penyangga, sehingga larutan campuran dari NH_4OH dan NH_4Cl termasuk larutan penyangga.

Simpulan (30 detik)

Dari pengolahan dan analisis data dapat disimpulkan terkait pembuktian hipotesis 1, yaitu larutan campuran dari asam lemah dan garamnya dari basa kuat (basa konjugat) atau basa lemah dan garamnya dari asam kuat (asam konjugat) dapat mempertahankan pH hampir konstan ketika ditambahkan sedikit asam atau basa.

Analisis pembuktian hipotesis 2 dan simpulan

30 detik: Berikut akan ditampilkan data hasil hasil identifikasi contoh-contoh buffer (baik buffer asam maupun buffer basa).

No. Hipotesis	Variabel Kontrol	Contoh buffer (variasi contoh/nilai variabel bebas)	*Komponen-komponen pencegah ΔpH (variasi nilai variabel terikat)
Molekul asam lemah dan ion negatif dari asam lemah yang berasal dari ionisasi garamnya dari basa kuat (basa konjugasi dari asam lemah) dengan konsentrasi yang relatif besar untuk buffer asam atau basa lemah dari ion positif dari basa lemah yang berasal dari ionisasi garamnya dari asam kuat dengan konsentrasi yang relatif besar untuk buffer basa mampu mempertahankan pH jika ada penambahan asam/basa dari luar	Buffer asam	Larutan campuran CH_3COOH dan CH_3COOK	CH_3COOH dan CH_3COO^-
		Larutan campuran CH_3COOH dan CH_3COONa	CH_3COOH dan CH_3COO^-
		Larutan campuran HCOOH dan HCOONa	HCOOH dan HCOO^-
	Buffer basa	Larutan campuran NH_3 dan NH_4Br	NH_3 dan NH_4^+
		Larutan campuran NH_4OH dan NH_4Cl	NH_4OH dan NH_4^+

*komponen-komponen yang bereaksi dengan penambahan asam/basa dari luar.

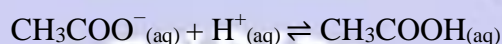
(ditampilkan dalam video)

2 menit: Analisis komponen-komponen yang bereaksi (menghilangkan penambahan asam/basa dari luar)

a. Buffer asam

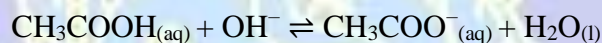
Larutan campuran CH_3COOK dan CH_3COOH mengandung komponen-komponen kesetimbangan ionisasi asam lemah.

Pada penambahan asam, ketika ion H^+ ditambahkan ke dalam larutan penyangga asam, kesetimbangan akan bergeser ke arah pembentukan basa konjugasinya. Sebagai contoh, ketika HCl (asam kuat) ditambahkan ke dalam larutan tersebut, ion H^+ dari HCl akan bereaksi dengan ion CH_3COO^- menghasilkan CH_3COOH .



Penambahan asam menggeser kesetimbangan $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})} + \text{H}^+_{(\text{aq})}$ ke arah pembentukan CH_3COOH . Hal ini mencegah penambahan konsentrasi H^+ secara signifikan, sehingga pH tidak berubah secara signifikan.

Bila yang ditambahkan adalah suatu basa, ion OH^- ditambahkan ke dalam larutan penyangga asam, kesetimbangan akan bergeser ke arah pembentukan asam. Sebagai contoh, ketika NaOH (basa kuat) ditambahkan ke dalam larutan tersebut, CH_3COOH akan bereaksi dengan ion OH^- dari NaOH menghasilkan CH_3COO^- dan air.

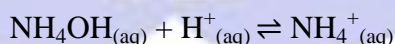


Penambahan OH^- menggeser kesetimbangan $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})} + \text{H}^+_{(\text{aq})}$ ke arah pembentukan CH_3COO^- . Hal ini mencegah penambahan konsentrasi OH^- secara signifikan sehingga pH tidak berubah secara signifikan.

b. Buffer basa

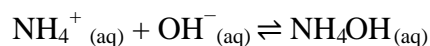
Larutan campuran NH_4OH dan NH_4Cl mengandung komponen kesetimbangan ionisasi basa lemah.

Ketika ion H^+ ditambahkan ke dalam larutan penyangga basa, kesetimbangan akan bergeser ke arah pembentukan asam konjugasinya. Sebagai contoh, ketika HCl (asam kuat) ditambahkan ke dalam larutan tersebut, ion H^+ dari HCl akan bereaksi dengan NH_4OH membentuk NH_4^+ .



Pengurangan ion OH^- akan dikembalikan melalui ionisasi basa lemah sesuai dengan persamaan $\text{NH}_4\text{OH}_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+_{(\text{aq})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})}$. Hal ini mencegah penambahan konsentrasi H^+ secara signifikan yang merupakan penyebab penurunan pH sehingga pH tidak berubah secara signifikan.

Ketika ion OH^- ditambahkan ke dalam larutan penyangga basa, kesetimbangan akan bergeser ke arah pembentukan basa. Sebagai contoh, ketika NaOH (basa kuat) ditambahkan ke dalam larutan tersebut, ion OH^- dari NaOH akan bereaksi dengan ion NH_4^+ menghasilkan NH_4OH dalam bentuk molekul basa lemah (relatif sulit ter-ion).



Sesuai dengan kajian kesetimbangan kimia, penambahan basa ke dalam larutan tersebut menggeser kesetimbangan $\text{NH}_4^+_{(\text{aq})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{OH}_{(\text{aq})}$ ke arah pembentukan NH_4OH . Hal ini mencegah penambahan konsentrasi OH^- secara signifikan yang merupakan penyebab peningkatan pH sehingga pH tidak berubah secara signifikan.

Simpulan (30 detik)

Dari pengolahan dan analisis data dapat disimpulkan terkait pembuktian hipotesis 2, yaitu molekul asam lemah dan ion negatif dari asam lemah yang berasal dari ionisasi garamnya dari basa kuat (basa konjugasi dari asam lemah) untuk buffer asam atau basa lemah dari ion positif dari basa lemah yang berasal dari ionisasi garamnya dari asam kuat (asam konjugasi dari basa lemah) untuk buffer basa mampu mempertahankan pH terhadap penambahan asam/basa dari luar.



STORYBOARD

SCENARIO VIDEO UNIT PEMBELAJARAN 2

Video pembuktian hipotesis unit 2 terdiri dari potongan video 1 (M1-M3) dan potongan video 2 (M4).

Penyajian video mengikuti tahapan-tahapan belajar dengan pendekatan saintifik mengikuti 5M (kurikulum 2013).

A. Potongan video 1 (M1-M3 Unit Belajar 2)

1. Fase mengamati (1 menit)

Dari paragraf fenomena dalam LKPD diperoleh informasi penting yang mengarah pada pertanyaan investigasi adalah

- a. Larutan penyangga asam (misalnya larutan campuran CH_3COOH dan CH_3COONa)
 - Merupakan sistem kesetimbangan asam lemah
 - Mengandung konsentrasi asam lemah (molekul CH_3COOH) tinggi
 - Mengandung konsentrasi ion CH_3COO^- (basa konyugasinya) tinggi berasal dari garam, sedikit ionisasi dari asam lemah
 - pH diperhitungkan dari kesetimbangan asam lemah
- b. Larutan penyangga basa (misalnya larutan campuran NH_4OH dan NH_4Cl)
 - Merupakan sistem kesetimbangan basa lemah
 - Mengandung konsentrasi basa lemah (molekul NH_4OH) tinggi
 - Mengandung konsentrasi ion NH_4^+ (asam konyugasinya) tinggi berasal dari garam, sedikit ionisasi dari basa lemah
 - pH diperhitungkan dari kesetimbangan basa lemah

2. Fase menanya (30 detik)

Informasi penting hasil pengamatan tentang fenomena larutan penyangga pH (buffer) dan ketahanannya terhadap penambahan asam atau basa, dapat dirumuskan pertanyaan investigasi sebagai berikut.

1. Apa rumus yang digunakan untuk menghitung pH larutan penyangga (buffer)?
2. Bagaimana pengaruh kuantitas komponen-komponen utama larutan buffer terhadap kapasitas buffer dalam mempertahankan pH dari penambahan asam/basa dari luar?

3. Fase mengumpulkan data (45 detik)

Pengumpulan data meliputi: (a) perumusan hipotesis, (b) rancangan pembuktian hipotesis, (c) alat dan bahan yang diperlukan, (d) cara kerja, dan (e) pelaksanaan dan

pencatatan data sesuai rancangan pembuktian hipotesis yang berkaitan dengan rumusan masalah investigasi.

a. Rumusan hipotesis (jawaban sementara) terhadap rumusan masalah investigasi sebagai berikut.

1) Rumusan hipotesis untuk rumusan masalah nomor 1 adalah “rumus buffer asam :

$$[H^+] = K_a \times \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}}, \text{ sehingga } \text{pH} = -\log \left(K_a \times \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}} \right)$$

$$\text{Rumus buffer basa : } [OH^-] = K_b \times \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol asam konjugasi}}, \text{ sehingga } \text{pOH} = -\log \left(K_b \times \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol asam konjugasi}} \right), \text{ pH} = 14 - \text{pOH}''.$$

2) Rumusan hipotesis untuk rumusan masalah nomor 2 adalah “makin besar mol atau mmol (kombinasi konsentrasi dan volume larutan) komponen-komponen utama larutan buffer mampu menerima jumlah mmol asam/basa yang ditambahkan dari luar sampai terjadi peningkatan/penurunan satu satuan pH dari posisi pH ketika [asam] atau [basa] yang sama dengan [garamnya]”.

1,5 menit

b. Rancangan pembuktian hipotesis untuk kedua hipotesis tersebut dapat dibuat (dirangkum dalam bentuk isian tabel seperti dalam LKPD).

No. Hipotesis	Jenis Variabel		
	Variabel Bebas	Variabel Terikat	Variabel Kontrol
Rumus buffer asam : $[H^+] = K_a \times \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}}$, sehingga $\text{pH} = -\log \left(K_a \times \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}} \right)$	Konsentrasi asam lemah dan garamnya	pH larutan	Volume larutan
Rumus buffer basa : $[OH^-] = K_b \times \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol asam konjugasi}}$, sehingga $\text{pOH} = -\log \left(K_b \times \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol asam konjugasi}} \right)$, $\text{pH} = 14 - \text{pOH}$	Konsentrasi basa lemah dan garamnya	pH larutan	Volume larutan

(ditampilkan dalam video)

No. Hipotesis	Jenis Variabel		
	Variabel Bebas	Variabel Terikat	Variabel Kontrol
Makin besar mol atau mmol (kombinasi konsentrasi dan volume larutan) komponen-komponen utama larutan buffer mampu menerima jumlah mmol asam/basa yang ditambahkan dari luar sampai terjadi peningkatan/penurunan satu satuan pH dari posisi pH ketika [asam] atau [basa] yang sama dengan [garamnya].	<ul style="list-style-type: none"> Konsentrasi asam lemah dan garamnya Konsentrasi basa lemah dan garamnya 	<ul style="list-style-type: none"> pH sebelum dan setelah penambahan asam sama (± 1 skala pH) pH sebelum dan setelah penambahan basa sama (± 1 skala pH) 	<ul style="list-style-type: none"> Mmol asam/basa yang ditambahkan dari luar untuk ΔpH sebesar (± 1 skala pH)

(ditampilkan dalam video)

No. Hipotesis	Jenis Variabel		
	Variabel Bebas	Variabel Kontrol	Variabel Terikat
Rumus buffer asam : $[H^+] = \frac{K_a \times \text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}}$ sehingga $pH = -\log (K_a \times \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}})$	Buffer asam	[asam] = [garam] 0,1 M [asam] 0,05 M ; [garam] 0,1 M [asam] 0,1 M ; [garam] 0,05 M	Volume masing-masing asam lemah & garam 20 mL.
Rumus buffer basa : $[OH^-] = \frac{K_b \times \text{mol basa lemah}}{\text{mol asam konjugasi}}$ sehingga $pOH = -\log (K_b \times \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol asam konjugasi}})$, $pH = 14 - pOH$	Buffer basa	[basa]=[garam] = 0,1 M [basa] 0,05 M ; [garam] 0,1 M [basa] 0,1 M ; [garam] 0,05 M	Volume masing-masing basa lemah & garam 20 mL.

(ditampilkan dalam video)

No. Hipotesis	Jenis Variabel		
	Variabel Bebas	Variabel Kontrol	Variabel Terikat
Makin besar mol atau mmol (kombinasi konsentrasi dan volume larutan) komponen-komponen utama larutan buffer mampu menerima jumlah mmol asam/basa yang ditambahkan dari luar sampai terjadi peningkatan/pemurunan satu satuan pH dari posisi pH ketika [asam] atau [basa] yang sama dengan [garamnya].	Buffer asam • 20 mL CH_3COOH 0,1 M dan 20 mL CH_3COONa 0,1 M • 20 mL CH_3COOH 0,05 M dan 20 mL CH_3COONa 0,05 M Buffer basa • 20 mL NH_4OH 0,1 M dan 20 mL NH_4Cl 0,1 M • 20 mL NH_4OH 0,05 M dan 20 mL NH_4Cl 0,05 M	Penambahan HCl (asam kuat) dengan konsentrasi 0,01 M Penambahan $NaOH$ (basa kuat) dengan konsentrasi 0,01 M	

(ditampilkan dalam video)

30 detik

c. Alat kimia yang digunakan

- Enam buah gelas kimia ukuran 50 mL
- Empat buah gelas kimia ukuran 100 mL
- Dua buah gelas ukur ukuran 10 mL
- Satu buah batang pengaduk
- Satu buah pipet volumetrik ukuran 20 mL
- Satu buah filler
- Dua buah pipet tetes
- Satu buah pH meter

Bahan kimia yang digunakan

- Larutan CH_3COOH 0,10 M
- Larutan CH_3COOH 0,05 M
- Larutan NH_4OH 0,10 M
- Larutan NH_4OH 0,05 M
- Larutan CH_3COONa 0,10 M

- Larutan CH_3COONa 0,05 M
- Larutan NH_4Cl 0,10 M
- Larutan NH_4Cl 0,05 M
- Larutan HCl 0,01 M
- Larutan NaOH 0,01 M

30 detik

d. Prosedur kerja pembuktian hipotesis

Semua peralatan dicuci dan terakhir dibilas dengan aquades sebelum digunakan.

Pembuktian hipotesis 1 dan 2 (merumuskan pH larutan penyangga)

- 1) Disiapkan masing-masing enam buah gelas kimia untuk setiap jenis larutan/cairan sampel dengan volume masing-masing 40 mL, satu untuk buffer asam dan satu lagi untuk buffer basa
 - i) Gelas kimia 1a berisi 20 ml CH_3COOH 0,10 M dan 20 ml CH_3COONa 0,10 M
 - ii) Gelas kimia 1b berisi 20 ml NH_4OH 0,10 M dan 20 ml NH_4Cl 0,10 M
 - iii) Gelas kimia 2a berisi 20 ml CH_3COOH 0,05 M dan 20 ml CH_3COONa 0,10 M
 - iv) Gelas kimia 2b berisi 20 ml NH_4OH 0,05 M dan 20 ml NH_4Cl 0,10 M
 - v) Gelas kimia 3a berisi 20 ml CH_3COOH 0,10 M dan 20 ml CH_3COONa 0,05 M
 - vi) Gelas kimia 3b berisi 20 ml NH_4OH 0,10 M dan 20 ml NH_4Cl 0,05 M
- 2) pH larutan masing-masing dalam gelas diukur dan dicatat sebagai pH larutan

30 detik

Prosedur kerja untuk pembuktian hipotesis 3 (menentukan kapasitas larutan penyangga)

- 1) Disiapkan masing-masing empat buah gelas kimia untuk setiap jenis larutan/cairan sampel dengan volume masing-masing 40 mL, satu untuk buffer asam dan satu lagi untuk buffer basa
 - i) Gelas kimia 1a berisi 20 ml CH_3COOH 0,10 M dan 20 ml CH_3COONa 0,10 M
 - ii) Gelas kimia 1b berisi 20 ml NH_4OH 0,10 M dan 20 ml NH_4Cl 0,10 M
 - iii) Gelas kimia 2a berisi 20 ml CH_3COOH 0,05 M dan 20 ml CH_3COONa 0,05 M
 - iv) Gelas kimia 2b berisi 20 ml NH_4OH 0,05 M dan 20 ml NH_4Cl 0,05 M
- 2) pH larutan masing-masing dalam gelas diukur dan dicatat sebagai pH awal

- 3) Ke dalam masing-masing gelas a ditambahkan 10 ml larutan (HCl) 0,01 M. Kemudian pH masing-masing larutan diukur dan dicatat sebagai pH larutan setelah penambahan asam dari luar.
- 4) Ke dalam masing-masing gelas b ditambahkan 10 ml larutan (NaOH) 0,01 M. Kemudian pH masing-masing larutan diukur dan dicatat sebagai pH larutan setelah penambahan basa dari luar.

2 menit

e. Pelaksanaan percobaan dan pencatatan data

- Untuk pembuktian hipotesis 1 dan 2 (merumuskan pH larutan penyangga)

Sebagai contoh salah satu jenis sampel digunakan untuk buffer asam yaitu CH_3COOH 0,10 M dan CH_3COONa 0,10 M. Langkah pertama menyiapkan satu buah gelas kimia yang kemudian diisi 20 ml CH_3COOH 0,10 M dengan 20 ml CH_3COONa 0,10 M. pH larutan diukur dan dicatat menggunakan pH meter sebagai pH larutan. Untuk buffer basa sama seperti prosedur sebelumnya yaitu dengan menyiapkan satu buah gelas kimia yang kemudian diisi dengan 20 ml NH_4OH 0,10 M dan 20 ml NH_4Cl 0,10 M. pH larutan diukur dan dicatat menggunakan pH meter sebagai pH larutan.

Dari hasil pengukuran, pH larutan campuran CH_3COOH dan CH_3COONa 0,10 M sebesar 4,48 dan pH larutan campuran NH_4OH dan NH_4Cl 0,10 M sebesar 9,02.

No. Hipotesis	Jenis Variabel		
	Variabel Bebas	Variabel Kontrol	Variabel Terikat
Rumus buffer asam : $[\text{H}^+] = \text{Ka} \times \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}}$ sehingga $\text{pH} = -\log \left(\text{Ka} \times \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}} \right)$	Buffer asam [asam] = 0,05 M ; [garam] 0,1 M ; [asam] 0,1 M ; [garam] 0,05 M	Volume masing-masing asam lemah & garam 20 mL	4,48
Rumus buffer basa : $[\text{OH}^-] = \text{Kb} \times \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol asam konjugasi}}$ sehingga $\text{pOH} = -\log \left(\text{Kb} \times \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol asam konjugasi}} \right)$, $\text{pH} = 14 - \text{pOH}$	Buffer basa [basa]=[garam] = 0,1 M [basa] 0,05 M ; [garam] 0,1 M ; [basa] 0,1 M ; [garam] 0,05 M	Volume masing-masing basa lemah & garam 20 mL	9,02

(ditampilkan dalam video)

Untuk jenis sampel yang lainnya juga bisa dilakukan dengan hal yang sama untuk menentukan pH larutan penyangga.

- Untuk pembuktian hipotesis 3 (menentukan kapasitas larutan penyangga)

Sebagai contoh salah satu jenis sampel digunakan untuk buffer asam yaitu CH_3COOH 0,10 M dan CH_3COONa 0,10 M. Langkah pertama menyiapkan satu buah gelas kimia yang kemudian diisi 20 ml CH_3COOH 0,10 M dengan 20 ml CH_3COONa 0,10 M. pH larutan diukur dan dicatat menggunakan pH meter sebagai pH awal larutan.

Kemudian ke dalam campuran tersebut ditambahkan 10 ml larutan asam klorida (HCl) 0,01 M. pH larutan diukur dan dicatat sebagai pH larutan setelah penambahan asam dari luar.

Untuk buffer basa sama seperti prosedur sebelumnya yaitu dengan menyiapkan satu buah gelas kimia yang kemudian diisi dengan 20 ml NH_4OH 0,10 M dan 20 ml NH_4Cl 0,10 M. pH larutan diukur dan dicatat menggunakan pH meter sebagai pH awal larutan. Kemudian ke dalam campuran tersebut ditambahkan 10 ml larutan natrium hidroksida (NaOH) 0,01 M. pH larutan diukur dan dicatat sebagai pH larutan setelah penambahan basa dari luar.

Dari hasil pengukuran, pH larutan buffer asam setelah penambahan asam sebesar 4,33 sedangkan pH awal sebelum penambahan asam sebesar 4,36 sehingga perubahan pH yang terjadi dari pH awal sebesar 0,03 unit pH dan pH larutan buffer basa setelah penambahan basa sebesar 9,04 sedangkan pH awal sebelum penambahan basa sebesar 9,03 sehingga perubahan pH yang terjadi dari pH awal sebesar 0,01 unit pH.

Jenis Buffer	pH larutan (setelah penambahan asam)	Perubahan pH (ΔpH)	
Buffer asam	• 20 mL CH_3COOH 0,1 M dan 20 mL CH_3COONa 0,1 M	4,33	Perubahan pH yang terjadi adalah sebanyak $4,36 - 4,33 = 0,03$ unit pH
	• 20 mL CH_3COOH 0,05 M dan 20 mL CH_3COONa 0,05 M		
Jenis Buffer	pH larutan (setelah penambahan basa)	Perubahan pH (ΔpH)	
Buffer basa	• 20 mL NH_4OH 0,1 M dan 20 mL NH_4Cl 0,1 M	9,04	Perubahan pH yang terjadi adalah sebanyak $9,04 - 9,03 = 0,01$ unit pH
	• 20 mL NH_4OH 0,05 M dan 20 mL NH_4Cl 0,05 M		

(ditampilkan dalam video)

Untuk jenis sampel yang lainnya juga bisa dilakukan dengan hal yang sama untuk menentukan perubahan pH larutan.

B. Potongan video 2 (M4 Unit Belajar 2)

Analisis pembuktian hipotesis 1 dan simpulan

30 detik: Berikut akan ditampilkan data hasil pengukuran dari percobaan yang sudah dilakukan dalam pembuktian hipotesis 1 mengenai pH larutan penyangga asam.

No.	Larutan	pH
1.	20 mL CH ₃ COOH 0,1 M dan 20 mL CH ₃ COONa 0,1 M	4,48
2.	20 mL CH ₃ COOH 0,05 M dan 20 mL CH ₃ COONa 0,1 M	4,78
3.	20 mL CH ₃ COOH 0,1 M dan 20 mL CH ₃ COONa 0,05 M	4,18

(ditampilkan dalam video)

1 menit: Analisis data pembuktian hipotesis 1

Asam asetat (CH₃COOH) merupakan asam lemah. Natrium asetat (CH₃COONa) merupakan garam sehingga dalam larutannya akan terdisosiasi menjadi ion CH₃COO⁻ dan Na⁺. Ion Na⁺ tidak mempengaruhi kesetimbangan (berada stabil dalam larutan). Jadi dalam campuran larutan CH₃COOH berlebih dan NaOH terdapat CH₃COOH (asam lemah yang tidak terurai dan sisa dari reaksi), ion CH₃COO⁻ (hasil ionisasi CH₃COOH dan disosiasi CH₃COONa), ion H⁺ yang dihasilkan dari ionisasi CH₃COOH dan ion Na⁺ yang dihasilkan dari ionisasi CH₃COONa. Adanya CH₃COOH, ion CH₃COO⁻ dan ion H⁺ dalam campuran tersebut membuat dalam campuran tersebut berlaku kesetimbangan ionisasi asam lemah sebagai berikut.



Harga K_a dari CH₃COOH adalah $1,8 \times 10^{-5}$. Secara matematis, konsentrasi H⁺ ([H⁺]) yang menjadi prasyarat perhitungan pH dapat dinyatakan seperti di bawah ini.

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

Simpulan (30 detik)

Dari pengolahan dan analisis data dapat disimpulkan terkait pembuktian hipotesis 1, yaitu

Rumus perhitungan pH untuk buffer asam : $[\text{H}^+] = \text{K}_a \times \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}}$, sehingga $\text{pH} = -\log$

$$\left(\text{K}_a \times \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasi}} \right)$$

Analisis pembuktian hipotesis 2 dan simpulan

30 detik: Berikut akan ditampilkan data hasil pengukuran dari percobaan yang sudah dilakukan dalam pembuktian hipotesis 2 mengenai pH larutan penyangga basa.

No.	Larutan	pH
1.	20 mL NH ₄ OH 0,1 M dan 20 mL NH ₄ Cl 0,1 M	9,02
2.	20 mL NH ₄ OH 0,05 M dan 20 mL NH ₄ Cl 0,1 M	8,66
3.	20 mL NH ₄ OH 0,1 M dan 20 mL NH ₄ Cl 0,05 M	9,29

(ditampilkan dalam video)

1 menit: Analisis data pembuktian hipotesis 2

Amonium hidroksida (NH₄OH) merupakan basa lemah, maka NH₄OH dalam larutannya akan terionisasi secara tidak sempurna yang reaksinya membentuk sistem kesetimbangan.



Amonium klorida (NH_4Cl) merupakan garam sehingga dalam larutannya akan terdisosiasi menjadi ion NH_4^+ dan Cl^- . Jadi dalam campuran larutan NH_4OH berlebih dan HCl terdapat NH_4OH (basa lemah yang tidak terurai dan sisa dari reaksi), ion NH_4^+ (hasil ionisasi NH_4OH dan disosiasi NH_4Cl), ion OH^- yang dihasilkan dari ionisasi NH_4OH dan ion Cl^- yang dihasilkan dari disosiasi NH_4Cl . Molekul NH_4OH , ion NH_4^+ dan ion OH^- adalah komponen kesetimbangan basa lemah NH_4OH .

Harga K_b dari NH_4OH adalah $1,8 \times 10^{-5}$. Dengan mengabaikan konsentrasi H_2O , konsentrasi OH^- yang menjadi prasyarat perhitungan pOH dapat dinyatakan seperti di bawah ini.

$$[\text{OH}^-] = K_b \times \frac{[\text{NH}_4\text{OH}]}{[\text{NH}_4^+]}$$

Simpulan (30 detik)

Dari pengolahan dan analisis data dapat disimpulkan terkait pembuktian hipotesis 2, yaitu

Rumus perhitungan pH untuk buffer basa : $[\text{OH}^-] = K_b \times \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol asam konjugasi}}$, sehingga $\text{pOH} = -$

$\log (K_b \times \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol asam konjugasi}})$, $\text{pH} = 14 - \text{pOH}$

Analisis pembuktian hipotesis 3 dan simpulan

30 detik: Berikut akan ditampilkan data hasil pengukuran dari percobaan yang sudah dilakukan dalam pembuktian hipotesis 3 mengenai kapasitas buffer.

Jenis Buffer	pH larutan (setelah penambahan asam)	Perubahan pH (ΔpH)
Buffer asam	• 20 mL CH_3COOH 0,1 M dan 20 mL CH_3COONa 0,1 M	4,33
	• 20 mL CH_3COOH 0,05 M dan 20 mL CH_3COONa 0,05 M	4,36
Buffer basa	• 20 mL NH_4OH 0,1 M dan 20 mL NH_4Cl 0,1 M	9,04
	• 20 mL NH_4OH 0,05 M dan 20 mL NH_4Cl 0,05 M	9,04

(ditampilkan dalam video)

1 menit: Analisis data pembuktian hipotesis 3

Larutan penyangga dapat mempertahankan pH hingga relatif konstan. Hal ini berarti perubahan pH larutan penyangga akibat penambahan asam ataupun basa relatif sangat kecil. Kapasitas buffer merupakan suatu ukuran kemampuan buffer untuk mempertahankan pHnya yang konstan apabila ditambahkan asam kuat atau basa kuat. K_a atau K_b adalah konstanta, maka suatu buffer hanya efektif pada daerah pH tertentu yang disebut rentang daerah buffer. Sesungguhnya penambahan asam/basa pada suatu buffer akan mengubah pH-nya, namun perubahan itu sangatlah kecil dan dapat diabaikan. Kapasitas buffer tergantung pada jumlah zat dari asam/basa lemah dan asam/basa konjugasinya dalam larutan buffer. Apabila jumlahnya besar, pergeseran kesetimbangan ke kanan maupun ke kiri dapat berlangsung banyak untuk mengimbangi asam kuat atau basa kuat yang ditambahkan, sehingga dapat disebut kapasitas buffernya besar. Sebaliknya apabila jumlahnya kecil, dapat menyebabkan pergeseran kesetimbangan ke kanan dan ke kiri berlangsung sedikit, sehingga dapat dikatakan kapasitas buffernya kecil.

Simpulan (30 detik)

Dari pengolahan dan analisis data dapat disimpulkan terkait pembuktian hipotesis 3, yaitu besarnya konsentrasi komponen-komponen utama larutan buffer akan semakin besar kapasitas larutan buffer tersebut untuk mempertahankan harga pH atau otomatis perubahan akibat penambahan sedikit asam atau basa menjadi tidak signifikan.

STORYBOARD

SCENARIO VIDEO UNIT PEMBELAJARAN 3

Video pembuktian hipotesis unit 3 terdiri dari potongan video 1 (M1-M3) dan potongan video 2 (M4).

Penyajian video mengikuti tahapan-tahapan belajar dengan pendekatan saintifik mengikuti 5M (kurikulum 2013).

A. Potongan video 1 (M1-M3 Unit Belajar 3)

1. Fase mengamati (1 menit)

Dari paragraf fenomena dalam LKPD diperoleh informasi penting yang mengarah pada pertanyaan investigasi adalah

- Kegiatan I
 - 1) Darah berperan penting dalam tubuh manusia, sebagai pendistribusian oksigen, sari-sari makanan, pengangkut karbondioksida, dan sisa-sisa metabolisme
 - 2) Darah memiliki harga pH tertentu yaitu 7,41-7,45
 - 3) Darah mempunyai sebuah sistem yang dapat menjaga pH relatif konstan
- Kegiatan II
 - 1) Sistem penyangga karbonat-bikarbonat memiliki peran yang penting dalam menjaga pH darah relatif konstan
 - 2) Selain sistem penyangga karbonat-bikarbonat terdapat pula sistem penyangga lain yang berperan penting dalam tubuh yaitu sistem penyangga posfat dan sistem penyangga protein

2. Fase menanya (30 detik)

Informasi penting hasil pengamatan tentang fenomena manfaat sistem penyangga, dapat dirumuskan pertanyaan investigasi sebagai berikut.

- Kegiatan I
 - 1) Bagaimana darah dapat mempertahankan pHnya agar relatif konstan?
- Kegiatan II
 - 1) Apa komponen penyusun dari sistem penyangga posfat dan bagaimana cara kerjanya dalam mempertahankan pH pada ginjal?
 - 2) Apa komponen penyusun dari sistem penyangga protein dan bagaimana cara kerjanya dalam mempertahankan pH pada tubuh?

3. Fase mengumpulkan data (1,5 menit)

Pengumpulan data meliputi: (a) perumusan hipotesis, (b) rancangan pembuktian hipotesis, (c) alat dan bahan yang diperlukan, dan (d) cara kerja sesuai rancangan pembuktian hipotesis yang berkaitan dengan rumusan masalah investigasi.

a. Rumusan hipotesis (jawaban sementara) terhadap rumusan masalah investigasi sebagai berikut.

- Kegiatan I

1) Rumusan hipotesis untuk rumusan masalah nomor 1 adalah “darah dikatakan sebagai larutan penyangga yang terdiri dari sistem kesetimbangan karbonat-bikarbonat sebagai sistem penyangga yang paling dominan dalam darah.



- Kegiatan II

1) Rumusan hipotesis untuk rumusan masalah nomor 1 adalah “sistem penyangga posfat tersusun dari ion dihidrogenfosfat-monohidrogenfosfat dan memiliki cara kerja yang hampir sama dengan larutan penyangga karbonat-bikarbonat”.

2) Rumusan hipotesis untuk rumusan masalah nomor 2 adalah “sistem penyangga protein tersusun dari gugus fungsi asam amino dan memiliki cara kerja yang hampir sama dengan larutan penyangga karbonat-bikarbonat”.

1,5 menit

b. Rancangan pembuktian hipotesis untuk kedua hipotesis tersebut dapat dibuat (dirangkum dalam bentuk isian tabel seperti dalam LKPD).

- Kegiatan I

(tabel ditampilkan dalam video)

No. Hipotesis	Variabel Bebas	Variabel Terikat	Variabel Kontrol
Darah dikatakan sebagai larutan penyangga yang terdiri dari sistem kesetimbangan karbonat-bikarbonat dikatakan sebagai sistem penyangga yang paling dominan dalam darah. $\text{H}_2\text{CO}_{3(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-_{(\text{aq})} + \text{H}^+_{(\text{aq})}$	Jenis zat/senyawa yang masuk kedalam darah	Komponen yang bereaksi dari sistem kesetimbangan karbonat-bikarbonat dalam darah	Konsentrasi karbonat-bikarbonat dalam darah

No. Hipotesis	Variabel Kontrol (volume larutan)	Variabel Bebas (jenis zat/senyawa yang masuk ke darah)	Variabel Terikat (komponen yang bereaksi dari sistem kesetimbangan karbonat-bikarbonat)
Darah dikatakan sebagai larutan penyangga yang terdiri dari sistem kesetimbangan karbonat-bikarbonat dikatakan sebagai sistem penyangga yang paling dominan dalam darah. $\text{H}_2\text{CO}_{3(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-_{(\text{aq})} + \text{H}^+_{(\text{aq})}$	Konsentrasi karbonat-bikarbonat dalam darah tetap	Zat/senyawa yang bersifat asam	Ion HCO_3^- akan bereaksi dengan ion H^+ dan membentuk senyawa H_2CO_3
		Zat/senyawa yang bersifat basa	Senyawa H_2CO_3 akan bereaksi dengan ion OH^- membentuk ion HCO_3^- dan molekul air

- Kegiatan II
(tabel ditampilkan dalam video)

No. Hipotesis	Variabel Bebas	Variabel Terikat	Variabel Kontrol
Sistem penyangga posfat tersusun dari ion dihidrogenfosfat-monohidrogenfosfat dan memiliki cara kerja yang hampir sama dengan larutan penyangga karbonat-bikarbonat.	Jenis zat/senyawa yang masuk ke dalam penyangga posfat	Komponen yang bereaksi dari sistem kesetimbangan penyangga posfat	Konsentrasi penyangga posfat
Sistem penyangga protein tersusun dari gugus fungsi asam amino dan memiliki cara kerja yang hampir sama dengan larutan penyangga karbonat-bikarbonat.	Jenis zat/senyawa yang masuk ke dalam penyangga protein	Komponen yang bereaksi dari sistem kesetimbangan penyangga protein	Konsentrasi penyangga protein

No. Hipotesis	Variabel Kontrol (Volume larutan)	Variabel bebas (jenis zat/senyawa yang masuk ke dalam sistem penyangga)	Variabel terikat (Komponen yang bereaksi dari sistem kesetimbangan posfat/protein)
Sistem penyangga posfat tersusun dari ion dihidrogenfosfat-monohidrogenfosfat dan memiliki cara kerja yang hampir sama dengan larutan penyangga karbonat-bikarbonat.	Konsentrasi penyangga posfat tetap	Zat/senyawa yang bersifat asam	Ion HPO_4^{2-} akan bereaksi dengan ion H^+ membentuk ion H_2PO_4^-
		Zat/senyawa yang bersifat basa	Ion H_2PO_4^- akan bereaksi dengan ion OH^- membentuk ion HPO_4^{2-} dan air
Sistem penyangga protein tersusun dari gugus fungsi asam amino dan memiliki cara kerja yang hampir sama dengan larutan penyangga karbonat-bikarbonat.	Konsentrasi penyangga protein tetap	Zat/senyawa yang bersifat asam	Gugus COO^- pada protein akan bereaksi dengan ion H^+ membentuk gugus COOH
		Zat/senyawa yang bersifat basa	Gugus NH_3^+ pada protein akan bereaksi dengan ion OH^- membentuk gugus NH_2

30 detik

c. Alat yang digunakan berupa data sekunder

- Tabel pengumpulan data sesuai dengan desain percobaan untuk mencatat sumber informasi dari sumber data tentang penyangga karbonat-bikarbonat dalam darah, penyangga posfat dalam ginjal, dan penyangga protein dalam darah.

Bahan yang digunakan

- Informasi dari sumber pustaka tentang penyangga karbonat-bikarbonat dalam darah, penyangga posfat dalam ginjal, dan penyangga protein dalam darah.

1 menit

d. Prosedur kerja pembuktian hipotesis

- 1) Melakukan penelusuran terhadap buku (sumber pustaka) tentang larutan penyangga dalam darah (sistem kesetimbangan karbonat-bikarbonat, penyangga posfat, dan penyangga protein).
- 2) Mengidentifikasi contoh-contoh larutan yang bersifat asam dan larutan yang bersifat basa dari berbagai sumber masing-masing minimal dua contoh.
- 3) Menyajikan reaksi ionisasi larutan karbonat-bikarbonat, larutan posfat, dan reaksi kesetimbangan protein pada suasana asam dan suasana basa, dan mengidentifikasi sistem kesetimbangan yang bereaksi dengan sedikit penambahan asam/basa dari luar.

B. Potongan video 2 (M4 Unit Belajar 3)

• **Kegiatan I**

Analisis pembuktian hipotesis dan simpulan

30 detik: Berikut akan ditampilkan data hasil identifikasi contoh-contoh larutan yang bersifat asam dan larutan yang bersifat basa serta komponen yang bereaksi.

No. Hipotesis	Variabel Kontrol (volume larutan)	Variabel Bebas (jenis zat/senyawa yang masuk ke darah)	Variabel Terikat (komponen yang bereaksi dari sistem kesetimbangan karbonat-bikarbonat)
Darah dikatakan sebagai larutan penyangga yang terdiri dari sistem kesetimbangan karbonat-bikarbonat dikatakan sebagai sistem penyangga yang paling dominan dalam darah.	Konsentrasi karbonat-bikarbonat dalam darah tetap	CH ₃ COOH	Ion HCO ₃ ⁻ akan bereaksi dengan ion H ⁺ dan membentuk senyawa H ₂ CO ₃
		HCl	Ion HCO ₃ ⁻ akan bereaksi dengan ion H ⁺ dan membentuk senyawa H ₂ CO ₃
		NaOH	Senyawa H ₂ CO ₃ akan bereaksi dengan ion OH ⁻ membentuk ion HCO ₃ ⁻ dan molekul air
		NH ₄ OH	Senyawa H ₂ CO ₃ akan bereaksi dengan ion OH ⁻ membentuk ion HCO ₃ ⁻ dan molekul air

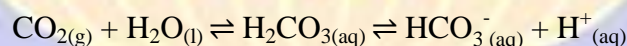
* variabel bebas : isi dengan contoh zat/senyawa yang bersifat asam/basa

* variabel terikat : tuliskanlah reaksi yang terjadi pada sistem kesetimbangan karbonat-bikarbonat

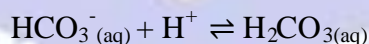
(ditampilkan dalam video)

2 menit: Analisis komponen-komponen yang bereaksi dari sistem kesetimbangan karbonat-bikarbonat.

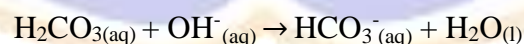
Berdasarkan data hasil percobaan yang diperoleh, darah mampu mempertahankan pH darah yang relatif konstan karena darah memiliki suatu sistem kesetimbangan karbonat-bikarbonat yang mampu menetralkan penambahan sedikit asam/basa dari luar sehingga pH darah relatif konstan. Komponen utama larutan penyangga dalam darah adalah senyawa asam karbonat dan ion bikarbonat yang membentuk kesetimbangan dalam darah. Secara garis besarnya, keberadaan sistem penyangga karbonat-bikarbonat dapat digambarkan dalam persamaan reaksi berikut.



Pada saat penambahan sedikit asam ke dalam darah maka ion HCO₃⁻ akan bereaksi dengan ion H⁺ dan membentuk senyawa H₂CO₃ sehingga perubahan pH tidak terjadi.



Pada saat penambahan sedikit basa ke dalam darah maka senyawa H₂CO₃ akan bereaksi dengan ion OH⁻ membentuk ion HCO₃⁻ dan molekul air sehingga perubahan pH tidak terjadi.



Simpulan (15 detik)

Dari pengolahan dan analisis data dapat disimpulkan terkait pembuktian hipotesis yaitu darah memiliki suatu sistem kesetimbangan karbonat-bikarbonat yang bertanggung jawab untuk menjaga kestabilan pH darah agar relatif konstan.

• Kegiatan II

Analisis pembuktian hipotesis dan simpulan

30 detik: Berikut akan ditampilkan data hasil identifikasi contoh-contoh larutan yang bersifat asam dan larutan yang bersifat basa serta komponen yang bereaksi.

No. Hipotesis	Variabel Kontrol (Volume larutan)	Variabel bebas (jenis zat/senyawa yang masuk ke dalam sistem penyangga)	Variabel terikat (Komponen yang bereaksi dari sistem kesetimbangan posfat/protein)
Sistem penyangga posfat tersusun dari ion dihidrogenfosfat-monohidrogenfosfat dan memiliki cara kerja yang hampir sama dengan larutan penyangga karbonat-bikarbonat.	Konsentrasi penyangga posfat tetap	HCl	Ion HPO_4^{2-} akan bereaksi dengan ion H^+ membentuk ion H_2PO_4^-
		NaOH	Ion H_2PO_4^- akan bereaksi dengan ion OH^- membentuk ion HPO_4^{2-} dan air
Sistem penyangga protein tersusun dari gugus fungsi asam amino dan memiliki cara kerja yang hampir sama dengan larutan penyangga karbonat-bikarbonat.	Konsentrasi penyangga protein tetap	HCl	Gugus COO^- pada protein akan bereaksi dengan ion H^+ membentuk gugus COOH
		NaOH	Gugus NH_3^+ pada protein akan bereaksi dengan ion OH^- membentuk gugus NH_2

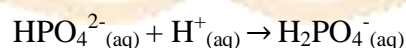
*variabel bebas : isi dengan contoh zat/senyawa yang bersifat asam/basa

*variabel terikat : tuliskanlah reaksi yang terjadi pada sistem kesetimbangan posfat/protein

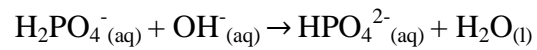
(ditampilkan dalam video)

2 menit: Analisis komponen-komponen yang bereaksi dari sistem kesetimbangan fosfat dan sistem kesetimbangan protein.

Berdasarkan data hasil percobaan yang diperoleh, sistem penyangga lain yang juga berperan penting dalam tubuh adalah sistem penyangga fosfat pada ginjal dan sistem penyangga protein pada darah. Untuk sistem penyangga fosfat, pada penambahan sedikit asam ke dalam ginjal maka ion HPO_4^{2-} akan bereaksi dengan ion H^+ membentuk ion H_2PO_4^- sehingga perubahan pH tidak terjadi. Ketika sistem penyangga fosfat ditambahkan asam, akan terjadi reaksi sebagai berikut.



Sedangkan pada penambahan sedikit basa ke dalam ginjal maka ion H_2PO_4^- akan bereaksi dengan ion OH^- membentuk ion HPO_4^{2-} dan air sehingga perubahan pH tidak terjadi. Ketika sistem penyangga posfat ditambahkan basa, akan terjadi reaksi sebagai berikut.



Untuk sistem penyangga protein, pada penambahan sedikit asam ke dalam darah maka gugus COO^- pada protein akan bereaksi dengan ion H^+ membentuk gugus COOH sehingga perubahan pH tidak terjadi, sedangkan pada penambahan sedikit basa maka gugus NH_3^+ pada protein akan bereaksi dengan ion OH^- membentuk gugus NH_2 sehingga perubahan pH tidak terjadi.

Simpulan (30 detik)

Dari pengolahan dan analisis data dapat disimpulkan terkait pembuktian hipotesis yaitu sistem penyangga fosfat tersusun dari ion fosfat yang mampu membantu menjaga kestabilan darah ketika disaring di ginjal dan sistem penyangga protein tersusun dari gugus fungsi asam amino dan berperan dalam menjaga kestabilan pH darah.



Lampiran 07. Hasil Wawancara Awal

PEDOMAN WAWANCARA
PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN
BERBANTUAN VIDEO PEMBUKTIAN HIPOTESIS UNTUK
MENDUKUNG INKUIRI TERBIMBING PADA POKOK
BAHASAN LARUTAN PENYANGGA

a. Wawancara Guru Kimia

No.	Aspek	Pertanyaan	Respon
1.	Kurikulum 2013	Apakah SMA Negeri 1 Singaraja sudah menerapkan kurikulum 2013?	Sudah menerapkan kurikulum 2013 sesuai dengan perkembangan kurikulum itu sendiri.
		Bagaimana pendapat Bapak/Ibu tentang kurikulum 2013?	Kurikulum 2013 sangat bagus diterapkan, karena kurikulum 2013 tersebut lebih berpusat kepada siswa. Tetapi perlu dibarengi dengan media penunjangnya, agar siswa dan guru dapat mudah dan cepat beradaptasi dengan kurikulum 2013.
		Bagaimana perbedaan antara kurikulum 2013 dengan kurikulum sebelumnya dilihat dari kegiatan pembelajaran yang dilakukan oleh siswa?	Sebenarnya hampir sama dengan KTSP namun banyak istilah baru dalam kurikulum 2013, seperti adanya kegiatan 5M. Kurikulum 2013 dilihat dari kegiatan pembelajaran berpusat kepada siswa sehingga siswa itu menjadi aktif, kreatif, dan inovatif, serta banyak ide-ide yang muncul dari siswa tersebut. Sedangkan kurikulum sebelumnya karena berpusat pada guru, ide yang diluahkan dari guru lalu di diskusikan kepada siswa sehingga siswa menjadi tidak terlalu aktif dan kreatif.
2.	Pendekatan <i>Scientific</i>	Pada kurikulum 2013, pendekatan pembelajaran yang dianjurkan adalah pembelajaran <i>scientific</i> . Bagaimana pendapat Bapak/Ibu menanggapi pernyataan tersebut?	Pendekatan <i>scientific</i> sangat bagus dan tepat diterapkan dalam pembelajaran. Pembelajaran berpusat kepada siswa jika disinkronkan dengan pendekatan <i>scientific</i> sudah sangat sesuai. Tetapi, baik dari pihak guru maupun siswa masih perlu beradaptasi dengan pendekatan <i>scientific</i> . Karena pada kenyataannya, guru masih kesulitan membimbing siswa dalam melaksanakan pembelajaran dengan pendekatan <i>scientific</i> .
		Apakah dalam pembelajaran kimia selama ini sudah menggunakan pendekatan <i>scientific</i> ?	Sudah, karena dari pendekatan tersebut semua konsep-konsep pada materi kimia sangat cocok diterapkan. Namun, saya juga masih kesulitan dalam mengkondisikan siswa agar lebih aktif dalam proses

		Apa alasannya?	pembelajaran. Sedangkan secara teori, pendekatan <i>scientific</i> menuntut siswa agar lebih aktif dalam proses pembelajaran.
		Apa yang Bapak/Ibu ketahui tentang pendekatan <i>scientific</i> ?	Pendekatan pembelajaran yang diterapkan dalam kurikulum 2013 yang menuntut siswa agar lebih aktif dalam proses pembelajaran dan tidak hanya bergantung pada guru.
		Apa saja model pembelajaran yang Bapak/Ibu ketahui yang dapat diterapkan dalam pendekatan <i>scientific</i> ?	<i>Discovery learning, inquiry, problem based learning (PBL)</i> .
3.	Inkuiri Terbimbing	Salah satu model pembelajaran yang dapat diterapkan dalam pendekatan <i>scientific</i> adalah model pembelajaran inkuiri. Apa yang Bapak/Ibu ketahui tentang pendekatan inkuiri?	Pendekatan inkuiri adalah siswa sebagai peserta didik akan belajar untuk menemukan hal-hal baru dalam setiap pembelajaran atau materi yang disampaikan.
		Apakah Bapak/Ibu pernah menerapkan model pembelajaran inkuiri dalam kegiatan belajar mengajar?	Pernah menerapkan tetapi tidak terlalu sering diterapkan karena pendekatan ini diterapkan harus disesuaikan dengan kondisi materi yang akan disampaikan agar sesuai dengan siswa itu mampu menemukan konsep-konsep yang baru terhadap materi tersebut.
		Model pembelajaran apa yang sudah pernah Bapak/Ibu terapkan dalam kegiatan pembelajaran?	Ceramah, diskusi, tanya jawab, dan pemberian tugas.
4.	Sumber atau Media Penunjang	Untuk mendukung pembelajaran kimia, media apa yang telah Bapak/Ibu gunakan dalam pembelajaran?	<i>Power point</i> dan beberapa video pembelajaran dari youtube.
		Menurut Bapak/Ibu, apakah penggunaan bahan ajar sudah optimal dalam meningkatkan hasil belajar siswa?	Belum sepenuhnya. Tetapi, pembelajaran dengan <i>power point</i> dan video menjadi variasi pembelajaran bagi siswa agar tidak membosankan.
		Apa pertimbangan Bapak/Ibu dalam memilih sumber dan media pembelajaran?	Pertimbangan saya dalam memilih sumber dan media pembelajaran adalah melihat kemampuan siswa dalam menerima konsep yang disampaikan.
		Apakah siswa lebih mudah memahami	Ya lebih banyak mudah memahami materi setelah menggunakan media.

		materi setelah Bapak/Ibu menggunakan media?	
		Dimanakah Bapak/Ibu memperoleh media tersebut?	<i>Power point</i> saya buat sendiri dan video pembelajaran saya ambil dari beberapa sumber internet seperti youtube.
		Apakah Bapak/Ibu membuat media tersebut secara mandiri?	Tidak sepenuhnya, terkadang saya membuatnya secara mandiri dan terkadang saya memperolehnya dari sumber internet.
5.	Problematika atau kendala dalam pembelajaran pada pokok bahasan larutan penyangga	Menurut Bapak/Ibu, kendala apa yang sering ditemui dalam pembelajaran kimia khususnya pada materi larutan penyangga?	Kendala yang sering ditemui adalah penyampaian konsep-konsep yang lebih terperinci mengenai materi larutan penyangga dan kekurangan media pembelajaran yang mendukung terhadap materi larutan penyangga.
		Apakah Bapak/Ibu mengalami kesulitan dalam menyampaikan aspek mikroskopik kepada siswa khususnya pada materi larutan penyangga?	Mungkin terkadang sulit menyampaikan secara mikroskopik karena materi larutan penyangga bersifat abstrak sehingga kebanyakan saya menyampaikan secara aspek makroskopiknya.
		Strategi apa yang Bapak/Ibu gunakan untuk meminimalisir kendala yang terjadi dalam pembelajaran khususnya pada materi larutan penyangga?	Dalam suasana daring seperti ini biasanya dilakukan diskusi secara individual melalui chat pribadi. Sedangkan pada pembelajaran secara tatap muka biasanya dilakukan diskusi kelompok dengan beberapa siswa dan guru yang membimbing.
		Apakah kendala siswa yang sering ditemui dalam memahami materi kimia khususnya pada pokok bahasan larutan penyangga?	Kendala siswa yang biasanya ditemui adalah pemahaman dasar dari materi larutan penyangga seperti materi prasyarat dari larutan penyangga tersebut.
		Apakah siswa aktif bertanya tentang materi kimia khususnya pada pokok bahasan larutan penyangga?	Sebagian ada beberapa yang aktif.
		Apakah Bapak/Ibu memberi materi atau tugas yang harus diselesaikan oleh siswa terlebih dahulu sebelum pembelajaran dilakukan?	Ya, selalu memberikan materi dan terkadang saya memberikan tugas sebelum pembelajaran dilakukan yang kemudian di diskusikan pada saat pembelajaran berlangsung.

b. Wawancara Siswa

No.	Aspek	Pertanyaan	Respon
1.	Kurikulum 2013	Apakah SMA Negeri 1 Singaraja sudah menerapkan kurikulum 2013?	Siap, sudah
		Bagaimana pendapat adik tentang kurikulum 2013?	Menurut saya, kurikulum 2013 lebih menekankan agar siswa dapat lebih berkarakter, aktif, dan peduli terhadap lingkungan sekitar.
		Menurut adik, bagaimana perbedaan antara kurikulum 2013 dengan kurikulum sebelumnya dilihat dari kegiatan pembelajaran yang dilakukan oleh siswa?	Menurut saya, perbedaan kegiatan PBM yang dilakukan siswa di kurikulum 2013 dengan kurikulum tahun-tahun sebelumnya adalah di kurikulum 2013 siswa dituntut lebih aktif, peka, dan mandiri. Selain itu, kegiatan PBM juga lebih padat, dan kegiatan pembelajaran juga mencakup berbagai aspek dalam pembentukan karakter siswa bukan hanya mengarah kepada kemampuan siswa dalam bidang akademik.
2.	Pendekatan <i>Scientific</i>	Salah satu kegiatan yang dianjurkan untuk dilakukan dalam pembelajaran kimia adalah kegiatan ilmiah. Kegiatan ilmiah menuntut kita untuk membuat sebuah hipotesis dan membuktikannya dengan melakukan eksperimen atau menggali informasi sebanyak-banyaknya secara mandiri. Apakah adik sudah pernah melakukan kegiatan tersebut dalam pembelajaran kimia?	Siap sudah. Dalam pembelajaran kimia siswa pernah diajak mengamati praktikum seperti indikator asam basa dan titrasi walaupun praktikum dilakukan secara virtual. Kemudian, ketika diskusi juga siswa juga diharuskan menggali informasi sebanyak-banyaknya dari buku maupun internet.
		Apakah dalam mengajar materi larutan penyangga, guru kimia adik mengkaitkan materi dengan fenomena/kasus, untuk diamati sebelum guru adik memaparkan materi?	Siap, tidak selalu
		Apakah setelah adik mengamati	Siap, iya.

		fenomena/kasus, guru kimia adik memfasilitasi adik untuk bertanya mengenai apa yang sudah diamati?	
		Setelah kegiatan tanya jawab, apakah guru adik memfasilitasi adik untuk membaca buku lain selain buku teks, ataupun mengamati objek seperti fakta-fakta yang berhubungan dengan larutan penyangga secara lebih teliti?	Siap, iya.
		Ketika pembelajaran berlangsung, adik lebih sering belajar dengan cara berdiskusi dalam kelompok atau belajar secara individu?	Secara pribadi, saya lebih sering belajar kelompok untuk pembelajaran kimia.
3.	Inkuiri Terbimbing	Apakah adik cukup berpartisipasi aktif ketika pembelajaran kimia?	Siap, iya.
		Selama pembelajaran, siapa yang paling mendominasi kegiatan pembelajaran? Guru atau siswa?	Dalam pembelajaran kimia saat ini, dikarenakan kondisi seperti sekarang ini, kegiatan PBM dilakukan secara online, baik guru maupun siswa sama-sama mendominasi.
		Apakah adik lebih sering berusaha untuk menemukan dan memahami materi kimia secara mandiri atau selalu bergantung pada penjelasan dari guru saja?	Siap, iya bergantung pada penjelasan dari guru.
4.	Sumber atau Media Penunjang	Untuk mendukung pembelajaran kimia, media apa yang telah adik temukan dalam pembelajaran?	Untuk mendukung kegiatan pembelajaran kimia, guru saya menggunakan aplikasi Google Classroom dan YouTube.
		Bagaimana guru kimia adik menggunakan media itu? Apakah beliau mahir atau tidak?	Siap, mahir. Dalam kegiatan pembelajaran kimia, guru saya biasanya menggunakan aplikasi Google Classroom sebagai perantara informasi kegiatan daring dan pemberian materi-materi. Selain itu, biasanya pemberian materi dilakukan

			dengan mengirimkan link video pembelajaran di YouTube.
		Apakah adik lebih memahami belajar kimia dengan media tersebut? Mengapa?	Untuk sekarang, saya rasa kegiatan PBM Kimia dilakukan secara online lebih sulit untuk memahami materi-materi yang sekarang. Akan tetapi, menggunakan video dari YouTube sebagai alat bantu atau media lainnya mampu untuk memahami materi, karena sangat cocok, PBM akan lebih menarik, seru, dan menyenangkan saat belajar kimia, namun terkadang ada video yang diberikan di dalamnya berisi penjelasan yang kurang mendukung.
		Menurut adik, apakah penggunaan buku sebagai bahan untuk belajar sudah optimal?	Menurut saya, dengan membaca buku saja kurang efektif, karena dalam isi buku ada beberapa materi yang tidak dijelaskan secara rinci dan jelas.
		Selain buku, adakah sumber belajar lainnya yang digunakan oleh guru kimia adik saat mengajar di kelas? Bagaimana beliau menggunakannya?	Selain buku, biasanya guru kimia saya mengirimkan materi lewat PPT yang telah dibuat oleh guru kimia saya sebelumnya dan lewat video-video pembelajaran kimia di YouTube
		Selain buku, adakah sumber belajar lainnya yang adik gunakan dalam belajar?	Sumber lainnya, yang saya gunakan adalah video-video pembahasan materi di YouTube dan juga artikel-artikel materi di internet.
5.	Problematika atau kendala dalam pembelajaran pada pokok bahasan larutan penyangga	Menurut adik, kendala apa yang sering adik temui dalam pembelajaran?	Kendala dalam pembelajaran online seperti sekarang ini adalah kondisi internet yang kurang stabil dan pengaturan waktu saat mengerjakan tugas yang lumayan banyak masih kurang efektif. Selain itu juga, jenis media yang diberikan guru dalam menyampaikan materi terkadang kurang begitu detail dan mendukung.
		Apa yang ditimbulkan dari kendala tersebut?	Secara pribadi, saya pernah ketinggalan materi dikarenakan kondisi internet yang kurang baik saat itu dan saya masih kurang dalam memahami isi materi
		Apakah kendala adik dalam memahami materi kimia khususnya pada pokok bahasan larutan penyangga?	Dalam materi larutan penyangga, saya pribadi kurang mengerti di bagian materi perhitungan larutan penyangga.
		Apa upaya yang adik lakukan untuk mengatasi kendala tersebut?	Mencoba mencari tahu di berbagai sumber dan bertanya kepada teman yang lebih bisa.
		Apakah guru adik	Siap, tidak.

		pernah memberi materi atau tugas yang harus diselesaikan oleh adik terlebih dahulu sebelum pembelajaran dilakukan?	
--	--	--	--



PEDOMAN WAWANCARA
PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN
BERBANTUAN VIDEO PEMBUKTIAN HIPOTESIS UNTUK
MENDUKUNG *INKUIRI TERBIMBING* PADA POKOK
BAHASAN LARUTAN PENYANGGA

a. Wawancara Guru Kimia

No.	Aspek	Pertanyaan	Respon
1.	Kurikulum 2013	Apakah SMA Negeri 1 Singaraja sudah menerapkan kurikulum 2013?	Sudah
		Bagaimana pendapat Bapak/Ibu tentang kurikulum 2013?	Kurikulum 2013 sangat bagus diterapkan karena bisa meningkatkan daya pikir siswa dalam memecahkan masalah, sehingga tidak terlalu berfokus pada guru dalam mencari permasalahan dan mencoba menyelesaikan permasalahan tersebut. Selain itu, penerapan kurikulum 2013 sangat memerlukan adanya media penunjang. Sebagai contoh, sampai sekarang masih sangat sedikit buku yang benar-benar sesuai dengan pembelajaran K13, padahal itu menjadi sumber belajar bagi para siswa.
		Bagaimana perbedaan antara kurikulum 2013 dengan kurikulum sebelumnya dilihat dari kegiatan pembelajaran yang dilakukan oleh siswa?	Pada kurikulum 2013 itu lebih berpusat kepada siswa, guru hanya sebagai motivator. Sedangkan pada kurikulum sebelumnya lebih berpusat pada guru, sehingga siswa akan lebih menerima informasi atau ide yang disampaikan oleh guru sebelum menerima informasi yang ditemukan oleh siswa.
2.	Pendekatan <i>Scientific</i>	Pada kurikulum 2013, pendekatan pembelajaran yang dianjurkan adalah pembelajaran <i>scientific</i> . Bagaimana pendapat Bapak/Ibu menanggapi pernyataan tersebut?	Pendekatan saintifik sangat sesuai diterapkan pada kurikulum 2013 ini. Karena dalam mengikuti pembelajaran siswa lebih terarah dalam belajar khususnya pada tahapan-tahapan saintifik yang disebut dengan 5M, mulai dari mengamati suatu permasalahan sampai bisa menyelesaikan suatu permasalahan.
		Apakah dalam pembelajaran kimia selama ini sudah menggunakan pendekatan <i>scientific</i> ? Apa alasannya?	Sudah menggunakan pendekatan saintifik khususnya dari materi kimia yang terdapat praktikum. Pendekatan saintifik juga sangat bagus digunakan pada pembelajaran kimia karena siswa mampu berfokus dalam menyelesaikan suatu

			permasalahan/fenomena kimia dengan tahapan-tahapan ilmiah.
		Apa yang Bapak/Ibu ketahui tentang pendekatan <i>scientific</i> ?	Pendekatan saintifik adalah pendekatan yang mengharuskan siswa untuk melakukan suatu tahapan/metode ilmiah dalam berlangsungnya proses pembelajaran.
		Apa saja model pembelajaran yang Bapak/Ibu ketahui yang dapat diterapkan dalam pendekatan <i>scientific</i> ?	<i>Discovery learning, inquiry learning, problem based learning (PBL)</i> .
3.	Inkuiri Terbimbing	Salah satu model pembelajaran yang dapat diterapkan dalam pendekatan <i>scientific</i> adalah model pembelajaran inkuiri. Apa yang Bapak/Ibu ketahui tentang pendekatan inkuiri?	Pendekatan inkuiri adalah pendekatan yang dilakukan untuk memungkinkan siswa lebih aktif dalam terlaksananya pembelajaran. Karena berbasis penemuan, jadi siswa lebih aktif dalam menggali informasi terhadap materi pembelajaran.
		Apakah Bapak/Ibu pernah menerapkan model pembelajaran inkuiri dalam kegiatan belajar mengajar?	Tidak terlalu sering, karena disesuaikan juga terhadap materi yang akan disampaikan dalam berlangsungnya pembelajaran.
		Model pembelajaran apa yang sudah pernah Bapak/Ibu terapkan dalam kegiatan pembelajaran?	Diskusi, tanya jawab, dan pemberian tugas
4.	Sumber atau Media Penunjang	Untuk mendukung pembelajaran kimia, media apa yang telah Bapak/Ibu gunakan dalam pembelajaran?	Media yang biasa digunakan adalah modul, <i>power point (PPT)</i> , video pembelajaran yang diunduh dari internet (youtube).
		Menurut Bapak/Ibu, apakah penggunaan bahan ajar sudah optimal dalam meningkatkan hasil belajar siswa?	Penggunaan bahan ajar belum terlalu optimal dalam meningkatkan hasil belajar siswa, karena ini juga bergantung pada bagaimana cara siswa dalam belajar memahami materi tersebut.
		Apa pertimbangan Bapak/Ibu dalam memilih sumber dan media pembelajaran?	Pertimbangannya adalah apakah siswa mudah mendapatkan sumber/media pembelajaran tersebut. Serta kesesuaian materi yang akan diberikan lebih disesuaikan dengan sumber yang seperti apa.
		Apakah siswa lebih mudah memahami materi setelah Bapak/Ibu	Ya siswa lebih mudah dalam memahami materi yang disampaikan.

		menggunakan media?	
		Dimanakah Bapak/Ibu memperoleh media tersebut?	Media pembelajaran yang digunakan biasanya terbuat dari saya sendiri dan terkadang ada juga yang saya peroleh dari sumber internet.
		Apakah Bapak/Ibu membuat media tersebut secara mandiri?	Tidak selalu, ada yang saya buat sendiri dan ada juga yang saya peroleh dari internet.
5.	Problematika atau kendala dalam pembelajaran pada pokok bahasan larutan penyangga	Menurut Bapak/Ibu, kendala apa yang sering ditemui dalam pembelajaran kimia khususnya pada materi larutan penyangga?	Kendala yang sering ditemui adalah penyampaian konsep materi yang kadang seharusnya disampaikan secara tatap muka, namun karena pembelajaran daring jadi tidak bisa disampaikan dengan penjelasan yang lebih rinci. Selain itu, media penunjang yang sesuai digunakan dalam penyampaian materi larutan penyangga juga masih kurang.
		Apakah Bapak/Ibu mengalami kesulitan dalam menyampaikan aspek mikroskopik kepada siswa khususnya pada materi larutan penyangga?	Terkadang mengalami kesulitan dalam menyampaikan aspek mikroskopiknya karena materi larutan penyangga itu fokusnya tentang larutan dan komponen/spesi yang ada pada larutan, sehingga lebih sering menyampaikan aspek makroskopiknya.
		Strategi apa yang Bapak/Ibu gunakan untuk meminimalisir kendala yang terjadi dalam pembelajaran?	Strategi yang biasa digunakan karena pembelajaran dilakukan secara daring adalah dengan melakukan diskusi lebih banyak ke siswa mengenai permasalahan yang disampaikan oleh siswa atau diskusi secara individual.
		Apakah kendala siswa dalam memahami materi kimia khususnya pada pokok bahasan larutan penyangga?	Kendala siswa dalam memahami materi larutan penyangga adalah siswa kurang menguasai betul materi asam basa dan garam, serta dalam penyetaraan persamaan reaksi kimia, sehingga siswa masih lemah dalam memahami beberapa konsep dalam materi larutan penyangga.
		Apakah siswa aktif bertanya tentang materi kimia khususnya pada pokok bahasan larutan penyangga?	Sebagian ada beberapa yang aktif, khususnya siswa yang masih bingung dari beberapa konsep mengenai larutan penyangga.
		Apakah Bapak/Ibu memberi materi atau tugas yang harus diselesaikan oleh siswa terlebih dahulu sebelum pembelajaran dilakukan?	Ya, saya selalu memberikan materi sebelum pembelajaran dilakukan agar siswa memiliki pemahaman awal mengenai materi tersebut dan siswa lebih memiliki pertanyaan/permasalahan. Tugas juga selalu saya berikan agar memungkinkan untuk terjadinya diskusi pada saat pembelajaran berlangsung.

b. Wawancara Siswa

No.	Aspek	Pertanyaan	Respon
1.	Kurikulum 2013	Apakah SMA Negeri 1 Singaraja sudah menerapkan kurikulum 2013?	Siap, sudah.
		Bagaimana pendapat adik tentang kurikulum 2013?	Menurut pendapat saya tentang kurikulum 2013 berdasarkan perkembangannya, dimana pastinya perubahan dan penggantian kurikulum digunakan agar kedepannya pendidikan menjadi lebih baik lagi. Saya sendiri yang masih duduk dibangku SMA baik dari kelas X sampai saat ini kelas XI merasakan nyaman terhadap kurikulum 2013 karena kurikulum 2013 memberikan perubahan yang membuat sistem pendidikan yang pantas.
		Menurut adik, bagaimana perbedaan antara kurikulum 2013 dengan kurikulum sebelumnya dilihat dari kegiatan pembelajaran yang dilakukan oleh siswa?	Menurut pendapat saya dan yang saya ketahui perbedaan pembelajaran kurikulum 2013 dengan sebelumnya terletak di materi pembelajaran yang dibahas. Pada kurikulum 2013 juga standar penilaian menggunakan penilaian otentik, yaitu mengukur semua kompetensi sikap, keterampilan, dan pengetahuan berdasarkan proses dan hasil.
2.	Pendekatan <i>Scientific</i>	Salah satu kegiatan yang dianjurkan untuk dilakukan dalam pembelajaran kimia adalah kegiatan ilmiah. Kegiatan ilmiah menuntut kita untuk membuat sebuah hipotesis dan membuktikannya dengan melakukan eksperimen atau menggali informasi sebanyak-banyaknya secara mandiri. Apakah adik sudah pernah melakukan kegiatan tersebut dalam pembelajaran kimia?	Dari pengalaman saya pribadi saya telah melakukan eksperimen kimia, namun eksperimen tersebut dilakukan bukanlah di sekolah melainkan di rumah masing-masing karena kebetulan kegiatan eksperimen kimia didapat ketika saat ini saya di kelas XI karena di kelas X dahulu materi kimia saya masih belum mengarah kepada eksperimen. Mengenai eksperimen kimia yang dilakukan di rumah masing-masing tidaklah menggunakan bahan-bahan yang susah dan berat, tetapi bahan-bahannya mudah didapat dan tidak susah dicari. Jadi memudahkan siswa tetap bisa melakukan eksperimen kimia walau tidak dilakukan secara bersama teman dan di laboratorium.
		Apakah dalam mengajar materi larutan penyangga, guru kimia adik mengkaitkan materi	Menurut yang saya ketahui setiap pembelajaran kimia baik di memasuki bab larutan penyangga atau materi baru, guru saya selalu memberikan modul

		dengan fenomena/kasus, untuk diamati sebelum guru adik memaparkan materi?	pembejalaran dan ppt ataupun video via youtube yang isinya selalu terdapat materi yang berkaitan dengan fenomena atau kasus kehidupan sehari-hari agar siswa dapat membayangkan dan mengetahui hal itu telah terjadi di lingkungan kita sehari-hari.
		Apakah setelah adik mengamati fenomena/kasus, guru kimia adik memfasilitasi adik untuk bertanya mengenai apa yang sudah diamati?	Menurut pengalaman saya yang telah dijalani, tentu guru saya selalu memberikan fasilitas berupa memberi kesempatan siswa-siswi nya untuk bertanya di grup WhatsApp kelas apabila di modul, ppt, dan video pembelajaran masih terdapat materi yang tidak di pahami dan akan diberikan penjelasan di grup tersebut agar seluruhnya bisa mengerti dengan jelas.
		Setelah kegiatan tanya jawab, apakah guru adik memfasilitasi adik untuk membaca buku lain selain buku teks, ataupun mengamati objek seperti fakta-fakta yang berhubungan dengan larutan penyangga secara lebih teliti?	Menurut pengalaman saya yang telah dijalani dan ketahui, tentu saja guru saya selalu memberikan arahan bahwa informasi mengenai materi yang di bahas bisa dicari disumber lain dan tentunya tidak hanya berpatokan pada contoh itu saja baik dari modul, ppt, dan video pembelajaran. Guru saya juga selalu berpedoman pada lks yang dimiliki oleh siswa-siswinya.
		Ketika pembelajaran berlangsung, adik lebih sering belajar dengan cara berdiskusi dalam kelompok atau belajar secara individu?	Dari saya pribadi saya memahami materi dengan cara menonton video pembelajaran yang telah di share atau dibagikan, berlaku juga dengan modul, dan ppt. Tetapi jika terdapat materi yang saya merasa sulit atau tidak saya pahami saya selalu berdiskusi dengan rekan kelompok saya.
3.	Inkuiri Terbimbing	Apakah adik cukup berpartisipasi aktif ketika pembelajaran kimia?	Siap, iya.
		Selama pembelajaran, siapa yang paling mendominasi kegiatan pembelajaran? Guru atau siswa?	Menurut pengalaman saya, yang mendominasi kegiatan pembelajaran berlangsung saat pemberian materi yang telah di unggah di google classroom guru saya lebih dominan menjelaskan bahwa materi dan latihan soal sudah bisa dibaca dan dipahami. Serta balik lagi ketika diakhir pembelajaran tidak semua siswa memiliki pertanyaan yang akan ditanya, disini siswalah yang berperan atau dominan terlihat. Jadi, jika saya simpulkan bahwa keduanya mendominasi kelas kimia.
		Apakah adik lebih	Kalau dari saya pribadi, saya tidak

		sering berusaha untuk menemukan dan memahami materi kimia secara mandiri atau selalu bergantung pada penjelasan dari guru saja?	bergantung pada penjelasan guru saja, tetapi sumber-sumber lainnya juga saya pelajari agar lebih mengerti dan saya seimbangi dengan bertanya kepada teman saya dengan tujuan bertukar pikiran akan menambah wawasan bersama.
4.	Sumber atau Media Penunjang	Untuk mendukung pembelajaran kimia, media apa yang telah adik temukan dalam pembelajaran?	Menurut pengalaman yang telah saya gunakan selama ini, untuk media dalam pembelajaran yang saya temukan adalah sumber video dari youtube, modul yang diberikan guru saya, beserta pptnya.
		Bagaimana guru kimia adik menggunakan media itu? Apakah beliau mahir atau tidak?	Menurut saya, beliau (guru saya) mahir menggunakan atau memanfaatkan fasilitas media yang dipilih atau digunakannya.
		Apakah adik lebih memahami belajar kimia dengan media tersebut? Mengapa?	Menurut pendapat saya, saya memahami materi kimia menggunakan media tersebut karena aplikasi yang digunakan tidaklah membebani siswa atau sulit seperti banyak memakan ruang penyimpanan handphone, selain itu untuk membuka materi yang telah disediakan juga sangatlah mudah, jadi bisa memudahkan siswa kapanpun mengaksesnya.
		Menurut adik, apakah penggunaan buku sebagai bahan untuk belajar sudah optimal?	Menurut pendapat saya jika hanya menggunakan dan berpedoman pada buku saja kurang optimal untuk dilakukan karena keterbatasan kajian isi buku tidak bisa dipungkiri, jadi sebisa mungkin perbanyaklah sumber-sumber lain yang tentunya lengkap dan mudah.
		Selain buku, adakah sumber belajar lainnya yang digunakan oleh guru kimia adik saat mengajar di kelas? Bagaimana beliau menggunakannya?	Menurut pengalaman saya, sumber lain yang digunakan guru kimia saya yaitu berupa modul, ppt, dan aplikasi youtube. Beliau menggunakannya dengan cara membagikan link nya yang, kemudian siswa bisa langsung mengakses dan tertuju pada video materi kimia yang diberikan, beliau tidak hanya berpedoman pada 1 sumber saja.
		Selain buku, adakah sumber belajar lainnya yang adik gunakan dalam belajar?	Video pembelajaran dari youtube yang lebih terkhusus sesuai dengan materinya.
5.	Problematika atau kendala dalam pembelajaran pada pokok bahasan	Menurut adik, kendala apa yang sering adik temui dalam pembelajaran?	Menurut pendapat serta pengalaman saya, kendala yang saya alami ketika pembelajaran tengah berlangsung yaitu terkadang jaringan atau sinyal yang sulit dikendalikan sebab cuaca sangat berpengaruh terhadap sinyal, ditambah

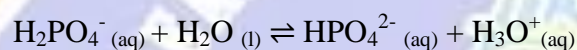
larutan penyangga		ketika masing-masing guru di segala mata pelajaran dominan memberikan video pembelajaran melalui youtube saat itulah siswa tidak bisa memprediksi keadaan kuota atau paketannya.
	Apa yang ditimbulkan dari kendala tersebut?	Menurut pengalaman saya, yang ditimbulkan dari kendala yang terjadi adalah ketika terdapat ulangan yang dilaksanakan ketika terjadi pengiriman sangat susah diprediksi karena jaringan atau sinyal hilang atau kuota tiba-tiba habis akan menyebabkan masalah karena jawaban bisa saja tidak terkirim.
	Apakah kendala adik dalam memahami materi kimia khususnya pada pokok bahasan larutan penyangga?	Menurut saya kendala yang dialami untuk materi kimia larutan penyangga yaitu masih kurang dalam menghitung pH larutan.
	Apa upaya yang adik lakukan untuk mengatasi kendala tersebut?	Menurut dari pengalaman saya, saya akan terus berlatih dan mencari sumber lain agar bisa mudah dimengerti dengan jelas cara menghitungnya atau saya bisa belajar dengan rekan atau teman saya untuk dijelaskan agar lebih paham.
	Apakah guru adik pernah memberi materi atau tugas yang harus diselesaikan oleh adik terlebih dahulu sebelum pembelajaran dilakukan?	Menurut pengalaman saya, guru kimia saya ketika memasuki bab baru beliau akan memberikan modul, ppt, ataupun video pembelajaran terlebih dahulu yang kemudian nantinya akan disusul dengan latihan.

Lampiran 08-A. Tes Prasyarat Larutan Penyangga**TES PRASYARAT LARUTAN PENYANGGA****Mata Pelajaran : Kimia****Kelas/Semester : XI/Genap****Waktu : 60 menit****Petunjuk Mengerjakan Soal**

1. Kerjakan soal-soal berikut pada lembar jawaban yang telah disediakan dan tidak diperkenankan mencorat-coret lembar soal ini!
2. Soal terdiri atas 15 butir soal objektif.
3. Bacalah setiap pertanyaan dengan hati-hati, kemudian pilih dan jawab option yang paling tepat serta berikan alasannya!

SOAL

1. Diketahui reaksi:



Pasangan asam basa konjugasinya adalah...

- A. H_2PO_4^- dan H_2O
 - B. HPO_4^{2-} dan H_3O^+
 - C. H_2PO_4^- dan H_3O^+
 - D. HPO_4^{2-} dan H_2O
 - E. H_2PO_4^- dan HPO_4^{2-}
2. Pada suatu percobaan, Andi mencelupkan kertas lakmus biru ke dalam larutan A. Ternyata kertas lakmus tersebut tidak berubah warna. Setelah itu, kertas lakmus merah dicelupkan ke dalam larutan A, ternyata kertas lakmus berubah menjadi biru. Kesimpulan yang tepat terhadap sifat larutan A yaitu...
 - A. Amfoter
 - B. Netral
 - C. Basa
 - D. Asam
 - E. Garam
 3. Larutan asam dapat bereaksi dengan basa membentuk air dan...
 - A. Garam
 - B. Gas H_2
 - C. Karbonat

- D. Gas CO₂
- E. Oksigen
4. Ikatan antara boron trifluorida dengan amonia merupakan ikatan kovalen. Boron trifluorida sebagai asam karena menerima pasangan elektron. Teori tersebut dikemukakan oleh
- A. Lowry
- B. Lewis
- C. Dalton
- D. Arrhenius
- E. Bronsted
5. Diketahui reaksi:
- $$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{HNO}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH}_2^+ + \text{NO}_2^-$$
- Spesi yang keduanya bersifat asam menurut teori Bronsted-Lowry adalah...
- A. CH₃COOH dan CH₃COOH₂⁺
- B. CH₃COOH dan NO₂⁻
- C. HNO₂ dan CH₃COOH₂⁺
- D. HNO₂ dan NO₂⁻
- E. CH₃COOH₂⁺ dan NO₂⁻
6. Berapakah pH larutan yang dibuat dari 0,001 mol KOH dalam 10 liter air...
- A. 10
- B. 12
- C. 11
- D. 7
- E. 4
7. Berikut adalah beberapa larutan.
- 1) (NH₄)₂SO₄
 - 2) K₃PO₄
 - 3) CH₃COONa
 - 4) NH₄Cl
 - 5) Na₂CO₃
- Pasangan garam yang bersifat asam ditunjukkan oleh nomor...
- A. 1) dan 4)
- B. 2) dan 3)
- C. 2) dan 4)
- D. 3) dan 4)

- E. 4) dan 5)
8. Garam-garam berikut bila dilarutkan dalam air akan mengalami hidrolisis dan larutannya bersifat basa adalah...
- A. KCN
 - B. K_2SO_4
 - C. NH_4CN
 - D. NH_4Cl
 - E. $(NH_4)_2SO_4$
9. Sebanyak 0.49 gram H_2SO_4 dilarutkan dalam 1 liter aquades. Jika Ar H = 1, Ar S = 32, dan O = 16 maka pH larutan yang terbentuk adalah
- A. $2 + \log 1$
 - B. $3 - \log 5$
 - C. $3 + \log 5$
 - D. $11 + \log 5$
 - E. $12 + \log 5$
10. Diantara garam berikut ini yang akan mengalami hidrolisis sempurna jika dilarutkan dalam air adalah....
- A. NaCN
 - B. NH_4CN
 - C. $(NH_4)_2SO_4$
 - D. $BaSO_4$
 - E. KCl
11. Senyawa $HClO_4$ dapat bersifat asam maupun basa. Reaksi yang menunjukkan bahwa $HClO_4$ basa adalah....
- A. $HClO_4 + NH_2^- \leftrightarrow ClO_4^- + NH_3$
 - B. $HClO_4 + NH_3 \leftrightarrow ClO_4^- + NH_4^+$
 - C. $HClO_4 + H_2O \leftrightarrow ClO_4^- + H_3O^+$
 - D. $HClO_4 + OH^- \leftrightarrow ClO_4^- + H_2O$
 - E. $HClO_4 + N_2H_5^+ \leftrightarrow H_2ClO_4^- + N_2H_4$
12. Diantara oksida berikut yang dalam air dapat membirukan kertas lakmus adalah
- A. CO_2
 - B. SO_2
 - C. NO_2
 - D. CaO

E. P_2O_5

13. Sifat korosif pada asam disebabkan oleh...

A. Ion Cl^-

B. Ion H^+

C. Ion Na^+

D. Ion H_3O^+

E. Ion OH^-

14. Diantara spesi berikut manakah yang tidak berlaku sebagai asam Bronsted-Lowry.....

A. NH_4^+

B. H_2O

C. HCO_3^-

D. CO_3^{2-}

E. H_2CO_3

15. Hitunglah pH larutan jika 17,1 gram $\text{Ba}(\text{OH})_2$ dilarutkan dalam air sehingga volume larutan menjadi 500 mL. (Ar Ba = 137; O = 16; H = 1)

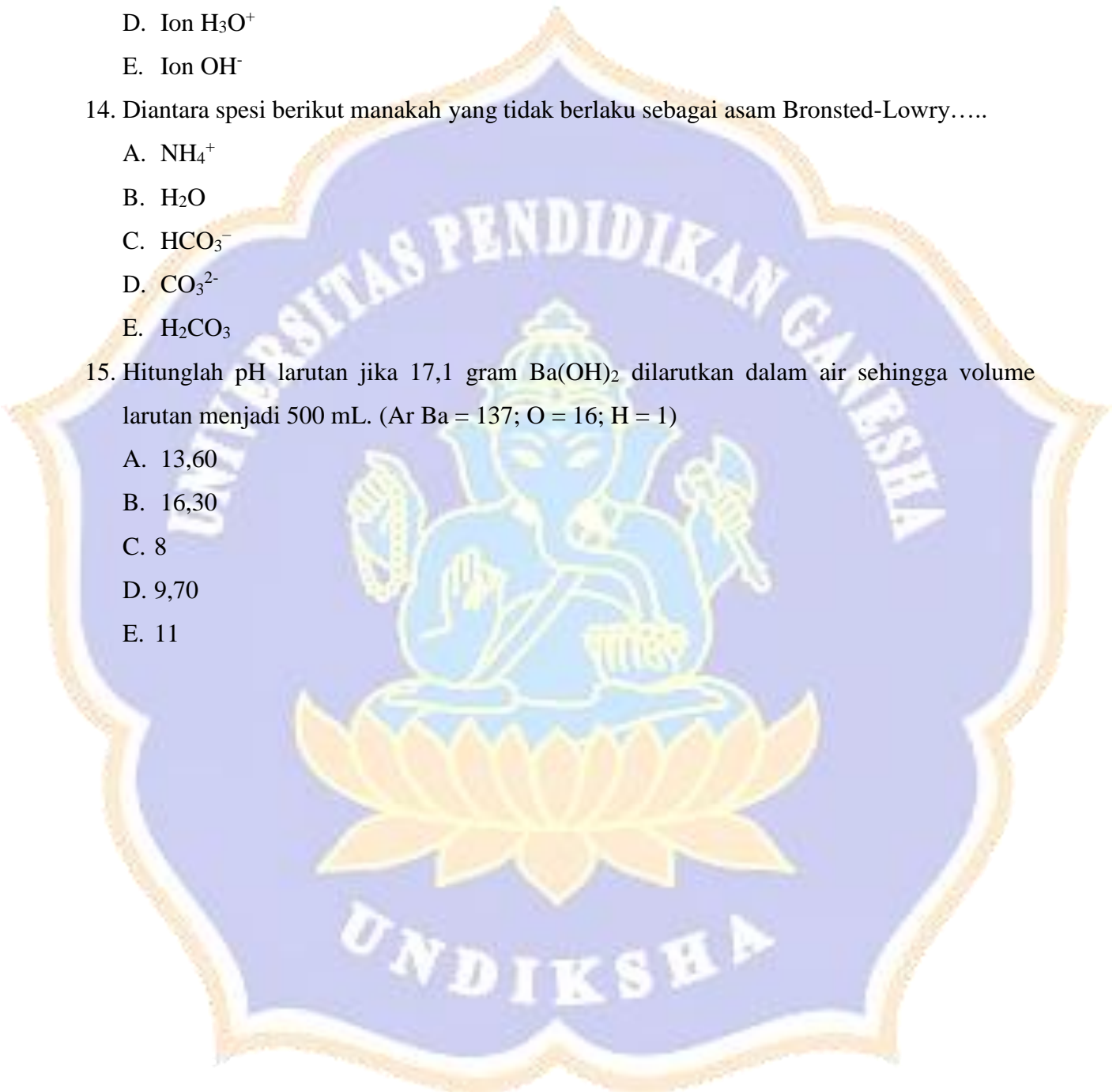
A. 13,60

B. 16,30

C. 8

D. 9,70

E. 11



Lampiran 08-B. Isi Kunci Tes Prasyarat

RUBRIK PENILAIAN DAN KUNCI JAWABAN
TES PRASYARAT LARUTAN PENYANGGA

No. Soal	Kunci Jawaban	Alasan	Skor Max	Bobot
1	E	Pada H_2PO_4^- bertindak sebagai pendonor proton (H^+) atau memberikan proton kepada H_2O , sehingga HPO_4^{2-} bertindak sebagai basa konjugasinya.	1	6,66
2	C	Basa akan menghasilkan ion hidroksida (OH^-). Larutan yang bersifat basa akan mampu mengubah lakmus merah menjadi lakmus biru. Lakmus biru akan tetap berwarna biru	1	6,66
3	A	Garam adalah senyawa yang dibentuk dari reaksi asam dan basa. Ion H^+ dari asam dan ion OH^- dari basa akan bergabung dan membentuk molekul air (H_2O), sedangkan anion dari asam dan kation dari basa akan berikatan membentuk senyawa garam.	1	6,66
4	B	Pada teori lewis, asam spesi yang bertindak sebagai penerima pasangan elektron (akseptor elektron), sedangkan basa spesi yang bertindak sebagai pemberi pasangan elektron (donor elektron).	1	6,66
5	C	HNO_2 bertindak sebagai spesi yang mendonorkan proton (H^+) kepada CH_3COOH , sedangkan $\text{CH}_3\text{COOH}_2^+$ juga bertindak sebagai spesi yang mendonorkan proton (H^+) sehingga menghasilkan CH_3COOH .	1	6,66
6	A	$[\text{OH}^-] = [\text{KOH}] = \frac{n}{V} = \frac{0,001 \text{ mol}}{10 \text{ liter}} = 10^{-4} \text{ M}$ $\text{pOH} = -\log [\text{H}^+]$ $\text{pOH} = -\log [10^{-4}] = 4$ $\text{pH} = 14 - 4 = 10$	1	6,66
7	A	Pada $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ terdiri atas asam kuat H_2SO_4 dan basa lemah NH_4OH dan pada NH_4Cl terdiri juga atas asam kuat HCl dan basa lemah NH_4OH .	1	6,66
8	A	Garam KCN yang terionisasi dalam air akan menghasilkan K^+ dan CN^- . Anion pada garam ini (anion basa yang menerima proton dari air) mengalami hidrolisis. Larutan garam yang terhidrolisis bersifat basa ($\text{pH} > 7$).	1	6,66
9	A	H_2SO_4 0,49 gram dalam 1 liter ($M_r = 98 \text{ g/mol}$) $M = \frac{\text{gram}}{M_r} \times \frac{1000}{\text{Volume (mL)}}$ $M = \frac{0,49 \text{ gram}}{98 \text{ g/mol}} \times \frac{1000}{1000}$ $M = 5 \times 10^{-3}$ $[\text{H}^+] = M \cdot n$ $[\text{H}^+] = 5 \times 10^{-3} \times 2 = 10^{-2}$	1	6,66

		$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log 10^{-2} = 2$ atau $2 + \log 1$		
10	B	Yang mengalami hidrolisis sempurna adalah garam dari asam lemah dan basa lemah. $\text{NaCN} \rightarrow$ hidrolisis sebagian karena merupakan garam dari basa kuat dan asam lemah. $\text{NH}_4\text{CN} \rightarrow$ hidrolisis sempurna karena merupakan garam dari basa lemah dan asam lemah. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightarrow$ hidrolisis sebagian karena merupakan garam dari basa lemah dan asam kuat. $\text{BaSO}_4 \rightarrow$ tidak terhidrolisis karena merupakan garam dari basa kuat dan asam kuat. $\text{KCl} \rightarrow$ tidak terhidrolisis karena merupakan garam dari basa kuat dan asam kuat.	1	6,66
11	E	HClO_4 bersifat basa jika menerima H^+ menjadi H_2ClO_4^+	1	6,66
12	D	Lakmus merah berubah menjadi lakmus biru jika dalam larutan basa. Oksida yang bersifat basa jika dilarutkan dalam air adalah oksida logam (= oksida basa), yaitu oksida dari unsur logam.	1	6,66
13	B	Ion H^+ menyebabkan korosi karena adanya ion ini menunjukkan tingkat keasaman. Semakin banyak ion H^+ berarti semakin tinggi keasaman. Keasaman tinggi menunjukkan tingkat korosi yang tinggi.	1	6,66
14	D	Berdasarkan teori Bronsted-Lowry, asam didefinisikan sebagai pendonor 1 ion H^+ pada basa, dan basa didefinisikan sebagai penerima 1 ion H^+ dari asam. Spesi yang tidak memiliki atom H tidak dapat berperan sebagai pendonor H^+ , oleh karena itu spesi yang tidak berlaku sebagai asam Bronsted-Lowry ialah CO_3^{2-}	1	6,66
15	A	$[\text{Ba}(\text{OH})_2] = \frac{17,1}{171} \times \frac{1000}{500} = 0,2 \text{ M}$ $\text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^-$ $0,2 \text{ M} \quad 0,2 \text{ M} \quad 0,2 \text{ M}$ $[\text{OH}^-] = 2 \times 0,2 \text{ M} = 0,4 \text{ M}$ $\text{pOH} = -\log 0,4 = -\log 4 \times 10^{-1} = 1 - \log 4$ $\text{pH} = 14 - \text{pOH}$ $\text{pH} = 14 - (1 - \log 4)$ $\text{pH} = 13 + \log 4 = 13 + 0,60 = 13,60$	1	6,66

$$\text{Skor akhir} = \frac{\text{Jumlah soal yang benar}}{\text{Jumlah total soal}} \times 100$$

Lampiran 08-C. Hasil Tes Prasyarat

HASIL TES PRASYARAT SISWA

LARUTAN PENYANGGA

No.	No. Absen	Nama Siswa	Kelas	Skor	Skor Akhir (skor x 6,66)
1	1	Anggi Ighfirlia	XI MIPA 5	11	73,26
2	2	Aquila Meidina Enzi	XI MIPA 5	8	53,28
3	3	Bagas Prasetya Wibowo	XI MIPA 5	14	93,24
4	4	Bagus Arnovario Wibowo	XI MIPA 5	11	73,26
5	5	Gede Satya Mas Gautama	XI MIPA 5	10	66,6
6	6	Gede Sri Paramananda	XI MIPA 5	11	73,26
7	7	Gede Yudha Ardyaputra	XI MIPA 5	13	86,58
8	8	I Gede Luhur Surya Atmaja	XI MIPA 5	15	100
9	9	I Gusti Ayu Agung Dedes Yasmawangi	XI MIPA 5	12	79,92
10	10	I Gusti Bagus Aditya Padangan A.Tw	XI MIPA 5	13	86,58
11	11	I Gusti Ngurah Bagus Wirakusuma Wardana	XI MIPA 5	11	73,26
12	12	I Kadek Bobby Angga Sastrawan	XI MIPA 5	10	66,6
13	13	Kadek Ari Maha Artha	XI MIPA 5	13	86,58
14	14	Kadek Viky Rua Mahendra	XI MIPA 5	15	100
15	15	Ketut Ayu Dewi Puspadi	XI MIPA 5	12	79,92
16	16	Ketut Harita Nayaka Dewi Nugraha	XI MIPA 5	8	53,28
17	17	Ketut Seri Sasti Dewiyani	XI MIPA 5	10	66,6
18	18	Komang Agustin Anggarani	XI MIPA 5	11	73,26
19	19	Komang Geny Andhika Nata Tirta	XI MIPA 5	15	100
20	20	Komang Harum Barlianty Suari	XI MIPA 5	9	59,94
21	21	Komang Linda Mahardika	XI MIPA 5	15	100
22	22	Komang Regina Triana	XI MIPA 5	9	59,94
23	23	Laisya Puspita Wulan Anjani	XI MIPA 5	12	79,92
24	24	Luh Renata Caltiana Gunawan	XI MIPA 5	12	79,92
25	25	Luh Sasmitha Kiara Dewi	XI MIPA 5	13	86,58
26	26	Made Anggie Stephanandra Maheswari	XI MIPA 5	15	100
27	27	Made Istri Widiantari Dewi	XI MIPA 5	9	59,94
28	28	Made Thiery Gulshara	XI MIPA 5	13	86,58
29	29	Nadiva Zhafira	XI MIPA 5	10	66,6
30	30	Ni Putu Devira Reysa Kasindradani	XI MIPA 5	12	79,92
31	31	Pasya Rafi Kurniansyah	XI MIPA 5	10	66,6
32	32	Putu Restu Junita Narayani	XI MIPA 5	12	79,92
33	33	Putu Sindi Yunia Putri	XI MIPA 5	12	79,92
34	34	Yuniar Faizati	XI MIPA 5	9	59,94

Lampiran 09-A. Lembar Penilaian Ahli Isi

LEMBAR PENILAIAN AHLI ISI TERHADAP MODUL PEMBELAJARAN BERBANTUAN VIDEO PEMBUKTIAN HIPOTESIS PADA POKOK BAHASAN LARUTAN PENYANGGA

Judul Penelitian : Pengembangan Modul Pembelajaran Berbantuan Video Pembuktian Hipotesis Untuk Mendukung Inkuiri Terbimbing Pada Pokok Bahasan Larutan Penyangga

Peneliti : Kadek Ega Suryani
 Pokok Bahasan : Larutan Penyangga
 Validator :
 Jabatan :

A. Tujuan

Tujuan dari penggunaan instrumen ini adalah untuk mengukur kelayakan isi atau konten dan penyajian modul pembelajaran dan video pembuktian hipotesis yang telah dikembangkan.

B. Petunjuk

1. Dimohonkan kepada Ibu/Bapak dapat membaca dan mencermati terlebih dahulu modul pembelajaran dan video pembuktian hipotesis yang telah dikembangkan dengan seksama.
2. Dimohon Ibu/Bapak dapat memberikan penilaian yang ditinjau dari beberapa aspek dan komentar/masukan untuk merevisi modul pembelajaran dan video pembuktian hipotesis yang telah disusun peneliti.
3. Dimohon Ibu/Bapak memberi penilaian pada masing-masing item kuesioner dengan memberi tanda centang (√) pada setiap pernyataan penilaian dalam kolom SK (Sangat kurang), K (Kurang), B (Baik) atau SB (Sangat baik) sesuai dengan pendapat Ibu/Bapak.
4. Sangat diharapkan Ibu/Bapat dapat memberikan komentar/masukan yang semestinya diperlukan selain yang sudah termasuk dalam butir-butir kuesioner terkait dengan perangkat pembelajaran yang saya buat. Mohon komentar/masukan tersebut dapat ditulis dalam kolom yang telah disediakan.

C. Penilaian

No	Indikator Penilaian	No	Butir Penilaian	Alternatif Pilihan			
				SK	K	B	SB
I. Kelayakan Isi pada Modul Pembelajaran							
A.	Kesesuain Isi dengan KD	1	Kelengkapan isi/materi				
		2	Kejelasan sistematika penyajian isi/materi				

		3	Isi dan konteks/proses kegiatan-kegiatan sesuai dengan tujuan dan indikator kompetensi				
		4	Efektivitas (relevansi dan ketepatan) deskripsi isi/materi dalam menyajikan pemahaman secara komprehensif				
		5	Kecukupan dukungan fenomena untuk penerapan pendekatan saintifik dengan pola induktif yang meliputi mengamati, menanya, mengumpulkan data/informasi, mengasosiasi, dan mengkomunikasikan				
B.	Keakuratan Materi	6	Keakuratan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif				
		7	Keakuratan contoh-contoh dan ilustrasi.				
		8	Keakuratan isi dan fungsi tabel, gambar, dan/atau informasi/data mendukung penyajian materi secara komprehensif				
		9	Keakuratan istilah-istilah.				
		10	Keakuratan notasi, simbol, dan ikon.				
		11	Cakupan materi sesuai dengan karakteristik belajar kimia yakni mengoptimalkan pemberdayaan aspek makroskopik (sifat teramati), mikroskopik (partikel materi), dan simbolik dalam rangka pemahaman secara komprehensif (pengetahuan, proses, dan sikap sains) tentang larutan penyangga				
		12	Keakuratan acuan pustaka.				
C.	Kemutakhiran Materi	13	Kesesuaian materi dengan perkembangan ilmu kimia.				
		14	Pelibatan aspek-aspek keterampilan proses sains (ilmiah) dalam penyajian materi sesuai untuk siswa SMA				

		15	Contoh dalam kehidupan sehari-hari				
		16	Animasi dinamik (bergerak) aspek sub-mikroskopik (partikel materi)				
		17	Gambar, diagram dan/atau ilustrasi dalam kehidupan sehari-hari.				
		18	Kemutakhiran pustaka.				
D.	Mendorong keingintahuan	19	Kesesuaian dan ketepatan lembar kerja pada modul berupa butir-butir sikap mengobservasi/mengukur aspek sikap siswa selama proses pembelajaran mendukung tahapan pendekatan saintifik dengan pola induktif				
			(19.1) Mengukur rasa ingin tahu/antusiasme dan disiplin siswa				
			(19.2) Mengukur objektivitas (kejujuran dan keterbukaan) siswa				
			(19.3) Mengukur keuletan dan ketelitian siswa				
			(19.4) Mengukur sikap kritis				
			(19.5) Mengukur sikap kreatif dan inovatif siswa				
			(19.6) Mengukur sikap responsif & proaktif serta bijaksana siswa				
			(19.7) Mengukur tanggung jawab				
		20	Menciptakan kemampuan bertanya				
II. Komponen Penyajian pada Modul Pembelajaran							
A.	Teknik Penyajian	1	Konsistensi sistematika sajian materi.				
		2	Organisasi konsep (sistematis sesuai dengan hirarki konsep dan penggunaan pendekatan saintifik dengan pola induktif)				
		3	Kemudahan materi untuk dipahami.				
		4	Konsistensi penyajian				

			isi/materi mengikuti tahapan saintifik dengan pola induktif (mengamati, menanya, mengumpulkan data/informasi, mengasosiasi, dan mengkomunikasikan)				
		5	Penyajian materi pada setiap fase/tahapan saintifik 5M konsisten dengan pendekatan induktif yang menerapkan keterampilan proses sains.				
B.	Pendukung Penyajian	6	Kejelasan sistematika penyajian kegiatan-kegiatan				
		7	Kejelasan petunjuk cara penggunaan setiap kegiatan pada lembar kerja dalam modul				
		8	Relevansi dan kejelasan kegiatan (pertanyaan/tugas) pengayaan pada lembar kerja dalam modul menguatkan <i>outcome</i> pembelajaran konsep (pemahaman dan penerapan konsep dalam pemecahan masalah secara rasional/ilmiah)				
		9	Gambar/tabel membantu memudahkan memahami materi				
		10	Penyajian materi pelajaran sesuai dengan karakteristik belajar kimia yakni mengoptimalkan pemberdayaan tiga level representasi kimia (aspek makroskopik, sub-mikroskopik, dan simbolik) dalam rangka pemahaman secara komprehensif				
		11	Glosarium				
		12	Rangkuman				
		13	Daftar Pustaka.				
I. Kelayakan Isi pada Video Pembuktian Hipotesis							
A.	Kesesuaian isi	1	Kejelasan organisasi penyajian konsep dan isi/materi				
		2	Isi dan konteks/proses kegiatan-kegiatan				

			mengoptimalkan pemahaman secara komprehensif (pengetahuan, proses, dan sikap sains) tentang larutan penyangga.				
		3	Kejelasan bimbingan penyajian dalam pembuktian hipotesis dan analisis data menuju penarikan kesimpulan				
B.	Keakuratan materi	4	Keakuratan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif				
		5	Kejelasan hal-hal yang harus diamati/diukur dan cara penyajian hasil pengamatan dari setiap unit penggunaan video yang melibatkan partisipasi siswa				
		6	Kejelasan petunjuk atau bimbingan penyajian dalam pembuktian hipotesis dan analisis data menuju penarikan kesimpulan yang melibatkan penggunaan gambar dan tabel.				
		7	Keakuratan isi dan fungsi tabel, gambar, dan/atau informasi/data mendukung penyajian materi secara komprehensif				
			(7.1) Aspek makroskopik				
			(7.2) Aspek sub-mikroskopik (partikulat statik maupun dinamik)				
			(7.3) Simbolik				
C.	Kemutakhiran materi	8	Cakupan isi media sesuai dengan karakteristik belajar kimia yakni mengoptimalkan pemberdayaan aspek:				
			(8.1) Makroskopik				
			(8.2) Sub-mikroskopik (partikulat statik maupun dinamik/bergerak) yang relevan				
			(8.3) Simbolik				
		9	Pelibatan aspek-aspek keterampilan proses sains (ilmiah) dalam penyajian				

			materi sesuai untuk siswa SMA				
D.	Mendorong keingintahuan	10	Mendorong rasa ingin tahu/antusiasme				
		11	Menciptakan kemampuan untuk menganalisis atas informasi yang diperoleh				
II. Komponen Penyajian pada Video Pembuktian Hipotesis							
A.	Teknik penyajian	1	Penyajian isi media untuk model inkuiri terbimbing dengan penalaran induktif yang mengakomodasi pendekatan saintifik (5M) secara konsisten yakni:				
			(1.1) Menyelidiki sebuah fenomena/masalah sesuai dengan sintak pertama inkuiri terbimbing mengakomodasi fase mengamati (M1) sesuai kegiatan 5M				
			(1.2) Memfokuskan pada pertanyaan sesuai dengan sintak kedua inkuiri terbimbing mengakomodasi fase menanya (M2) sesuai kegiatan 5M				
			(1.3) Merencanakan investigasi sesuai dengan sintak ketiga inkuiri terbimbing mengakomodasi fase mengumpulkan data (M3) sesuai kegiatan 5M				
			(1.4) Melaksanakan investigasi sesuai dengan sintak keempat inkuiri terbimbing mengakomodasi fase mengumpulkan data (M3) sesuai kegiatan 5M				
			(1.5) Menganalisis data dan bukti sesuai dengan sintak kelima inkuiri terbimbing mengakomodasi fase				

			mengasosiasi (M4) sesuai kegiatan 5M				
			(1.6) Membangun pengetahuan baru sesuai dengan sintak keenam inkuiri terbimbing mengakomodasi fase mengasosiasi (M4) sesuai kegiatan 5M				
			(1.7) Mengkomunikasikan pengetahuan baru sesuai dengan sintak ketujuh inkuiri terbimbing mengakomodasi fase mengkomunikasikan (M5) sesuai kegiatan 5M				
		2.	Konsistensi urutan sajian isi video mengikuti tahapan pembelajaran saintifik dengan pola induktif pada langkah:				
			(2.1) Mengamati				
			(2.2) Menanya (merumuskan masalah investigatif)				
			(2.3) Mengumpulkan informasi (merumuskan hipotesis, membuat rancangan kegiatan pembuktian hipotesis, dan melaksanakan kegiatan pembuktian hipotesis)				
			(2.4) Mengasosiasi (analisis data)				
			(2.5) Mengkomunikasikan				
B.	Pendukung penyajian	3	Kejelasan sistematika penyajian kegiatan-kegiatan				
		4	Pengantar yang disajikan sudah mampu mengantarkan isi dari konsep materi				
		5	Kejelasan petunjuk/bimbingan penyajian dan/atau analisis menuju penarikan kesimpulan yang melibatkan penggunaan gambar dan tabel				

		6	Kejelasan gambar atau tabel dalam menguatkan penyajian konsep/materi				
		7	Petunjuk dalam mendukung pengarahannya penarikan kesimpulan dan pemaknaan terhadap temuan/kesimpulan				

D. Komentar/Masukan

Komentar dan masukan Ibu/Bapak terutama selain masukan yang sudah terwakili oleh penilaian dalam butir-butir kuesioner mohon dituliskan di bawah ini.



Kesimpulan

Media pembelajaran ini dinyatakan *):

1. Layak digunakan tanpa ada revisi.
2. Layak digunakan dengan revisi.
3. Tidak layak digunakan.

*): *Lingkari salah satu*

Singaraja,

2021

Validator,

.....
NIP.

Lembar Penilaian 09-B. Lembar Penilaian Ahli Bahasa

**LEMBAR PENILAIAN AHLI BAHASA
TERHADAP MODUL PEMBELAJARAN BERBANTUAN VIDEO
PEMBUKTIAN HIPOTESIS PADA POKOK BAHASAN
LARUTAN PENYANGGA**

Judul Penelitian : Pengembangan Modul Pembelajaran Berbantuan Video Pembuktian Hipotesis Untuk Mendukung Inkuiri Terbimbing Pada Pokok Bahasan Larutan Penyangga

Peneliti : Kadek Ega Suryani
Pokok Bahasan : Larutan Penyangga
Validator :
Jabatan :

A. Tujuan

Tujuan dari penggunaan instrumen ini adalah untuk menilai kelayakan bahasa yang digunakan dalam modul pembelajaran dan video pembuktian hipotesis yang telah dikembangkan.

B. Petunjuk

1. Dimohonkan kepada Ibu/Bapak dapat membaca dan mencermati terlebih dahulu modul pembelajaran dan video pembuktian hipotesis yang telah dikembangkan dengan seksama.
2. Dimohon Ibu/Bapak dapat memberikan penilaian yang ditinjau dari beberapa aspek dan komentar/masukan untuk merevisi modul pembelajaran dan video pembuktian hipotesis yang telah disusun peneliti.
3. Dimohon Ibu/Bapak memberi penilaian pada masing-masing item kuesioner dengan memberi tanda centang (√) pada setiap pernyataan penilaian dalam kolom SK (Sangat kurang), K (Kurang), B (Baik) atau SB (Sangat baik) sesuai dengan pendapat Ibu/Bapak.
4. Sangat diharapkan Ibu/Bapat dapat memberikan komentar/masukan yang semestinya diperlukan selain yang sudah termasuk dalam butir-butir kuesioner terkait dengan perangkat pembelajaran yang saya buat. Mohon komentar/masukan tersebut dapat ditulis dalam kolom yang telah disediakan.

C. Penilaian

No	Indikator Penilaian	No	Butir Penilaian	Alternatif Pilihan			
				SK	K	B	SB
A.	Lugas	1	Kalimat yang digunakan mewakili isi pesan atau informasi yang ingin disampaikan				

		2	Kalimat yang digunakan sederhana dan langsung ke sasaran (efektif)				
B.	Komunikatif	3	Menggunakan bahasa yang komunikatif (mudah dipahami)				
		4	Bahasa yang digunakan memotivasi peserta didik untuk menyimak				
C.	Kesesuaian dengan perkembangan peserta didik	5	Bahasa yang digunakan sesuai dengan perkembangan kognitif peserta didik				
		6	Bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat kematangan emosional peserta didik				
D.	Kesesuaian dengan kaidah kebahasaan	7	Tata kalimat yang digunakan mengacu pada kaidah tata Bahasa Indonesia				
		8	Istilah yang digunakan sesuai dengan Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI)				
		9	Ejaan yang digunakan mengacu kepada pedoman Ejaan Bahasa Indonesia (EBI)				
E.	Penggunaan istilah, simbol, atau ikon	10	Konsistensi penggunaan istilah				
		11	Konsistensi penggunaan simbol atau ikon				
		12	Konsistensi penggunaan rumus/persamaan reaksi				

D. Komentar/Masukan

Komentar dan masukan Ibu/Bapak terutama selain masukan yang sudah terwakili oleh penilaian dalam butir-butir kuesioner mohon dituliskan di bawah ini.



UNDIKSHA

Kesimpulan

Media pembelajaran ini dinyatakan *):

4. Layak digunakan tanpa ada revisi.
5. Layak digunakan dengan revisi.
6. Tidak layak digunakan.

*): *Lingkari salah satu*

Singaraja,

2021

Validator,

.....
NIP.



Lampiran 09-C. Lembar Penilaian Ahli Media

LEMBAR PENILAIAN AHLI MEDIA TERHADAP MODUL PEMBELAJARAN BERBANTUAN VIDEO PEMBUKTIAN HIPOTESIS PADA POKOK BAHASAN LARUTAN PENYANGGA

Judul Penelitian : Pengembangan Modul Pembelajaran Berbantuan Video Pembuktian Hipotesis Untuk Mendukung Inkuiri Terbimbing Pada Pokok Bahasan Larutan Penyangga

Peneliti : Kadek Ega Suryani
 Pokok Bahasan : Larutan Penyangga
 Validator :
 Jabatan :

A. Tujuan

Tujuan dari penggunaan instrumen ini adalah untuk menilai media/grafika modul pembelajaran dan video pembuktian hipotesis yang telah dikembangkan.

B. Petunjuk

1. Dimohonkan kepada Ibu/Bapak dapat membaca dan mencermati terlebih dahulu modul pembelajaran dan video pembuktian hipotesis yang telah dikembangkan dengan seksama.
2. Dimohon Ibu/Bapak dapat memberikan penilaian yang ditinjau dari beberapa aspek dan komentar/masukan untuk merevisi modul pembelajaran dan video pembuktian hipotesis yang telah disusun peneliti.
3. Dimohon Ibu/Bapak memberi penilaian pada masing-masing item kuesioner dengan memberi tanda centang (√) pada setiap pernyataan penilaian dalam kolom SK (Sangat kurang), K (Kurang), B (Baik) atau SB (Sangat baik) sesuai dengan pendapat Ibu/Bapak.
4. Sangat diharapkan Ibu/Bapat dapat memberikan komentar/masukan yang semestinya diperlukan selain yang sudah termasuk dalam butir-butir kuesioner terkait dengan perangkat pembelajaran yang saya buat. Mohon komentar/masukan tersebut dapat ditulis dalam kolom yang telah disediakan.

C. Penilaian

No	Indikator Penilaian	No	Butir Penilaian	Alternatif Pilihan			
				SK	K	B	SB
I. Aspek Kelayakan Grafika pada Modul Pembelajaran							
A.	Ukuran modul	1	Kesesuaian ukuran modul dengan standar ISBN A4 (21 cm x 29.7 cm)				
		2	Kesesuaian ukuran dengan				

			materi isi modul				
B.	Desain sampul modul (<i>Cover</i>)	3	Kemenarikan desain cover (desain cover menggambarkan materi dan dapat membuat siswa tertarik untuk mempelajari bahan ajar).				
		4	Huruf yang digunakan menarik dan mudah dibaca				
		5	Ukuran huruf judul pada modul lebih dominan dan proporsional dibandingkan ukuran modul dan nama pengarang.				
		6	Warna judul modul kontras dengan warna latar belakang.				
C.	Desain isi modul	7	Penempatan judul, sub judul, ilustrasi, dan keterangan gambar tidak mengganggu pemahaman				
		8	Kemenarikan <i>font</i> seperti ukuran dan warna huruf				
		9	Penggunaan variasi huruf (<i>Bold, Italic, all capital, small capital</i>) tidak berlebihan.				
		10	Spasi antara teks dan ilustrasi sesuai				
		11	Ketepatan ukuran gambar atau tabel				
		12	Ketepatan tata letak/penampilan gambar atau tabel				
		13	Kesesuaian gambar atau tabel dengan materi				
		14	Kejelasan tampilan gambar (gambar yang disajikan jelas dan bisa dipahami)				
		15	Kejelasan penyajian tabel (ukuran huruf pada tabel, pesan pada tabel singkat, padat, dan jelas)				
II. Aspek Kelayakan Grafika pada Video Pembuktian Hipotesis							
A.	Gambar dan latar belakang	1	Gambar yang digunakan sesuai dengan materi yang disajikan				
		2	Gambar dan latar belakang				

			yang digunakan memiliki kualitas yang baik				
		3	Gambar dan latar belakang yang digunakan menarik				
		4	Gambar dan latar belakang yang digunakan memiliki ukuran yang proporsional				
		5	Tata letak gambar yang digunakan sesuai				
B.	Tabel	6	Tabel yang digunakan menarik				
		7	Tabel yang digunakan memiliki ukuran yang proporsional				
		8	Tata letak tabel yang digunakan sesuai				
C.	Teks	9	Jenis huruf dan warna yang digunakan pada teks menarik				
		10	Ukuran huruf yang digunakan proporsional				
		11	Teks yang ditampilkan dapat terbaca dengan jelas				
D.	Suara dan musik	12	Musik yang digunakan tidak mengganggu suara presenter				
		13	Musik yang digunakan menarik				
		14	Suara presenter/narasi jelas				
		15	Kecepatan suara presenter/narasi sesuai dengan materi yang disampaikan				
E.	Animasi dan transisi	16	Animasi dan warna yang digunakan menarik				
		17	Transisi yang digunakan menarik				
F.	Penyajian kegiatan pembelajaran	18	Langkah-langkah pembelajaran dalam video sesuai dengan strategi saintifik				
		19	Durasi penyajian materi pembelajaran dalam video tepat (tidak terlalu lama atau membosankan)				
		20	Penyajian materi pembelajaran dapat mempermudah siswa untuk memahami				

D. Komentor/Masukan

Komentor dan masukan Ibu/Bapak terutama selain masukan yang sudah terwakili oleh penilaian dalam butir-butir kuesioner mohon dituliskan di bawah ini.



Kesimpulan

Media pembelajaran ini dinyatakan *):

7. Layak digunakan tanpa ada revisi.
8. Layak digunakan dengan revisi.
9. Tidak layak digunakan.

*): *Lingkari salah satu*

Singaraja,
Validator,

2021

.....
NIP.

Lampiran 09-D. Lembar Penilaian Praktisi

LEMBAR PENILAIAN PRAKTISI TERHADAP MODUL PEMBELAJARAN BERBANTUAN VIDEO PEMBUKTIAN HIPOTESIS PADA POKOK BAHASAN LARUTAN PENYANGGA

Judul Penelitian : Pengembangan Modul Pembelajaran Berbantuan Video Pembuktian Hipotesis Untuk Mendukung Inkuiri Terbimbing Pada Pokok Bahasan Larutan Penyangga

Peneliti : Kadek Ega Suryani
 Pokok Bahasan : Larutan Penyangga
 Validator :
 Jabatan :

A. Tujuan

Tujuan dari penggunaan instrumen ini adalah untuk mengetahui validitas modul pembelajaran dan video pembuktian hipotesis yang telah dikembangkan.

B. Petunjuk

1. Dimohonkan kepada Ibu/Bapak dapat membaca dan mencermati terlebih dahulu modul pembelajaran dan video pembuktian hipotesis yang telah dikembangkan dengan seksama.
2. Dimohon Ibu/Bapak dapat memberikan penilaian yang ditinjau dari beberapa aspek dan komentar/masukan untuk merevisi modul pembelajaran dan video pembuktian hipotesis yang telah disusun peneliti.
3. Dimohon Ibu/Bapak memberi penilaian pada masing-masing item kuesioner dengan memberi tanda centang (√) pada setiap pernyataan penilaian dalam kolom SK (Sangat kurang), K (Kurang), B (Baik) atau SB (Sangat baik) sesuai dengan pendapat Ibu/Bapak.
4. Sangat diharapkan Ibu/Bapat dapat memberikan komentar/masukan yang semestinya diperlukan selain yang sudah termasuk dalam butir-butir kuesioner terkait dengan perangkat pembelajaran yang saya buat. Mohon komentar/masukan tersebut dapat ditulis dalam kolom yang telah disediakan.

C. Penilaian

No.	Butir Penilaian	Alternatif Pilihan				Masukan
		SK	K	B	SB	
Modul Pembelajaran						
Secara Umum						
1.	Sistematika penyajian kegiatan pembelajaran dengan langkah pendekatan saintifik dan model inkuiri					

	terbimbing sesuai					
2.	Organisasi penyajian kegiatan pembelajaran dengan langkah pendekatan saintifik dan model inkuiri terbimbing konsisten					
3.	Bahasa yang digunakan jelas (baku, sederhana, tidak multi tafsir/tidak menimbulkan makna ganda)					
4.	Petunjuk/arahan belajar melalui modul pembelajaran jelas					
Isi						
1.	Tujuan pembelajaran sesuai dengan KI, KD, dan indikator pembelajaran					
2.	Relevansi dan kecukupan dukungan materi pembelajaran untuk pencapaian tujuan dan indikator kompetensi					
3.	Kesesuaian konsep atau isi materi dengan perkembangan siswa SMA sehingga peluang penguasaannya oleh siswa tinggi (flausibel)					
4.	Kejelasan dukungan gambar dan/atau informasi/penyajian materi secara komprehensif					
5.	Relevansi dan kejelasan kegiatan (pertanyaan/tugas) pengayaan menguatkan <i>outcome</i> pembelajaran (pemahaman dan penerapan konsep dalam pemecahan masalah secara rasional/ilmiah)					
6.	Kecukupan dukungan fenomena untuk penerapan pendekatan saintifik dengan pola induktif yang meliputi mengamati, menanya, mengumpulkan data/informasi, mengasosiasi, dan mengkomunikasikan					
7.	Cakupan materi pelajaran sesuai dengan karakteristik belajar kimia yakni mengoptimalkan pemberdayaan aspek makroskopis, mikroskopis, dan simbolik tentang larutan penyangga					
Video Pembuktian Hipotesis						
Secara Umum						
1.	Tampilan video pembelajaran menarik					
2.	Sistematika penyajian video pembelajaran dengan pola pikir induktif sesuai					
3.	Organisasi penyajian video pembelajaran dengan pola pikir induktif konsisten					

4.	Tujuan pembelajaran yang ditampilkan dengan materi yang disajikan sesuai					
5.	Relevansi dan kecukupan (tetapi tidak berlebihan) video untuk mendukung pencapaian tujuan dan indikator kompetensi					
6.	Bahasa yang digunakan jelas (baku, sederhana, tidak multi tafsir/tidak menimbulkan makna ganda)					
Isi						
1.	Kombinasi warna latar belakang dan teks sesuai (nyaman dilihat)					
2.	Jenis huruf yang digunakan memiliki tingkat keterbacaan tinggi					
3.	Narasi pada video pembelajaran jelas					
4.	<i>Backsound</i> yang digunakan tidak menginterferensi penyampaian materi pembelajaran					
5.	Durasi video pembelajaran tidak lebih dari 30 menit					
6.	Penataan objek (gambar dan animasi) dan teks seimbang					
7.	Objek (gambar dan animasi) yang digunakan jelas					
8.	Objek (gambar dan animasi) yang digunakan mendukung materi pelajaran					
9.	Isi video sesuai dengan perkembangan belajar siswa SMA sehingga peluang penguasaannya oleh siswa tinggi (flausibel)					
10.	Kejelasan petunjuk dalam mendukung pengarahannya penarikan kesimpulan terhadap pembuktian hipotesis dan pemaknaan terhadap temuan/kesimpulan					
Modul dan Video Pembuktian Hipotesis sebagai Media Pembelajaran						
1.	Modul pembelajaran dan video mudah digunakan oleh guru dan siswa					
2.	Modul pembelajaran dan video dapat digunakan dalam pembelajaran secara tatap muka dan secara daring					
3.	Modul pembelajaran dan video dapat diakses setiap saat					
4.	Modul pembelajaran dan video relevan sebagai media pembelajaran					
5.	Modul pembelajaran dan video dapat dipadukan dengan sumber belajar lainnya terkait dengan pokok bahasan larutan penyangga					

6.	Modul pembelajaran dan video membangkitkan minat belajar siswa					
7.	Modul pembelajaran dan video memacu siswa untuk belajar mandiri					

D. Komentor/Masukan

Komentor dan masukan Ibu/Bapak terutama selain masukan yang sudah terwakili oleh penilaian dalam butir-butir kuesioner mohon dituliskan di bawah ini.



Kesimpulan

Media pembelajaran ini dinyatakan *):

10. Layak digunakan tanpa ada revisi.

11. Layak digunakan dengan revisi.

12. Tidak layak digunakan.

*): *Lingkari salah satu*

Singaraja,
Validator,

2021

.....
NIP.

Lampiran 10-A. Hasil Validasi Ahli Isi

**LEMBAR PENILAIAN AHLI ISI
TERHADAP MODUL PEMBELAJARAN BERBANTUAN VIDEO
PEMBUKTIAN HIPOTESIS PADA POKOK BAHASAN
LARUTAN PENYANGGA**

Judul Penelitian : Pengembangan Modul Pembelajaran Berbantuan Video Pembuktian Hipotesis Untuk Mendukung Inkuiri Terbimbing Pada Pokok Bahasan Larutan Penyangga

Peneliti : Kadek Ega Suryani
Pokok Bahasan : Larutan Penyangga
Validator : I Wayan Muderawan, Ph.D.
Jabatan : Dosen Jurusan Kimia

A. Tujuan

Tujuan dari penggunaan instrumen ini adalah untuk mengukur kelayakan isi atau konten dan penyajian modul pembelajaran dan video pembuktian hipotesis yang telah dikembangkan.

B. Petunjuk

1. Dimohonkan kepada Ibu/Bapak dapat membaca dan mencermati terlebih dahulu modul pembelajaran dan video pembuktian hipotesis yang telah dikembangkan dengan seksama.
2. Dimohon Ibu/Bapak dapat memberikan penilaian yang ditinjau dari beberapa aspek dan komentar/masukan untuk merevisi modul pembelajaran dan video pembuktian hipotesis yang telah disusun peneliti.
3. Dimohon Ibu/Bapak memberi penilaian pada masing-masing item kuesioner dengan memberi tanda centang (√) pada setiap pernyataan penilaian dalam kolom SK (Sangat kurang), K (Kurang), B (Baik) atau SB (Sangat baik) sesuai dengan pendapat Ibu/Bapak.
4. Sangat diharapkan Ibu/Bapat dapat memberikan komentar/masukan yang semestinya diperlukan selain yang sudah termasuk dalam butir-butir kuesioner terkait dengan perangkat pembelajaran yang saya buat. Mohon komentar/masukan tersebut dapat ditulis dalam kolom yang telah disediakan.

C. Penilaian

No	Indikator Penilaian	No	Butir Penilaian	Alternatif Pilihan			
				SK	K	B	SB
I. Kelayakan Isi pada Modul Pembelajaran							
A.	Kesesuain Isi dengan KD	1	Kelengkapan isi/materi				√
		2	Kejelasan sistematika penyajian isi/materi				√
		3	Isi dan konteks/proses				√

			kegiatan-kegiatan sesuai dengan tujuan dan indikator kompetensi				
		4	Efektivitas (relevansi dan ketepatan) deskripsi isi/materi dalam menyajikan pemahaman secara komprehensif			√	
		5	Kecukupan dukungan fenomena untuk penerapan pendekatan saintifik dengan pola induktif yang meliputi mengamati, menanya, mengumpulkan data/informasi, mengasosiasi, dan mengkomunikasikan				√
B.	Keakuratan Materi	6	Keakuratan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif				√
		7	Keakuratan contoh-contoh dan ilustrasi.				√
		8	Keakuratan isi dan fungsi tabel, gambar, dan/atau informasi/data mendukung penyajian materi secara komprehensif			√	
		9	Keakuratan istilah-istilah.				√
		10	Keakuratan notasi, simbol, dan ikon.				√
		11	Cakupan materi sesuai dengan karakteristik belajar kimia yakni mengoptimalkan pemberdayaan aspek makroskopik (sifat teramati), mikroskopik (partikel materi), dan simbolik dalam rangka pemahaman secara komprehensif (pengetahuan, proses, dan sikap sains) tentang larutan penyangga				√
		12	Keakuratan acuan pustaka.				√
C.	Kemutakhiran Materi	13	Kesesuaian materi dengan perkembangan ilmu kimia.				√
		14	Pelibatan aspek-aspek keterampilan proses sains (ilmiah) dalam penyajian materi sesuai untuk siswa				√

			SMA				
		15	Contoh dalam kehidupan sehari-hari				√
		16	Animasi dinamik (bergerak) aspek sub-mikroskopik (partikel materi)			√	
		17	Gambar, diagram dan/atau ilustrasi dalam kehidupan sehari-hari.			√	
		18	Kemutakhiran pustaka.				√
D.	Mendorong keingintahuan	19	Kesesuaian dan ketepatan lembar kerja pada modul berupa butir-butir sikap mengobservasi/mengukur aspek sikap siswa selama proses pembelajaran mendukung tahapan pendekatan saintifik dengan pola induktif				
			(19.1) Mengukur rasa ingin tahu/antusiasme dan disiplin siswa				√
			(19.2) Mengukur objektivitas (kejujuran dan keterbukaan) siswa			√	
			(19.3) Mengukur keuletan dan ketelitian siswa				√
			(19.4) Mengukur sikap kritis			√	
			(19.5) Mengukur sikap kreatif dan inovatif siswa			√	
			(19.6) Mengukur sikap responsif & proaktif serta bijaksana siswa			√	
			(19.7) Mengukur tanggung jawab			√	
		20	Menciptakan kemampuan bertanya				√
II. Komponen Penyajian pada Modul Pembelajaran							
A.	Teknik Penyajian	1	Konsistensi sistematika sajian materi.				√
		2	Organisasi konsep (sistematis sesuai dengan hirarki konsep dan penggunaan pendekatan saintifik dengan pola induktif)				√

		3	Kemudahan materi untuk dipahami.			√	
		4	Konsistensi penyajian isi/materi mengikuti tahapan saintifik dengan pola induktif (mengamati, menanya, mengumpulkan data/informasi, mengasosiasi, dan mengkomunikasikan)				√
		5	Penyajian materi pada setiap fase/tahapan saintifik 5M konsisten dengan pendekatan induktif yang menerapkan keterampilan proses sains.				√
B.	Pendukung Penyajian	6	Kejelasan sistematika penyajian kegiatan-kegiatan				√
		7	Kejelasan petunjuk cara penggunaan setiap kegiatan pada lembar kerja dalam modul				√
		8	Relevansi dan kejelasan kegiatan (pertanyaan/tugas) pengayaan pada lembar kerja dalam modul menguatkan <i>outcome</i> pembelajaran konsep (pemahaman dan penerapan konsep dalam pemecahan masalah secara rasional/ilmiah)				√
		9	Gambar/tabel membantu memudahkan memahami materi				√
		10	Penyajian materi pelajaran sesuai dengan karakteristik belajar kimia yakni mengoptimalkan pemberdayaan tiga level representasi kimia (aspek makroskopik, sub-mikroskopik, dan simbolik) dalam rangka pemahaman secara komprehensif			√	
		11	Glosarium				√
		12	Rangkuman (tidak ada)	√			
		13	Daftar Pustaka.				√
I. Kelayakan Isi pada Video Pembuktian Hipotesis							
A.	Kesesuaian isi	1	Kejelasan organisasi				√

			penyajian konsep dan isi/materi				
		2	Isi dan konteks/proses kegiatan-kegiatan mengoptimalkan pemahaman secara komprehensif (pengetahuan, proses, dan sikap sains) tentang larutan penyangga.				√
		3	Kejelasan bimbingan penyajian dalam pembuktian hipotesis dan analisis data menuju penarikan kesimpulan			√	
B.	Keakuratan materi	4	Keakuratan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif				√
		5	Kejelasan hal-hal yang harus diamati/diukur dan cara penyajian hasil pengamatan dari setiap unit penggunaan video yang melibatkan partisipasi siswa				√
		6	Kejelasan petunjuk atau bimbingan penyajian dalam pembuktian hipotesis dan analisis data menuju penarikan kesimpulan yang melibatkan penggunaan gambar dan tabel.				√
		7	Keakuratan isi dan fungsi tabel, gambar, dan/atau informasi/data mendukung penyajian materi secara komprehensif				√
			(7.1) Aspek makroskopik				√
			(7.2) Aspek sub-mikroskopik (partikulat statik maupun dinamik)			√	
			(7.3) Simbolik				√
C.	Kemutakhiran materi	8	Cakupan isi media sesuai dengan karakteristik belajar kimia yakni mengoptimalkan pemberdayaan aspek:				
			(8.1) Makroskopik				√
			(8.2) Sub-mikroskopik (partikulat statik maupun			√	

			dinamik/bergerak) yang relevan				
			(8.3) Simbolik				√
		9	Pelibatan aspek-aspek keterampilan proses sains (ilmiah) dalam penyajian materi sesuai untuk siswa SMA				√
D.	Mendorong keingintahuan	10	Mendorong rasa ingin tahu/antusiasme				√
		11	Menciptakan kemampuan untuk menganalisis atas informasi yang diperoleh				√
II. Komponen Penyajian pada Video Pembuktian Hipotesis							
A.	Teknik penyajian	1	Penyajian isi media untuk model inkuiri terbimbing dengan penalaran induktif yang mengakomodasi pendekatan saintifik (5M) secara konsisten yakni:				
			(1.1) Menyelidiki sebuah fenomena/masalah sesuai dengan sintak pertama inkuiri terbimbing mengakomodasi fase mengamati (M1) sesuai kegiatan 5M			√	
			(1.2) Memfokuskan pada pertanyaan sesuai dengan sintak kedua inkuiri terbimbing mengakomodasi fase menanya (M2) sesuai kegiatan 5M				√
			(1.3) Merencanakan investigasi sesuai dengan sintak ketiga inkuiri terbimbing mengakomodasi fase mengumpulkan data (M3) sesuai kegiatan 5M				√
			(1.4) Melaksanakan investigasi sesuai dengan sintak keempat inkuiri terbimbing mengakomodasi fase				√

			mengumpulkan data (M3) sesuai kegiatan 5M				
			(1.5) Menganalisis data dan bukti sesuai dengan sintak kelima inkuiri terbimbing mengakomodasi fase mengasosiasi (M4) sesuai kegiatan 5M			√	
			(1.6) Membangun pengetahuan baru sesuai dengan sintak keenam inkuiri terbimbing mengakomodasi fase mengasosiasi (M4) sesuai kegiatan 5M				√
			(1.7) Mengkomunikasikan pengetahuan baru sesuai dengan sintak ketujuh inkuiri terbimbing mengakomodasi fase mengkomunikasikan (M5) sesuai kegiatan 5M				√
		2.	Konsistensi urutan sajian isi video mengikuti tahapan pembelajaran saintifik dengan pola induktif pada langkah:				
			(2.1) Mengamati				√
			(2.2) Menanya (merumuskan masalah investigatif)				√
			(2.3) Mengumpulkan informasi (merumuskan hipotesis, membuat rancangan kegiatan pembuktian hipotesis, dan melaksanakan kegiatan pembuktian hipotesis)				√
			(2.4) Mengasosiasi (analisis data)			√	
			(2.5) Mengkomunikasikan				√
B.	Pendukung penyajian	3	Kejelasan sistematika penyajian kegiatan-kegiatan				√

		4	Pengantar yang disajikan sudah mampu mengantarkan isi dari konsep materi				√
		5	Kejelasan petunjuk/bimbingan penyajian dan/atau analisis menuju penarikan kesimpulan yang melibatkan penggunaan gambar dan tabel				√
		6	Kejelasan gambar atau tabel dalam menguatkan penyajian konsep/materi				√
		7	Petunjuk dalam mendukung pengarahannya penarikan kesimpulan dan pemaknaan terhadap temuan/kesimpulan				√

D. Komentor/Masukan

Komentor dan masukan Ibu/Bapak terutama selain masukan yang sudah terwakili oleh penilaian dalam butir-butir kuesioner mohon dituliskan di bawah ini.

Secara keseluruhan modul pembelajarannya sudah baik. Karena modul ini berbantuan video, yakinkan fasilitas yang diperlukan tersedia di SMA. Terkait dengan konten, hanya ada beberapa hal yang perlu diperbaiki.

1. Kompetensi Dasar: 3.13 Menganalisis peran larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup. Kompetensi dasar ini nampaknya belum mewakili Kompetensi Inti No. 3 dan Indikator Pembelajaran yang ingin dicapai.
2. Daftar Gambar perlu diperbaiki, tidak rata kiri dengan Gambar X, tetapi rata dengan kata pertama setelah Gambar X.
3. Hal 13, untuk Tabel 2, kolom perlu diperbaiki, agar sama dan seragam.
4. Hal 14, hal yang sama untuk Tabel 3.
5. Hal 27, Pada penambahan asam, ketika ion H^+ ditambahkan ke dalam larutan penyangga asam, kesetimbangan akan bergeser ke arah pembentukan basa konjugasinya. Apa ini benar?
6. Hal 27, Bila yang ditambahkan adalah suatu basa, ion OH^- ditambahkan ke dalam larutan penyangga asam, kesetimbangan akan bergeser ke arah pembentukan asam. Apa ini benar?
7. Hal 28, Apa persamaan ini, $NH_4OH_{(aq)} + H^+_{(aq)} \rightleftharpoons NH_4^+_{(aq)}$, benar?
8. Hal 30, ... (konsentrasi NH_4OH basa konjugasi yang tidak terion tinggi) dan garamnya yang terionisasi sempurna (konsentrasi NH_4^+ asam konjugasi tinggi) Apa maksudnya, konsentrasinya tinggi? Kalau ya, perbaiki kalimatnya.
9. Hal 32-33, Tabel 1 perbaiki kolomnya agar sama dan seragam. Kenapa nomor tabel mulai 1, tidak lanjut?
10. Hal 33, Tabel 2 perbaiki kolomnya agar sama dan seragam. Kenapa nomor tabel, tidak lanjut?
11. Hal 34, ... (hipotesis 1 dan 2 alternative desain baru) dan (hipotesis 3

- alternative desain baru), alternative ganti dengan alternatif.
12. Hal 36-37, Untuk persamaan matematika, seperti $[H^+] = \dots$ dan $[OH^-] = \dots$ gunakan *equation* di word.
 13. Apa maksudnya, VB, VK dan VT? VB = Variabel Bebas, VK = Variabel Kontrol, dan Vt = Variabel Terikat?
 14. Hal 38, **Mmol** atau **mmol**?
 15. Hal 59, ... **Gambar 8** nomor (1), ... **Gambar 8** nomor (2) dan ... **Gambar 8** nomor (3). Apa tidak **Gambar 10**?
 16. Rangkuman-nya tidak ada.

Kesimpulan

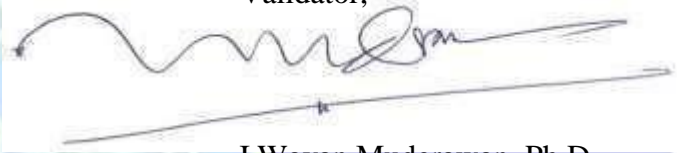
Media pembelajaran ini dinyatakan *):

1. Layak digunakan tanpa ada revisi.
2. Layak digunakan dengan revisi.-
3. Tidak layak digunakan.

*): *Lingkari salah satu*

Singaraja, 6 Juli 2021

Validator,



I Wayan Muderawan, Ph.D.
NIP. 196010091985031002



Lampiran 10-B. Hasil Validasi Ahli Bahasa

**LEMBAR PENILAIAN AHLI BAHASA
TERHADAP MODUL PEMBELAJARAN BERBANTUAN VIDEO
PEMBUKTIAN HIPOTESIS PADA POKOK BAHASAN
LARUTAN PENYANGGA**

Judul Penelitian : Pengembangan Modul Pembelajaran Berbantuan Video Pembuktian Hipotesis Untuk Mendukung Inkuiri Terbimbing Pada Pokok Bahasan Larutan Penyangga

Peneliti : Kadek Ega Suryani
 Pokok Bahasan : Larutan Penyangga
 Validator : Dr. I Putu Mas Dewantara, S.Pd., M.Pd.
 Jabatan : - Dosen Prodi Pendidikan Bahasa Indonesia
 - Editor Buku Bersertifikat Kompetensi dari LSP Penulis dan Editor Profesional

A. Tujuan

Tujuan dari penggunaan instrumen ini adalah untuk menilai kelayakan bahasa yang digunakan dalam modul pembelajaran dan video pembuktian hipotesis yang telah dikembangkan.

B. Petunjuk

1. Dimohonkan kepada Ibu/Bapak dapat membaca dan mencermati terlebih dahulu modul pembelajaran dan video pembuktian hipotesis yang telah dikembangkan dengan seksama.
2. Dimohon Ibu/Bapak dapat memberikan penilaian yang ditinjau dari beberapa aspek dan komentar/masukan untuk merevisi modul pembelajaran dan video pembuktian hipotesis yang telah disusun peneliti.
3. Dimohon Ibu/Bapak memberi penilaian pada masing-masing item kuesioner dengan memberi tanda centang (√) pada setiap pernyataan penilaian dalam kolom SK (Sangat kurang), K (Kurang), B (Baik) atau SB (Sangat baik) sesuai dengan pendapat Ibu/Bapak.
4. Sangat diharapkan Ibu/Bapak dapat memberikan komentar/masukan yang semestinya diperlukan selain yang sudah termasuk dalam butir-butir kuesioner terkait dengan perangkat pembelajaran yang saya buat. Mohon komentar/masukan tersebut dapat ditulis dalam kolom yang telah disediakan.

C. Penilaian

No	Indikator Penilaian	No	Butir Penilaian	Alternatif Pilihan			
				SK	K	B	SB
A.	Lugas	1	Kalimat yang digunakan mewakili isi pesan atau informasi yang ingin disampaikan				√
		2	Kalimat yang digunakan sederhana dan langsung ke sasaran (efektif)				√
B.	Komunikatif	3	Menggunakan bahasa yang komunikatif (mudah dipahami)				√
		4	Bahasa yang digunakan memotivasi peserta didik untuk menyimak				√
C.	Kesesuaian dengan perkembangan peserta didik	5	Bahasa yang digunakan sesuai dengan perkembangan kognitif peserta didik				√
		6	Bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat kematangan emosional peserta didik				√
D.	Kesesuaian dengan kaidah kebahasaan	7	Tata kalimat yang digunakan mengacu pada kaidah tata Bahasa Indonesia				√
		8	Istilah yang digunakan sesuai dengan Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI)				√
		9	Ejaan yang digunakan mengacu kepada pedoman Ejaan Bahasa Indonesia (EBI)			√	
E.	Penggunaan istilah, simbol, atau ikon	10	Konsistensi penggunaan istilah				√
		11	Konsistensi penggunaan simbol atau ikon				√
		12	Konsistensi penggunaan rumus/persamaan reaksi				√

D. Komentar/Masukan

Komentar dan masukan Ibu/Bapak terutama selain masukan yang sudah terwakili oleh penilaian dalam butir-butir kuesioner mohon dituliskan di bawah ini.

1. Beberapa kalimat perlu diperbaiki agar lebih komunikatif: ada yang bersifat pleonasti ada juga yang menyangkut urutan penyajian!
2. Perbaiki kesalahan ejaan dan tanda baca yang ada!

Kesimpulan

Media pembelajaran ini dinyatakan *):

1. Layak digunakan tanpa ada revisi.
2. Layak digunakan dengan revisi.
3. Tidak layak digunakan.

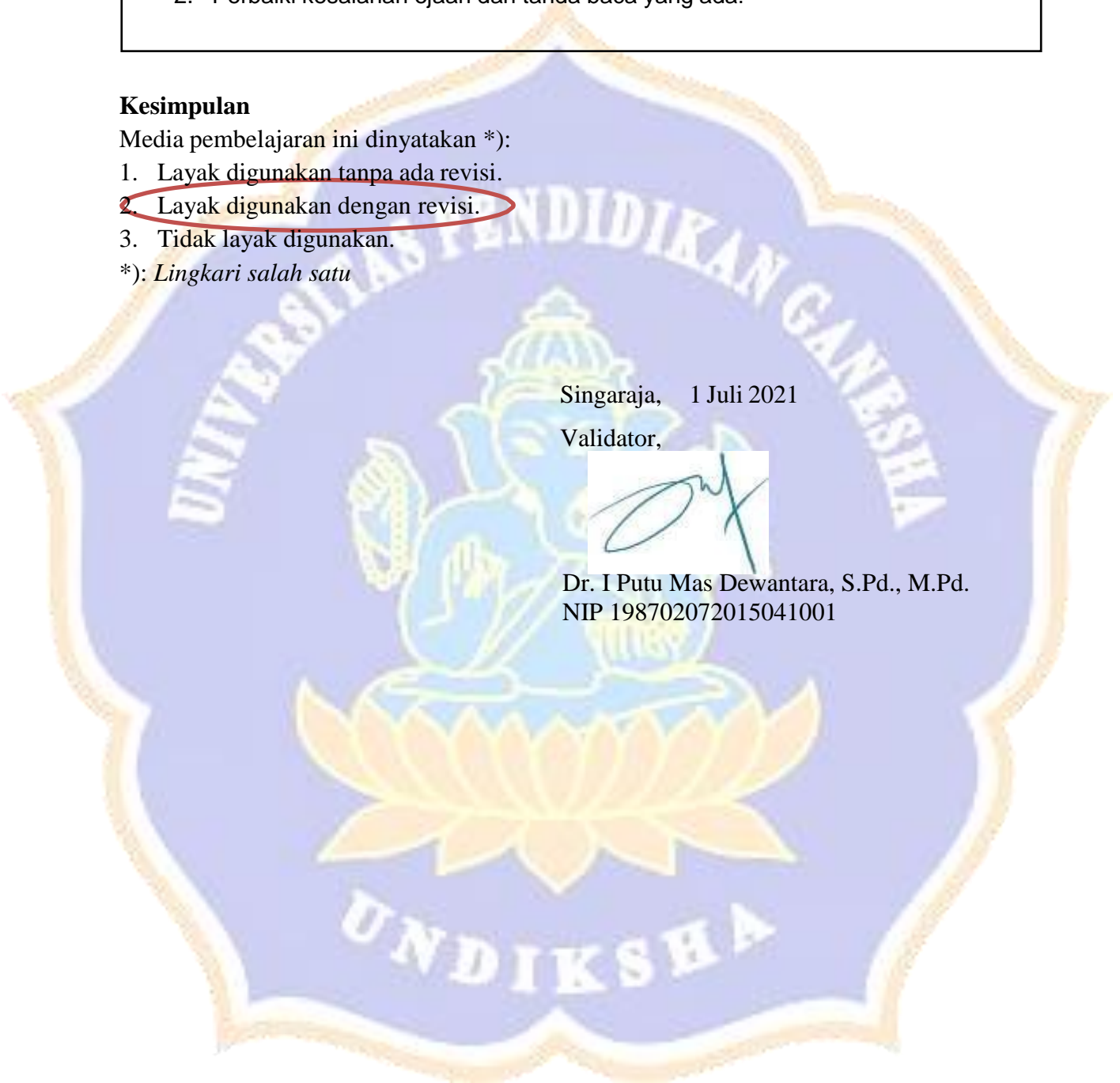
*) : *Lingkari salah satu*

Singaraja, 1 Juli 2021

Validator,



Dr. I Putu Mas Dewantara, S.Pd., M.Pd.
NIP 198702072015041001



Lampiran 10-C. Hasil Validasi Ahli Media

**LEMBAR PENILAIAN AHLI MEDIA
TERHADAP MODUL PEMBELAJARAN BERBANTUAN VIDEO
PEMBUKTIAN HIPOTESIS PADA POKOK BAHASAN
LARUTAN PENYANGGA**

Judul Penelitian : Pengembangan Modul Pembelajaran Berbantuan Video
Pembuktian Hipotesis Untuk Mendukung Inkuiri Terbimbing
Pada Pokok Bahasan Larutan Penyangga

Peneliti : Kadek Ega Suryani

Pokok Bahasan : Larutan Penyangga

Validator : Prof. Dr. I Wayan Redhana, M.Si.

Jabatan : Dosen Jurusan Kimia

A. Tujuan

Tujuan dari penggunaan instrumen ini adalah untuk menilai media/grafika modul pembelajaran dan video pembuktian hipotesis yang telah dikembangkan.

B. Petunjuk

1. Dimohonkan kepada Ibu/Bapak dapat membaca dan mencermati terlebih dahulu modul pembelajaran dan video pembuktian hipotesis yang telah dikembangkan dengan seksama.
2. Dimohon Ibu/Bapak dapat memberikan penilaian yang ditinjau dari beberapa aspek dan komentar/masukan untuk merevisi modul pembelajaran dan video pembuktian hipotesis yang telah disusun peneliti.
3. Dimohon Ibu/Bapak memberi penilaian pada masing-masing item kuesioner dengan memberi tanda centang (√) pada setiap pernyataan penilaian dalam kolom SK (Sangat kurang), K (Kurang), B (Baik) atau SB (Sangat baik) sesuai dengan pendapat Ibu/Bapak.
4. Sangat diharapkan Ibu/Bapat dapat memberikan komentar/masukan yang semestinya diperlukan selain yang sudah termasuk dalam butir-butir kuesioner terkait dengan perangkat pembelajaran yang saya buat. Mohon komentar/masukan tersebut dapat ditulis dalam kolom yang telah disediakan.

C. Penilaian

No	Indikator Penilaian	No	Butir Penilaian	Alternatif Pilihan			
				SK	K	B	SB
I. Aspek Kelayakan Grafika pada Modul Pembelajaran							
A.	Ukuran modul	1	Kesesuaian ukuran modul dengan standar ISBN A4 (21 cm x 29.7 cm)				√
		2	Kesesuaian ukuran dengan materi isi modul				√
B.	Desain sampul modul (<i>Cover</i>)	3	Kemenarikan desain cover (desain cover menggambarkan materi dan dapat membuat siswa tertarik				√

			untuk mempelajari bahan ajar).				
		4	Huruf yang digunakan menarik dan mudah dibaca				√
		5	Ukuran huruf judul pada modul lebih dominan dan proporsional dibandingkan ukuran modul dan nama pengarang.				√
		6	Warna judul modul kontras dengan warna latar belakang.				√
C.	Desain isi modul	7	Penempatan judul, sub judul, ilustrasi, dan keterangan gambar tidak mengganggu pemahaman				√
		8	Kemenarikan <i>font</i> seperti ukuran dan warna huruf			√	
		9	Penggunaan variasi huruf (<i>Bold, Italic, all capital, small capital</i>) tidak berlebihan.			√	
		10	Spasi antara teks dan ilustrasi sesuai			√	
		11	Ketepatan ukuran gambar atau tabel			√	
		12	Ketepatan tata letak/penampilan gambar atau tabel				√
		13	Kesesuaian gambar atau tabel dengan materi				√
		14	Kejelasan tampilan gambar (gambar yang disajikan jelas dan bisa dipahami)				√
		15	Kejelasan penyajian tabel (ukuran huruf pada tabel, pesan pada tabel singkat, padat, dan jelas)				√
II. Aspek Kelayakan Grafika pada Video Pembuktian Hipotesis							
A.	Gambar dan latar belakang	1	Gambar yang digunakan sesuai dengan materi yang disajikan				√
		2	Gambar dan latar belakang yang digunakan memiliki kualitas yang baik				√
		3	Gambar dan latar belakang yang digunakan menarik			√	

		4	Gambar dan latarbelakang yang digunakan memiliki ukuran yang proporsional			√	
		5	Tata letak gambar yang digunakan sesuai			√	
B.	Tabel	6	Tabel yang digunakan menarik			√	
		7	Tabel yang digunakan memiliki ukuran yang proporsional			√	
		8	Tata letak tabel yang digunakan sesuai			√	
C.	Teks	9	Jenis huruf dan warna yang digunakan pada teks menarik			√	
		10	Ukuran huruf yang digunakan proporsional			√	
		11	Teks yang ditampilkan dapat terbaca dengan jelas				√
D.	Suara dan musik	12	Musik yang digunakan tidak mengganggu suara presenter			√	
		13	Musik yang digunakan menarik			√	
		14	Suara presenter/narasi jelas			√	
		15	Kecepatan suara presenter/narasi sesuai dengan materi yang disampaikan	√			
E.	Animasi dan transisi	16	Animasi dan warna yang digunakan menarik		√		
		17	Transisi yang digunakan menarik			√	
F.	Penyajian kegiatan pembelajaran	18	Langkah-langkah pembelajaran dalam video sesuai dengan strategi saintifik			√	
		19	Durasi penyajian materi pembelajaran dalam video tepat (tidak terlalu lama atau membosankan)	√			
		20	Penyajian materi pembelajaran dapat mempermudah siswa untuk memahami				√

D. Komentar/Masukan

Komentar dan masukan Ibu/Bapak terutama selain masukan yang sudah terwakili oleh penilaian dalam butir-butir kuesioner mohon dituliskan di bawah ini

- 1) Penulisan teks dalam tabel, jarak antara kata cukup jauh dan tidak sama, oleh karena itu, sebaiknya dibuat rata kiri.
- 2) Durasi video unit 2 cukup panjang 21.16 menit, jika memungkinkan dipecah karena jika siswa menonton satu video terlalu panjang, siswa cepat bosan sehingga daya serap terhadap materi yang dipelajari kurang. Idealnya ukuran durasi satu video sekitar maksimal 7 menit. Biasanya konsentrasi siswa dalam belajar hanya efektif 5 menit pertama.

Kesimpulan

Media pembelajaran ini dinyatakan *):

1. Layak digunakan tanpa ada revisi.
- ② Layak digunakan dengan revisi.
3. Tidak layak digunakan.

*): *Lingkari salah satu*

Singaraja, 30 Juni 2021

Validator,



Prof. Dr. I Wayan Redhana, M.Si.

NIP. 196503251991031001



Lampiran 10-D. Hasil Validasi Praktisi

**LEMBAR PENILAIAN PRAKTIKI
TERHADAP MODUL PEMBELAJARAN BERBANTUAN VIDEO
PEMBUKTIAN HIPOTESIS PADA POKOK BAHASAN
LARUTAN PENYANGGA**

Judul Penelitian : Pengembangan Modul Pembelajaran Berbantuan Video
Pembuktian Hipotesis Untuk Mendukung Inkuiri Terbimbing
Pada Pokok Bahasan Larutan Penyanga

Peneliti : Kadek Ega Suryani
Pokok Bahasan : Larutan Penyanga
Validator : Ida Ayu Putu Widiartini, S.Pd., M.Pd
Jabatan : Guru Kimia SMA

A. Tujuan

Tujuan dari penggunaan instrumen ini adalah untuk mengetahui validitas modul pembelajaran dan video pembuktian hipotesis yang telah dikembangkan.

B. Petunjuk

1. Dimohonkan kepada Ibu/Bapak dapat membaca dan mencermati terlebih dahulu modul pembelajaran dan video pembuktian hipotesis yang telah dikembangkan dengan seksama.
2. Dimohon Ibu/Bapak dapat memberikan penilaian yang ditinjau dari beberapa aspek dan komentar/masukan untuk merevisi modul pembelajaran dan video pembuktian hipotesis yang telah disusun peneliti.
3. Dimohon Ibu/Bapak memberi penilaian pada masing-masing item kuesioner dengan memberi tanda centang (√) pada setiap pernyataan penilaian dalam kolom SK (Sangat kurang), K (Kurang), B (Baik) atau SB (Sangat baik) sesuai dengan pendapat Ibu/Bapak.
4. Sangat diharapkan Ibu/Bapat dapat memberikan komentar/masukan yang semestinya diperlukan selain yang sudah termasuk dalam butir-butir kuesioner terkait dengan perangkat pembelajaran yang saya buat. Mohon komentar/masukan tersebut dapat ditulis dalam kolom yang telah disediakan.

C. Penilaian

No.	Butir Penilaian	Alternatif Pilihan				Masukan
		SK	K	B	SB	
Modul Pembelajaran						
Secara Umum						
1.	Sistematika penyajian kegiatan pembelajaran dengan langkah pendekatan saintifik dan model inkuiri				√	

	terbimbing sesuai					
2.	Organisasi penyajian kegiatan pembelajaran dengan langkah pendekatan saintifik dan model inkuiri terbimbing konsisten				√	
3.	Bahasa yang digunakan jelas (baku, sederhana, tidak multi tafsir/tidak menimbulkan makna ganda)				√	
4.	Petunjuk/arahan belajar melalui modul pembelajaran jelas				√	
Isi						
1.	Tujuan pembelajaran sesuai dengan KI, KD, dan indikator pembelajaran				√	
2.	Relevansi dan kecukupan dukungan materi pembelajaran untuk pencapaian tujuan dan indikator kompetensi				√	
3.	Kesesuaian konsep atau isi materi dengan perkembangan siswa SMA sehingga peluang penguasaannya oleh siswa tinggi (flausibel)			√		
4.	Kecukupan dukungan fenomena dan arahan untuk penerapan pendekatan saintifik dengan pola induktif yang meliputi mengamati, menanya, mengumpulkan data/informasi, mengasosiasi, dan mengkomunikasikan				√	
	(4.1) Informasi pada fenomena awal mendukung perumusan masalah investigatif dan/atau hipotesis				√	
	(4.2) Petunjuk/arahan pada tahap menanya efektif untuk merumuskan masalah investigatif				√	
	(4.3) Petunjuk/arahan pada tahap mengumpulkan data efektif untuk merumuskan hipotesis				√	
	(4.4) Petunjuk/arahan pada tahap mengumpulkan data efektif untuk merancang pembuktian hipotesis				√	
	(4.5) Pertanyaan pada tahap mengasosiasi efektif untuk mengelola data dalam menjawab pertanyaan investigatif, menyimpulkan, dan membuktikan hipotesis				√	
	(4.6) Arahan yang diberikan efektif membimbing siswa mengkomunikasikan hasil temuan				√	

	pada akhir kegiatan pembelajaran					
5.	Relevansi dan kejelasan kegiatan (pertanyaan/tugas) pengayaan menguatkan <i>outcome</i> pembelajaran (pemahaman dan penerapan konsep dalam pemecahan masalah secara rasional/ilmiah)				√	
6.	Kejelasan dukungan gambar dan/atau informasi/penyajian materi secara komprehensif				√	
7.	Cakupan materi pelajaran sesuai dengan karakteristik belajar kimia yakni mengoptimalkan pemberdayaan aspek makroskopis, mikroskopis, dan simbolik tentang larutan penyangga			√		
Video Pembuktian Hipotesis						
Secara Umum						
1.	Tampilan video pembelajaran menarik				√	
2.	Sistematika penyajian video pembelajaran dengan pola pikir induktif sesuai			√		
3.	Organisasi penyajian video pembelajaran dengan pola pikir induktif konsisten			√		
4.	Tujuan pembelajaran yang ditampilkan dengan materi yang disajikan sesuai				√	
5.	Relevansi dan kecukupan (tetapi tidak berlebihan) video untuk mendukung pencapaian tujuan dan indikator kompetensi				√	
6.	Bahasa yang digunakan jelas (baku, sederhana, tidak multi tafsir/tidak menimbulkan makna ganda)				√	
Isi						
1.	Kombinasi warna latar belakang dan teks sesuai (nyaman dilihat)			√		
2.	Jenis huruf yang digunakan memiliki tingkat keterbacaan tinggi				√	
3.	Narasi pada video pembelajaran jelas			√		
4.	<i>Backsound</i> yang digunakan tidak menginterferensi penyampaian materi pembelajaran				√	
5.	Durasi penyajian materi pembelajaran dalam video tepat (tidak terlalu lama atau membosankan)		√			
6.	Penataan objek (gambar dan animasi) dan teks seimbang			√		

7.	Objek (gambar dan animasi) yang digunakan mendukung materi pelajaran			√		
8.	Isi video sesuai dengan perkembangan belajar siswa SMA sehingga peluang penguasaannya oleh siswa tinggi (flausibel)			√		
9.	Cakupan penyajian materi sesuai dengan karakteristik belajar kimia yakni mengoptimalkan pemberdayaan aspek makroskopis, mikroskopis, dan simbolik tentang larutan penyangga			√		
10.	Kejelasan petunjuk dalam mendukung pengarah penarikan kesimpulan terhadap pembuktian hipotesis dan pemaknaan terhadap temuan/kesimpulan				√	
Modul dan Video Pembuktian Hipotesis sebagai Media Pembelajaran						
1.	Modul pembelajaran dan video mudah digunakan oleh guru dan siswa				√	
2.	Modul pembelajaran dan video dapat digunakan dalam pembelajaran secara tatap muka dan secara daring				√	
3.	Modul pembelajaran dan video dapat diakses setiap saat				√	
4.	Modul pembelajaran dan video relevan sebagai media pembelajaran				√	
5.	Modul pembelajaran dan video dapat dipadukan dengan sumber belajar lainnya terkait dengan pokok bahasan larutan penyangga				√	
6.	Modul pembelajaran dan video membangkitkan minat belajar siswa			√		
7.	Modul pembelajaran dan video memacu siswa untuk belajar mandiri			√		

D. Komentor/Masukan

Komentor dan masukan Ibu/Bapak terutama selain masukan yang sudah terwakili oleh penilaian dalam butir-butir kuesioner mohon dituliskan di bawah ini.

- 1) Materi pada modul sudah jelas, sistematis, dan sesuai dengan silabus.
- 2) Agar diupayakan materi pada modul, terutama pada fenomena-fenomena yang disampaikan ditampilkan juga gambar-gambar yang memang bisa dihubungkan antara fenomena tersebut dengan materi yang disampaikan.
- 3) Video sudah sangat jelas dan sangat menarik tetapi durasi video 1 sangat panjang, mungkin bisa dipotong menjadi dua bagian. Video demonstrasi juga sudah jelas dan tepat karena sudah memperlihatkan nilai asli pH larutan buffer.

Kesimpulan

Media pembelajaran ini dinyatakan *):

1. Layak digunakan tanpa ada revisi.
2. Layak digunakan dengan revisi.
3. Tidak layak digunakan.

*): *Lingkari salah satu*

Singaraja, 30 Juni 2021

Validator,



Ida Ayu Putu Widiartini, S.Pd., M.Pd
NIP. 197408182006042021



Lampiran 11. Rekapitulasi

REKAPITULASI HASIL PENGISIAN LEMBAR KERJA PADA MODUL BERBANTUAN VIDEO

Tahap	Pertemuan 1			Pertemuan 2			Pertemuan 3		
	Lengkap	Kurang lengkap	Tidak menjawab	Lengkap	Kurang lengkap	Tidak menjawab	Lengkap	Kurang lengkap	Tidak menjawab
1. Mengamati	1	2	-	-	3	-	2	1	-
2. Menanya	2	1	-	1	2	-	3	-	-
3. Mengumpulkan Data									
a.Hipotesis	2	1	-	1	2	-	2	1	-
b.Rancangan Kegiatan									
1) Variabel percobaan	-	3	-	-	3	-	2	1	-
2) Rancangan pembuktian hipotesis	-	2	1	-	3	-	1	2	-
3) Alat dan bahan	1	2	-	1	2	-	3	-	-
4) Prosedur Kerja	-	3	-	-	3	-	3	-	-
5) Format Pencatatan Data	-	2	1	-	2	1	2	1	-
6) Melaksanakan pengambilan data	-	1	2	-	1	2	2	1	-
4. Mengasosiasi									
- Pertanyaan terstruktur	1	2	-	-	2	1	2	1	-
- Simpulan	1	2	-	1	2	-	3	-	-
5. Mengomunikasi ⁽⁻⁾	3	-	-	2	1	-	3	-	-
Penguasaan Konsep dan Pengayaan ⁽⁻⁾	2	1	-	2	1	-	3	-	-

Lampiran 12. Lembar Uji Keterbacaan

LEMBAR PENILAIAN KETERBACAAN MODUL PEMBELAJARAN BERBANTUAN VIDEO PEMBUKTIAN HIPOTESIS PADA POKOK BAHASAN LARUTAN PENYANGGA

A. Identitas

Hari/Tanggal : Jumat/9 Juli 2021
 Nama Siswa : Kadek Febi Rustiana Dewi
 Kelas : XI MIPA
 Sekolah : SMA Negeri 1 Singaraja

B. Petunjuk

1. Mohon sekiranya adik-adik memberikan penilaian yang ditinjau dari beberapa aspek dan komentar untuk Modul Pembelajaran dan Video Pembuktian Hipotesis pada Pokok Bahasan Larutan Penyangga.
2. Berikan penilaian pada masing-masing item dengan memberi tanda centang (√) untuk setiap pernyataan dalam kolom SK (Sangat kurang), K (Kurang), B (Baik) atau SB (Sangat baik).
3. Tulislah hal-hal yang belum Anda mengerti pada kolom komentar. Terimakasih atas kerjasamanya.

C. Penilaian

No.	Aspek yang Dinilai	Alternatif Pilihan			
		SK	K	B	SB
A	Modul Pembelajaran				
1.	Kejelasan penyampaian materi dan rangkuman				√
2.	Kejelasan penyajian materi fenomena pada teks pengantar				√
3.	Kejelasan sistematika isi/ materi				√
4.	Kejelasan latihan soal-soal berupa pertanyaan-pertanyaan yang diberikan			√	
5.	Kesesuain gambar dan tabel dengan materi yang disajikan				√
6.	Kejelasan penyajian rumus dan simbol/struktur kimia				√
7.	Kejelasan penggunaan bahasa (tidak multitafsir/jelas, kata-kata yang digunakan sudah dikenal)			√	
B	Video Pembuktian Hipotesis				
1.	Kejelasan penyampaian dan penyajian materi			√	
2.	Kejelasan sistematika isi/ materi				√
3.	Kejelasan petunjuk dalam mendukung pengarahan penarikan kesimpulan terhadap			√	

	pembuktian hipotesis dan pemaknaan terhadap temuan/kesimpulan				
4.	Kejelasan penyajian tabel, gambar, dan informasi atau data				√
5.	Kejelasan penyajian rumus dan simbol/struktur kimia				√
6.	Kejelasan penggunaan bahasa yang digunakan (tidak multitafsir/jelas)				√
7.	Kejelasan narasi yang disampaikan			√	

D. Komentar

Tulislah komentar adik-adik di bawah ini.

Menurut pendapat saya, modul pembelajaran serta video pembuktian hipotesis yang diberikan sudah baik dan sesuai dengan pokok materi mengenai Larutan Penyangga. Penulisan rumus-rumus kimia, struktur kimia, dan simbol-simbol kimia di dalam modul dan video juga tertulis jelas dan rapi. Namun ada beberapa kalimat di dalam modul yang menurut saya agak sulit dipahami karena pemilihan kata yang kurang familiar bagi saya.

Singaraja, 9 Juli 2021

Siswa,



(Kadek Febi Rustiana Dewi)

**LEMBAR PENILAIAN KETERBACAAN
MODUL PEMBELAJARAN BERBANTUAN VIDEO PEMBUKTIAN
HIPOTESIS PADA POKOK BAHASAN LARUTAN PENYANGGA**

A. Identitas

Hari/Tanggal : Jumat/9 Juli 2021
 Nama Siswa : Gede Bayu Sukma Widiana
 Kelas : XI MIPA
 Sekolah : SMAN 1 SINGARAJA

B. Petunjuk

1. Mohon sekiranya adik-adik memberikan penilaian yang ditinjau dari beberapa aspek dan komentar untuk Modul Pembelajaran dan Video Pembuktian Hipotesis pada Pokok Bahasan Larutan Penyangga.
2. Berikan penilaian pada masing-masing item dengan memberi tanda centang (✓) untuk setiap pernyataan dalam kolom SK (Sangat kurang), K (Kurang), B (Baik) atau SB (Sangat baik).
3. Tulislah hal-hal yang belum Anda mengerti pada kolom komentar. Terimakasih atas kerjasamanya.

C. Penilaian

No.	Aspek yang Dinilai	Alternatif Pilihan			
		SK	K	B	SB
A	Modul Pembelajaran				
1.	Kejelasan penyampaian materi dan rangkuman				✓
2.	Kejelasan penyajian materi fenomena pada teks pengantar				✓
3.	Kejelasan sistematika isi/ materi				✓
4.	Kejelasan latihan soal-soal berupa pertanyaan-pertanyaan yang diberikan			✓	
5.	Kesesuain gambar dan tabel dengan materi yang disajikan				✓
6.	Kejelasan penyajian rumus dan simbol/struktur kimia				✓
7.	Kejelasan penggunaan bahasa (tidak multitafsir/jelas, kata-kata yang digunakan sudah dikenal)				✓
B	Video Pembuktian Hipotesis				
1.	Kejelasan penyampaian dan penyajian materi			✓	
2.	Kejelasan sistematika isi/ materi				✓
3.	Kejelasan petunjuk dalam mendukung pengarahannya penarikan kesimpulan terhadap				✓

	pembuktian hipotesis dan pemaknaan terhadap temuan/kesimpulan				
4.	Kejelasan penyajian tabel, gambar, dan informasi atau data				✓
5.	Kejelasan penyajian rumus dan simbol/struktur kimia				✓
6.	Kejelasan penggunaan bahasa yang digunakan (tidak multitafsir/jelas)				✓
7.	Kejelasan narasi yang disampaikan			✓	

D. Komentar

Tulislah komentar adik-adik di bawah ini.

Modul pembelajaran sudah rapi dan lengkap penjelasannya, rumus-rumus yang dicantumkan juga sudah jelas. Lembar kerja juga jelas untuk dikerjakan, namun saya sedikit bingung pada saat memahami isian lembar kerja tetapi setelah menyimak video pembuktian hipotesis yang didukung semua sudah jelas, karena penjelasan pada video sudah lengkap untuk membantu saya dalam memahami dan menjawab isian lembar kerja.

Singaraja, 9 Juli 2021

Siswa,



(Gede Bayu Sukma Widiana)

**LEMBAR PENILAIAN KETERBACAAN
MODUL PEMBELAJARAN BERBANTUAN VIDEO PEMBUKTIAN
HIPOTESIS PADA POKOK BAHASAN LARUTAN PENYANGGA**

A. Identitas

Hari/Tanggal : Jumat/9 Juli 2021
 Nama Siswa : Alysha Iswanti Sutrisna
 Kelas : XI MIPA
 Sekolah : SMAN 1 Singaraja

B. Petunjuk

1. Mohon sekiranya adik-adik memberikan penilaian yang ditinjau dari beberapa aspek dan komentar untuk Modul Pembelajaran dan Video Pembuktian Hipotesis pada Pokok Bahasan Larutan Penyangga.
2. Berikan penilaian pada masing-masing item dengan memberi tanda centang (√) untuk setiap pernyataan dalam kolom SK (Sangat kurang), K (Kurang), B (Baik) atau SB (Sangat baik).
3. Tulislah hal-hal yang belum Anda mengerti pada kolom komentar. Terimakasih atas kerjasamanya.

C. Penilaian

No.	Aspek yang Dinilai	Alternatif Pilihan			
		SK	K	B	SB
A	Modul Pembelajaran				
1.	Kejelasan penyampaian materi dan rangkuman			√	
2.	Kejelasan penyajian materi fenomena pada teks pengantar			√	
3.	Kejelasan sistematika isi/ materi				√
4.	Kejelasan latihan soal-soal berupa pertanyaan-pertanyaan yang diberikan			√	
5.	Kesesuain gambar dan tabel dengan materi yang disajikan				√
6.	Kejelasan penyajian rumus dan simbol/struktur kimia				√
7.	Kejelasan penggunaan bahasa (tidak multitafsir/jelas, kata-kata yang digunakan sudah dikenal)				√
B	Video Pembuktian Hipotesis				
1.	Kejelasan penyampaian dan penyajian materi				√
2.	Kejelasan sistematika isi/ materi			√	
3.	Kejelasan petunjuk dalam mendukung pengarahannya penarikan kesimpulan terhadap			√	

	pembuktian hipotesis dan pemaknaan terhadap temuan/kesimpulan				
4.	Kejelasan penyajian tabel, gambar, dan informasi atau data				√
5.	Kejelasan penyajian rumus dan simbol/struktur kimia				√
6.	Kejelasan penggunaan bahasa yang digunakan (tidak multitafsir/jelas)			√	
7.	Kejelasan narasi yang disampaikan			√	

D. Komentar

Tulislah komentar adik-adik di bawah ini.

Dari penyampaian, penyajian dan sistematika baik berupa materi ataupun juga rumus-rumus yang diberikan sudah baik dan jelas

Singaraja, 9 Juli 2021

Siswa,



(Alysha Iswanti Sutrisna)

Lampiran 13. Tampilan Produk pada *E-Learning*

TAMPILAN PRODUK PADA E-LEARNING



Gambar 1
Tampilan Awal Memasukkan Alamat *Website*



Gambar 2
Tampilan Produk pada *Google Drive*



Gambar 3
Tampilan Membuka Modul Pembelajaran pada *Google Drive*



Gambar 4
Tampilan Membuka Video Pembuktian Hipotesis pada *Google Drive*

RIWAYAT HIDUP



Kadek Ega Suryani lahir di Singaraja pada tanggal 11 Februari 1998. Penulis lahir dari pasangan suami istri Bapak Putu Juni Artha dan Ibu Kadek Suseni. Penulis berkebangsaan Indonesia dan beragama Hindu. Kini penulis bertempat tinggal di Jalan Kapten Muka Gang Sugriwa No. 29i, Kecamatan Buleleng, Kabupaten Buleleng, Provinsi Bali. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SD Negeri 1 & 6 Banjar Jawa dan lulus pada tahun 2011. Kemudian penulis melanjutkan di SMP Negeri 2 Singaraja dan lulus pada tahun 2014. Pada tahun 2017, penulis lulus dari SMA Negeri 1 Singaraja dan melanjutkan ke S1 Jurusan Kimia, Program Studi Pendidikan Kimia di Universitas Pendidikan Ganesha. Pada semester akhir tahun 2021 penulis telah menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Pengembangan Modul Pembelajaran Berbantuan Video Pembuktian Hipotesis Untuk Mendukung Inkuiri Terbimbing Pada Pokok Bahasan Larutan Penyangga”.



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya tulis yang berjudul “Pengembangan Modul Pembelajaran Berbantuan Video Pembuktian Hipotesis Untuk Mendukung Inkuiri Terbimbing Pada Pokok Bahasan Larutan Penyangga” beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan dan pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran atas etika keilmuan dalam karya saya ini atau ada klaim terhadap keaslian karya saya ini.

Singaraja, 12 Agustus 2021

Yang membuat pernyataan,

Kadek Ega Suryani

