

Lampiran 1. Silabus Mata Pelajaran Kimia**SILABUS MATA PELAJARAN KIMIA**

Satuan Pendidikan : SMA

Kelas : XI

Kompetensi Inti :

KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya

KI 2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, 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, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah

: Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan

Kompetensi Dasar	Materi Pokok	Kegiatan Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
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.	<ul style="list-style-type: none"> Sifat larutan penyangga pH larutan penyangga Peranan larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup 	<p>Mengamati (Observing)</p> <ul style="list-style-type: none"> Mencari informasi dari berbagai sumber tentang larutan penyangga, sifat dan pH larutan penyangga serta peranan larutan penyangga dalam tubuh 	<p>Tugas</p> <ul style="list-style-type: none"> Merancang percobaan larutan penyangga 	3 mgg x 4 jp	<ul style="list-style-type: none"> Buku kimia kelas XI Lembar kerja Berbagai sumber lainnya

<p>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.</p>		<p>mahluk hidup</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mencari informasi tentang darah yang berhubungan dengan kemampuannya dalam mempertahankan pH terhadap penambahan asam atau basa dan pengenceran 	<p>Observasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sikap ilmiah dalam melakukan percobaan dan presentasi, misalnya: cara menggunakan kertas lakmus, indikator universal atau pH meter; melihat skala volume dan suhu, cara menggunakan pipet, cara menim-bang, 		
<p>2.2 Menunjukkan perilaku kerjasama, santun, toleran, cinta damai dan peduli lingkungan serta hemat dalam memanfaatkan sumber daya alam.</p>		<p>Menanya (Questioning)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengajukan pertanyaan bagaimana terbentuknya larutan penyangga • Mengapa larutan penyangga pHnya relatif tidak berubah dengan penambahan sedikit asam atau basa • Apa manfaat larutan 			

		penyangga dalam tubuh makhluk hidup	keaktifan, kerja sama, komunikatif, dan peduli lingkungan, dsb)		
2.3 Menunjukkan perilaku responsif dan pro-aktif serta bijaksana sebagai wujud kemampuan memecahkan masalah dan membuat keputusan		Mengumpulkan data (<i>Eksperimenting</i>)	Portofolio		
3.13 Menganalisis peran larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup.		<ul style="list-style-type: none"> • Menganalisis terbentuknya larutan penyangga • Menganalisis sifat larutan penyangga 	<ul style="list-style-type: none"> • Laporan percobaan 		
4.13 Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan untuk menentukan sifat larutan penyangga.		<ul style="list-style-type: none"> • Merancang percobaan untuk mengetahui larutan yang bersifat penyangga atau larutan yang bukan penyangga 	<ul style="list-style-type: none"> • Tes tertulis uraian • Menganalisis data untuk menyimpulkan larutan yang bersifat penyangga 		

		<p>dengan menggunakan indikator universal atau pH meter serta mempresentasikan hasil rancangan untuk menyamakan persepsi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Merancang percobaan untuk mengetahui sifat larutan penyangga atau larutan yang bukan penyangga dengan penambahan sedikit asam atau basa atau bila diencerkan serta mem- presentasikan hasil rancangan untuk menyamakan persepsi • Melakukan percobaan 	<ul style="list-style-type: none"> • Menghitung pH larutan penyangga • Menganalisis grafik hubungan perubahan harga pH pada titrasi asam basa untuk menjelaskan sifat larutan penyangga 		
--	--	---	---	--	--

		<ul style="list-style-type: none">• Mengamati dan mencatat data hasil pengamatan Mengasosiasi (<i>Associating</i>) <ul style="list-style-type: none">• Mengolah dan menganalisis data untuk menyimpulkan larutan yang bersifat penyangga• Menentukan pH larutan penyangga melalui perhitungan• Menentukan grafik hubungan perubahan harga pH pada titrasi asam basa untuk menjelaskan sifat larutan penyangga Mengkomunikasikan (<i>Communicating</i>)			
--	--	--	--	--	--

		<ul style="list-style-type: none">• Membuat laporan percobaan identifikasi garam dan mempresentasikannya dengan menggunakan tata bahasa yang benar• Mengkomunikasikan sifat larutan penyangga dan manfaat larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup.			
--	--	---	--	--	--

Lampiran 2. Lembar Wawancara Dengan Guru

Tujuan : Memperoleh informasi

Narasumber. : Aznali Putra, S.Pd

Tempat Wawancara : MAN 1 MEDAN

No.	Pertanyaan	Jawaban
1	Sudah berapa lama bapak mengajar mata pelajaran kimia di SMA ini?	Saya sudah mengajar di sekolah ini selama 10 tahun
2	Kurikulum apa yang bapak gunakan saat mengajar kimia di SMA ini?	Kurikulum yang saya ajarkan adalah kurikulum 2013
3	Apa saja metode mengajar yang bapak gunakan saat mengajar?	Metode yang saya gunakan cenderung adalah ceramah dan tanya jawab, dan terkadang metode diskusi
4	Apakah media pembelajaran yang sering bapak gunakan untuk menunjang pembelajaran kimia?	Media yang selalu digunakan adalah buku paket
5	Apa kesulitan yang dialami peserta didik saat pembelajaran berlangsung dan materi pada pokok bahasan apa saja yang dianggap sulit oleh peserta didik?	Kesulitan peserta didik adalah tidak memahami konsep dasar kimia dan pokok bahasan yang dianggap sulit adalah Larutan Penyangga
7	Apa kendala yang bapak hadapi dalam proses pembelajaran kimia?	Kendalanya siswa tidak paham tentang konsep dasar kimia, sedangkan materi antar pokok bahasan saling terkait sehingga alokasi waktu banyak terpakai untuk memahami konsep materi sebelumnya.
8	Bagaimana peserta didik dalam mengikuti pembelajaran kimia?	Sebagian besar peserta didik berpartisipasi aktif, namun ada beberapa yang tidak paham konsep dasar kimia jadi kurang berpartisipasi dan cenderung diam dan hanya mendengarkan

9	Pada saat ulangan berlangsung apakah nilai peserta didik bagus?	Hanya sebagian kecil peserta didik yang nilainya tuntas
10	Bagaimana ketersediaan sarana dan prasarana disekolah ini untuk menunjang proses pembelajaran?	Ketersediaan sarana dan prasarana disekolah ini cukup memadai untuk menunjang proses pembelajaran kimia.

Lampiran 3. Kisi-kisi Instrumen Validasi Ahli Media**KISI-KISI INSTRUMEN VALIDASI Bahan Ajar *E-Modul* Berbasis *Higher Order******Thinking Skill* (HOTS) Pada Materi Larutan Penyangga**

No	Kriteria	Indikator	Nomor Soal
1	Aspek Kelayakan Kegrafikan	Ukuran Modul	1,2
		Desain sampul modul (Cover)	3,4,5,6
		Desai nisi modul	7,8,9,10,11,12

Lampiran 4. Deskripsi Instrumen Penilaian Ahli Media

DESKRIPSI BUTIR PENILAIAN (AHLI MEDIA) Bahan Ajar *E-Modul* Berbasis

Higher Order Thinking Skill (HOTS) Pada Materi Larutan Penyangga

1. ASPEK KELAYAKAN KEGRAFIKAN

No	Butir Penilaian	Deskripsi
1	Kesesuaian ukuran modul dengan standar ISO	Ukuran modul A4 (210 x 297 mm), A5 (148 x 210 mm), B5 (176 x 250 mm)
2	Kesesuaian ukuran dengan materi isi modul	Pemilihan ukuran modul disesuaikan dengan materi isi modul berdasarkan bidang studi segi empat. Hal ini akan mempengaruhi tata letak bagian isi dan jumlah halaman modul.
3	Warna unsur tata letak harmonis dan memperjelas fungsi	Memperhatikan tampilan warna secara keseluruhan yang dapat memberikan nuansa tertentu dan dapat memperjelas materi/isi modul.
4	Ukuran huruf judul modul lebih Dominan dan proporsional dibandingkan ukuran modul.	Judul modul harus dapat memberikan informasi secara cepat tentang materi isi modul
5	Tidak menggunakan terlalu banyak kombinasi jenis huruf.	Menggunakan dua jenis huruf agar lebih komunikatif dalam menyampaikan informasi yang disampaikan. Untuk membedakan dan mendapatkan kombinasi tampilan huruf dapat menggunakan variasi dan seri huruf.
6	Menggambarkan isi/materi ajar dan mengungkapkan karakter obyek	Dapat dengan cepat memberikan gambaran tentang materi ajar tertentu dan secara visual dapat mengungkap jenis ilustrasi yang ditampilkan berdasarkan materi ajarnya. (matematika, sejarah, kimia dlsb.)
7	Penempatan unsur tata letak konsisten berdasarkan pola.	Penempatan unsur tata letak (judul, subjudul, kata pengantar, daftar isi, ilustrasi dll.) pada setiap awal kegiatan konsisten
8	Bidang cetak dan marjin proporsional.	Penempatan unsur tata letak (judul, subjudul, teks, ilustrasi, keterangan gambar, nomor halaman) pada bidang cetak proporsional.

9	Ilustrasi dan keterangan gambar (<i>caption</i>)	<ul style="list-style-type: none"> - Mampu memperjelas penyajian materi baik dalam bentuk, ukuran yang proporsional serta warna yang menarik sesuai obyek aslinya. - Keterangan gambar/legenda ditempatkan berdekatan dengan ilustrasi dengan ukuran lebih kecil daripada huruf teks
10	Penggunaan variasi huruf (<i>bold, italic, all capital, small capital</i>) tidak berlebihan	Digunakan untuk membedakan jenjang/ hirarki judul, dan subjudul serta memberikan tekanan pada susunan teks yang dianggap penting dalam bentuk tebal dan miring.
11	Spasi antar huruf (<i>kerning</i>) normal	Mempengaruhi tingkat keterbacaan susunan teks (tidak terlalu rapat atau terlalu renggang)
12	Kreatif dan dinamis.	Menampilkan ilustrasi yang mudah dipahami dan sesuai dengan kehidupan sehari hari.

Lampiran 5. Instrumen Validasi Ahli Media**INSTRUMEN VALIDASI (AHLI MEDIA) Bahan Ajar *E-Modul* Berbasis *Higher Order Thinking Skill (HOTS)* Pada Materi Larutan Penyangga**

- Judul** : Pengembangan E-Modul Berbasis Higher Order Thinking Skill (Hots,) Pada Materi Larutan
- Penyusun** : Armita Sari Harahap
- Pembimbing** : Prof. Dr Muhammad Yusuf, S.Si.,M.Si.
- Instansi** : FMIPA/Pendidikan Kimia/Universitas Negeri Medan

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan adanya E-Modul Berbasis Higher Order Thinking Skill (Hots) Pada Materi Larutan Penyangga, maka melalui instrumen ini Bapak/Ibu kami mohon untuk memberikan penilaian terhadap E-Modul yang telah dibuat tersebut. Penilaian dari Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi dan masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas E-Modul ini sehingga bisa diketahui layak atau tidak. Modul tersebut digunakan dalam pembelajaran Kimia. Aspek penilaian Modul ini diadaptasi dari komponen penilaian aspek kegrafikan bahan ajar oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BNSP).

Petunjuk pengisian angket :

Bapak/Ibu kami mohon memberikan tanda check list (✓) pada kolom yang sesuai pada setiap butir penilaian dengan keterangan sebagai berikut:

Skor 1 = Sangat tidak setuju

Skor 2 = Tidak setuju

Skor 3 = Setuju

Skor 4 = Sangat Setuju

Sebelum melakukan penilaian, Bapak/Ibu kami mohon identitas secara lengkap terlebih dahulu.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
JURUSAN KIMIA

Jalan Williem Iskandar Pasar V – Kotak Pos No. 1589 Telp (061) 662971
 Fax (061) 6614002 Medan Estate <http://kimia.unimed.ac.id/>

SURAT PERMINTAAN SEBAGAI VALIDATOR

NO: 639 /UN33.4.7/LL/2024

Sehubungan dengan Tugas Akhir (TA) dari mahasiswa berikut:

Nama/NIM : Armita Sari Harahap / 4203331016
 Program Studi : Pendidikan Kimia
 Pembimbing : Prof. Dr. Muhammad Yusuf, M.Si
 Judul TA : Pengembangan E-Modul Berbasis Higher Order Thinking Skills (HOTS) Pada Materi Larutan Penyangga Di MAN I MEDAN

Dengan hormat kami mohon kesediaan Saudara :

Nama : Muhammad Isa, S.Si., M.Si
 NIP : 198907032023211020
 Instansi : Jurusan Kimia FMIPA Unimed

untuk melakukan validasi terhadap Modul sebagai bagian dari TA tersebut di atas.

Demikian Surat ini kami sampaikan untuk dilaksanakan dengan penuh tanggung jawab.

Medan, 20/05/2024



Mengetahui
 a.n. Dekan
 Wakil Dekan I FMIPA Unimed

Dr. Jamalun Purba, M.Si
 NIP. 19641207 199103 1 002

Ketua Jurusan,

Dr. Ayi Darmana, M.Si
 NIP 19660807 199010 1 001

PERNYATAAN TELAH MELAKSANAKAN VALIDASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Isa, S.Si., M.Si
 NIP : 198907032023211020
 Instansi : Jurusan Kimia FMIPA Unimed

Menyatakan telah melakukan validasi terhadap dokumen tersebut di atas.

Medan,
 Validator,

Muhammad Isa, S.Si., M.Si
 NIP 198907032023211020

Nama : Muhammad Isa Siryax, S.Gi. M.Pd
 NIP : 198907032023211020
 Instansi : UNIMED

I. ASPEK KELAYAKAN KEGRAFIKAN

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian			
		1	2	3	4
Ukuran Modul	Kesesuaian ukuran modul dengan standar ISO				✓
	Kesesuaian ukuran dengan materi isi modul				✓
Desain Sampul Modul (Cover)	Warna unsur tata letak harmonis dan memperjelas fungsi.			✓	
	Ukuran huruf judul modul lebih dominan dan proporsional dibandingkan ukuran modul				✓
	Tidak menggunakan terlalu banyak kombinasi jenis huruf.				✓
	Menggambarkan isi/materi ajar dan mengungkapkan karakter obyek.				✓
Desain Isi Modul	Pemisahan antar paragraf jelas				✓
	Bidang cetak dan margin proporsional.				✓
	Ilustrasi dan keterangan gambar (caption).				✓
	Penggunaan variasi huruf (bold, italic, all capital, small capital) tidak berlebihan.				✓

	Spasi antar huruf (<i>kerning</i>) normal.			✓	
	Kreatif dan dinamis			✓	

PERTANYAAN PENDUKUNG

1. Adakah saran pengembangan atau harapan tentang E-Modul Berbasis Higher Order Thinking Skill (Hots) Pada Materi Larutan Penyangga ini?

Jawab: *terlalu simpel dan tidak ada hal-hal yang dapat membuat hal lebih menarik.*

2. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan tanda (✓) untuk memberikan kesimpulan terhadap E-Modul Berbasis Higher Order Thinking Skill (Hots) Pada Materi Larutan Penyangga

Kesimpulan:

Modul belum dapat digunakan	
Modul dapat digunakan dengan revisi	✓
Modul dapat digunakan tanpa revisi	

Medan, 20 Juni 2024

Validator



(*M. Isa, Siregar*.....)

Lampiran 6. Kisi-kisi Instrumen Validasi Ahli Materi

**KISI-KISI INSTRUMEN VALIDASI Bahan Ajar *E-Modul* Berbasis Higher Order
Thinking Skill (HOTS) Pada Materi Larutan Penyangga**

No	Kriteria	Indikator	Nomor Soal
I	Aspek Kelayakan Isi	Kesesuaian materi dengan KD	1,2
		Keakuratan materi	3,4,5,6,7,8
		Kemuktahiran materi	9,10
II	Kelayakan Penyajian	Teknik penyajian	11
		Pendukung penyajian	12,13,14,15,16,17
		Penyajian pembelajaran	18
		Koherensi dan keruntutan alur pikir	19
III	Kelayakan Bahasa	Lugas	20,21
		Komunikatif	22
		Kesesuaian dengan Kaidah Bahasa	23,24

Lampiran 7. Deskripsi Instrumen Penilaian Ahli Materi

DESKRIPSI BUTIRAN PENILAIAN (AHLI MATERI)

Bahan Ajar E-Modul Berbasis *Higher Order Thinking Skill* (HOTS) Pada Materi Larutan Penyangga

No	Butir Penilaian	Deskripsi
Kelayakan Isi		
1	Kelengkapan Materi	Materi yang disajikan mencakup materi yang terkandung dalam Kompetensi Dasar (KD)
2	Keluasan Materi	Materi yang disajikan mencerminkan jbaran yang mendukung pencapaian semua Kompetensi Dasar (KD).
3	Kedalaman Materi	Materi yang disajikan mulai dari pengenalan konsep, definisi, prosedur, tampilan output, contoh, kasus, latihan, sampai dengan interaksi antar-konsep sesuai dengan tingkat pendidikan di Sekolah Menengah Pertama dan sesuai dengan yang diamanatkan oleh Kompetensi Dasar (KD).
4	Keakuratan konsep dan definisi	Konsep dan definisi yang disajikan tidak menimbulkan banyak tafsir dan sesuai dengan konsep dan definisi yang berlaku dalam bidang/ilmu Kimia.
5	Keakuratan fakta dan data	Fakta dan data yang disajikan sesuai dengan kenyataan dan efisien untuk meningkatkan pemahaman peserta didik.
6	Keakuratan contoh dan kasus	Contoh dan kasus yang disajikan sesuai dengan kenyataan dan efisien untuk meningkatkan pemahaman peserta didik.
7	Keakuratan gambar, diagram, dan ilustrasi	Gambar, diagram, dan ilustrasi yang disajikan sesuai dengan kenyataan dan efisien untuk meningkatkan pemahaman peserta didik
8	Keakuratan istilah	Istilah-istilah teknis sesuai dengan kelaziman yang berlaku di bidang/ilmu
9	Gambar, diagram, dan ilustrasi dalam kehidupan sehari-hari	Gambar, diagram dan ilustrasi diutamakan yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari., namun juga dilengkapi penjelasan.

10	Menggunakan contoh kasus yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari	Contoh dan kasus yang disajikan sesuai dengan situasi serta kondisi yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari.
Kelayakan Penyajian		
11	Keruntutan konsep	Penyajian konsep disajikan secara runtut mulai dari yang mudah ke sukar, dari yang konkret ke abstrak dan dari yang sederhana ke kompleks, dari yang dikenal sampai yang belum dikenal. Materi bagian sebelumnya bisa membantu pemahaman materi pada bagian selanjutnya.
12	Contoh-contoh soal dalam setiap kegiatan belajar	Terdapat contoh-contoh soal yang dapat membantu menguatkan pemahaman konsep yang ada dalam materi.
13	Soal latihan pada setiap akhir kegiatan belajar	Soal-soal yang diberikan dapat melatih kemampuan memahami dan menerapkan konsep yang berkaitan dengan materi dalam kegiatan belajar.
14	Kunci jawaban soal latihan	Terdapat kunci jawaban dari soal latihan setiap akhir kegiatan belajar lengkap dengan caranya dan pedoman penskorannya.
15	Pengantar	Memuat informasi tentang peran modul dalam proses pembelajaran.
16	Glosarium	Glosarium berisi istilah-istilah penting dalam teks dengan penjelasan arti istilah tersebut, dan ditulis alfabetis.
17	Daftar Pustaka	Daftar buku yang digunakan sebagai bahan rujukan dalam penulisan modul diawali dengan nama pengarang (yang disusun secara alfabetis), tahun terbitan, judul buku / majalah / makalah / artikel, tempat, dan nama penerbit, nama dan lokasi situs internet serta tanggal akses situs (jika 112 memakai acuan yang memiliki situs).
18	Keterlibatan Peserta didik	Penyajian materi bersifat interaktif dan partisipatif (ada bagian yang mengajak pembaca untuk berpartisipasi).
19	Keutuhan makna dalam kegiatan belajar/Sub kegiatan belajar/alinea	Pesan atau materi yang disajikan dalam satu kegiatan belajar / sub kegiatan belajar / alinea harus mencerminkan kesatuan tema.
Kelayakan Bahasa		
20	Ketepatan struktur kalimat	Kalimat yang digunakan mewakili isi pesan atau informasi yang ingin disampaikan dengan tetap mengikuti tata kalimat Bahasa Indonesia
21	Kebakuan istilah	Istilah yang digunakan sesuai dengan Kamus Besar Bahasa Indonesia

22	Pemahaman terhadap pesan atau informasi	Pesan atau informasi disampaikan dengan bahasa yang menarik dan lazim dalam komunikasi Tulis Bahasa Indonesia
----	---	---

23	Ketepatan tata bahasa	Tata kalimat yang digunakan untuk menyampaikan pesan mengacu kepada kaidah tata Bahasa Indonesia yang baik dan benar
24	Ketepatan ejaan	Ejaan yang digunakan mengacu kepada pedoman Ejaan Yang Disempurnakan

Lampiran 8. Instrumen Validasi Ahli Materi

INSTRUMEN VALIDASI (AHLI MATERI)

Bahan Ajar *E-Modul Berbasis Higher Order Thinking Skill (HOTS) Pada Materi Larutan Penyangga*

Judul : Pengembangan E-Modul Berbasis *Higher Order Thinking Skill (HOTS)* Pada Materi Larutan Penyangga

Penyusun : Armita Sari Harahap

Pembimbing : Prof. Dr. Muhammad Yusuf, S.Si, M.Si

Instansi : FMIPA/Pendidikan Kimia/Universitas Negeri Medan

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan adanya E-Modul Berbasis *Higher Order Thinking Skill (HOTS)* Pada Materi Larutan Penyangga, maka melalui instrumen ini Bapak/Ibu kami mohon untuk memberikan penilaian terhadap E-Modul yang telah dibuat tersebut. Penilaian dari Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi dan masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas E-Modul ini sehingga bisa diketahui layak atau tidak. Modul tersebut digunakan dalam pembelajaran Kimia. Aspek penilaian Modul ini diadaptasi dari komponen penilaian aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian, dan kelayakan bahasa bahan ajar oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BNSP).

Petunjuk pengisian angket :

Bapak/Ibu kami mohon memberikan tanda check list (✓) pada kolom yang sesuaipada setiap butir penilaian dengan keterangan sebagai berikut:

Sebelum melakukan penilaian, Bapak/Ibu kami mohon identitas secara lengkap terlebih dahulu.

Skor 1 = Sangat tidak setuju

Skor 2 = Tidak setuju

Skor 3 = Setuju

Skor 4 = Sangat Setuju



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
JURUSAN KIMIA

Jalan William Iskandar Pasar V – Kotak Pos No. 1589 Telp (061) 662971
Fax (061) 6614002 Medan Estate <http://kimia.unimed.ac.id/>

SURAT PERMINTAAN SEBAGAI VALIDATOR

NO: 871 /UN33.4.7/LL/2024

Sehubungan dengan Tugas Akhir (TA) dari mahasiswa berikut:

Nama/NIM : Armita Sari Harahap / 4203331016
Program Studi : Pendidikan Kimia
Pembimbing : Prof. Dr. Muhammad Yusuf, M.Si
Judul TA : Pengembangan E-Modul Berbasis Higher Order Thinking Skills (HOTS) Pada Materi Larutan Penyangga Di MAN 1 MEDAN

Dengan hormat kami mohon kesediaan Saudara :

Nama : Prof. Dr. Retno Dwi Suyanti, M.Si
NIP : 196601261991032003
Instansi : Jurusan Kimia FMIPA Unimed

untuk melakukan validasi terhadap Modul sebagai bagian dari TA tersebut di atas.

Demikian Surat ini kami sampaikan untuk dilaksanakan dengan penuh tanggung jawab.

Medan, 20/05/2024

Mengetahui
a.n. Dekan
Wakil Dekan I FMIPA Unimed

FMIPA Dr. Jamalun Purba, M.Si
NIP. 19641207 199103 1 002

Ketua Jurusan,


Dr. Ayi Darmana, M.Si
NIP 19660807 199010 1 001

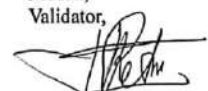
PERNYATAAN TELAH MELAKSANAKAN VALIDASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Prof. Dr. Retno Dwi Suyanti, M.Si
NIP : 196601261991032003
Instansi : Jurusan Kimia FMIPA Unimed

Menyatakan telah melakukan validasi terhadap dokumen tersebut di atas.

Medan,
Validator,


Prof. Dr. Retno Dwi Suyanti, M.Si
NIP 196601261991032003

Nama : Prof. Dr. Retno Dwi Suyanti, M.Si
 NIP : 196601261991032003
 Instansi : UNIMED

I. ASPEK KELAYAKAN ISI

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian			
		1	2	3	4
Kesesuaian Materi dengan SK dan KD	Kelengkapan materi				✓
	Keluasan materi			✓	
	Kedalaman materi			✓	
Keakuratan materi	Keakuratan konsep dan defenisi			✓	
	Keakuratan data dan fakta				✓
	Keakuratan contoh dan kasus				✓
	Keakuratan Gambar, diagram dan ilustrasi.				✓
	Keakuratan istilah-istilah.				✓
Kemutakhiran materi	Gambar, diagram dan ilustrasi dalam kehidupan sehari-hari.				✓
	Menggunakan contoh kasus yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari.				✓

II. ASPEK KELAYAKAN PENYAJIAN

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian			
		1	2	3	4
Teknik Penyajian	Keruntutan konsep				✓
Keakuratan materi	Contoh-contoh soal dalam setiap kegiatan belajar berbasis Hots.			✓	
	Soal latihan pada setiap akhir kegiatan belajar berbasis Hots.			✓	
	Kunci jawaban soal latihan.			✓	✓
	Pengantar			✓	
	Glosarium			✓	
	Daftar Pustaka				✓
Penyajian Pembelajaran	Keterlibatan Peserta Didik				✓
Koherensi dan Keruntutan Alur Pikir	Keutuhan makna dalam kegiatan belajar / sub kegiatan belajar/ alinea				✓

III. ASPEK KELAYAKAN BAHASA

Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian			
		1	2	3	4
Lugas	Ketepatan struktur kalimat				✓
Komunikatif	Kebakuan istilah				✓
Kesesuaian dengan kaidah bahasa	Pemahaman terhadap pesan atau informasi			✓	
	Ketepatan ejaan				✓

PERTANYAAN PENDUKUNG

1. Apakah bahan ajar **E-Modul Berbasis Higher Order Thinking Skill (Hots) Pada Materi Larutan Penyangga** ini bisa membantu siswa dalam memahami materi larutan penyangga

Jawaban:..... *Ya*

.....

.....

2. Apakah terdapat kelebihan dari **E-Modul Berbasis Higher Order Thinking Skill (Hots) Pada Materi Larutan Penyangga** ini?

Jawaban:..... *File book praktis*

.....

.....

3. Apakah terdapat kekurangan dari E-Modul Berbasis Higher Order Thinking Skill (Hots) Pada Materi Larutan Penyangga ini?

Jawaban:
 KD tidak hots

4. Adakah saran pengembangan atau harapan tentang E-Modul Berbasis Higher Order Thinking Skill (Hots) Pada Materi Larutan Penyangga ini?

Jawaban:
 Tambah glossarium

5. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan tanda (✓) checklist untuk memberi kesimpulan terhadap E-Modul Berbasis Higher Order Thinking Skill (hots) Pada Materi Larutan Penyangga

Kesimpulan :

Modul belum dapat digunakan	
Modul dapat digunakan dengan revisi	✓
Modul dapat digunakan tanpa revisi	

Medan, Juni 2024
 Validator



(Prof. Dr. Retno Dwi Suyanti, M-Si)
 196601261991032003



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
JURUSAN KIMIA

Jalan Willem Iskandar Pasar V – Kotak Pos No. 1589 Telp (061) 662971
Fax (061) 6614002 Medan Estate <http://kimia.unimed.ac.id/>

SURAT PERMINTAAN SEBAGAI VALIDATOR

NO: 835 /UN33.4.7/LL/2024

Sehubungan dengan Tugas Akhir (TA) dari mahasiswa berikut:

Nama/NIM : Armita Sari Harahap / 4203331016
Program Studi : Pendidikan Kimia
Pembimbing : Prof. Dr. Muhammad Yusuf, M.Si
Judul TA : Pengembangan E-Modul Berbasis Higher Order Thinking Skills (HOTS) Pada Materi Larutan Penyangga Di MAN 1 MEDAN

Dengan hormat kami mohon kesediaan Saudara :

Nama : Mutiara Agustina Nst, S.Pd.,M.Pd.
NIP : 198908042022032006
Instansi : Jurusan Kimia FMIPA Unimed

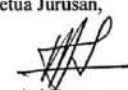
untuk melakukan validasi terhadap Modul sebagai bagian dari TA tersebut di atas.

Demikian Surat ini kami sampaikan untuk dilaksanakan dengan penuh tanggung jawab.

Medan, 20/05/2024

Mengetahui
a.n. Dekan
Wakil Dekan I FMIPA Unimed

Dr. Jamalun Purba, M.Si
NIP. 19641207 199103 1 002

Ketua Jurusan,

Dr. Ayi Darmana, M.Si
NIP 19660807 199010 1 001

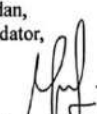
PERNYATAAN TELAH MELAKSANAKAN VALIDASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mutiara Agustina Nst, S.Pd.,M.Pd.
NIP : 198908042022032006
Instansi : Jurusan Kimia FMIPA Unimed

Menyatakan telah melakukan validasi terhadap dokumen tersebut di atas.

Medan,
Validator,


Mutiara Agustina Nst, S.Pd.,M.Pd.
NIP 198908042022032006

Nama : Mukti Agustina PA. S.Pd.M.Ed
 NIP : 198908042022032006

Instansi :

I. ASPEK KELAYAKAN ISI		Penilaian			
		1	2	3	4
Kesesuaian Materi dengan SK dan KD	Kelengkapan materi			✓	
	Keluasan materi			✓	
	Kedalaman materi			✓	
Keakuratan materi	Keakuratan konsep dan defenisi			✓	
	Keakuratan data dan fakta			✓	
	Keakuratan contoh soal hots			✓	
	Keakuratan Gambar, diagram dan ilustrasi.			✓	
	Keakuratan istilah-istilah.			✓	
Kemutakhiran materi	Gambar, diagram dan ilustrasi dalam kehidupan sehari-hari .			✓	
	Menggunakan contoh soal yang berbasis hots dan meningkatkan berpikir tingkat tinggi			✓	

II. ASPEK KELAYAKAN PENYAJIAN		Penilaian			
		1	2	3	4
Teknik Penyajian	Keruntutan konsep			✓	
Keakuratan materi	Contoh-contoh soal dalam setiap kegiatan belajar berbasis Hots.			✓	
	Soal latihan pada setiap akhir kegiatan belajar berbasis Hots.			✓	
	Kunci jawaban soal latihan.			✓	
	Pengantar			✓	
	Glosarium			✓	
	Daftar Pustaka			✓	
Penyajian Pembelajaran	Keterlibatan Peserta Didik			✓	
Koherensi dan	Keutuhan makna dalam kegiatan			✓	

Keruntutan Alur Pikir	belajar / sub kegiatan belajar/ alinea			✓	✓
III. ASPEK KELAYAKAN BAHASA					
Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian			
		1	2	3	4
Lugas	Ketepatan struktur kalimat			✓	
Komunikatif	Kebakuan istilah			✓	
Kesesuaian dengan kaidah bahasa	Pemahaman terhadap pesan atau informasi			✓	
	Ketepatan ejaan			✓	

PERTANYAAN PENDUKUNG

1. Apakah bahan ajar E-Modul Berbasis Higher Order Thinking Skill (Hots) Pada Materi Larutan Penyangga ini bisa membantu siswa dalam memahami materi laju reaksi?

Jawaban: Ya, bahan ajar mampu membantu siswa serta menjadi panduan dalam memahami laju reaksi.

2. Apakah terdapat kelebihan dari E-Modul Berbasis Higher Order Thinking Skill (Hots) Pada Materi Larutan Penyangga ini?

Jawaban: Ya, namun masih ada beberapa yang harus diperbaiki

3. Apakah terdapat kekurangan dari E-Modul Berbasis Higher Order Thinking Skill (Hots) Pada Materi Larutan Penyangga ini?

Jawaban: Tampilan masih kurang menarik.

4. Adakah saran pengembangan atau harapan tentang E-Modul Berbasis Higher Order Thinking Skill (Hots) Pada Materi Larutan Penyangga ini?

Jawaban: Pembahasan contoh soal jawaban bisa disajikan dalam bentuk pembelajaran.

5. Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan tanda (✓) checklist untuk memberi kesimpulan terhadap E-Modul Berbasis Higher Order Thinking Skill (hots) Pada Materi Larutan Penyangga

Kesimpulan :

Modul belum dapat digunakan	
Modul dapat digunakan dengan revisi	✓
Modul dapat digunakan tanpa revisi	

Medan, Juni 2024
Validator

(Mufarrotun Nuzuliyah, Nst, S.H., M.Pd.)

Lampiran 9. Lembar Penilaian Angket Kepraktisan Oleh Guru

Lembar Angket Kepraktisan Oleh Guru E-Modul Berbasis HOTS Pada Materi Larutan Penyangga

1. Petunjuk Pengisian

- a. Berilah tanda checklist (√) pada kolom “nilai” sesuai penilaian Bapak/Ibu terhadap E-Modul Hots pada materi Larutan Penyangga
- b. Gunakan indikator penilain pada lampiran sebagai pedoman penilaian
 - 4 = sangat baik
 - 3 = baik
 - 2 = kurang
 - 1 = sangat kurang

Apabila penilaian Bapak/Ibu 2 atau 1, maka berilah saran terkait hal-hal mengenai kekurangan E-Modul Hots Pada Materi Larutan Penyangga pada bagian komentar.

Lampiran 17 Lembar Penilaian Angket Kepraktisan Oleh Guru

Lembar Angket Kepraktisan Oleh Guru E-Modul Berbasis
HOTS Pada Materi Larutan Penyangga

1. Petunjuk Pengisian

- Berilah tanda checklist (✓) pada kolom "nilai" sesuai penilaian Bapak/Ibu terhadap E-Modul Hots pada materi Larutan Penyangga
- Gunakan indikator penilain pada lampiran sebagai pedoman penilaian
 - 4 = sangat baik
 - 3 = baik
 - 2 = kurang
 - 1 = sangat kurang

Apabila penilaian Bapak/Ibu 2 atau 1, maka berilah saran terkait hal-hal mengenai kekurangan E-Modul Hots Pada Materi Larutan Penyangga pada bagian komentar.

2. Penilaian

No.	Aspek penilaian	Kriteria	Nilai			
			1	2	3	4
1	Desain dan isi	1. Petunjuk penggunaan e-Modul mudah dipahami			✓	
		2. E-Modul dapat diakses dengan mudah			✓	
		3. Materi asam basa yang disajikan sesuai dengan kompetensi inti (KI) dan kompetensi dasar (KD)			✓	
		4. Pertanyaan yang terdapat pada E-Modul jelas dan mudah dipahami		✓		
		5. Soal-soal yang digunakan dapat mencapai tujuan belajar			✓	

		6. E-Modul Hots dibuat dengan jenis tulisan yang menarik perhatian				✓
		7. E-Modul Hots dibuat dengan ukuran tulisan yang menarik perhatian			✓	
		8. Penyajian materi Larutan Penyangga dengan menggunakan E-Modul Hots lebih praktis				✓
		9. Penggunaan E-Modul Hots membant guru dalam proses pembelajaran				✓
		10. Penggunaan E-Modul Hots membantu guru dalam meningkatkan keaktifan peserta didik dalam proses pembelajaran			✓	
2	Manfaat	11. Hots membantu peserta didik dalam memahami konsep berpikir tingkat tinggi pada larutan penyangga				✓
		12. Memudahkan guru dalam memanage waktu mempersiapkan pembelajaran				✓
		13. Memicu kemampuan guru dan siswa untuk belajar dengan kemampuan berpikir tingkat tinggi				✓
		14. Latihan pada E-Modul pembelajaran membantu siswa untuk memahami konsep				✓
		15. Sebagai referensi guru dalam mengimplementasikan pembelajaran berbasis Hots dalam kehidupan sehari hari pada proses belajar mengajar			✓	

3	Efisiensi waktu pembelajaran	16. Siswa dapat belajar sesuai kemampuan berpikir (belajar mandiri)			✓
		17. Waktu pembelajaran menjadi lebih efisien karena sumber belajar sudah terstruktur			✓
		18. Guru lebih mudah mempersiapkan materi yang akan diajarkan			✓

3. Komentar Umum Dan Saran Medan, ~~18 JUNI 2023~~ 2024

Validator



ASNAWI PUTRA
NIP. 198109232023211007

Lampiran 10. Lembar Penilaian Angket Respon Peserta Didik

Lembar Angket Respon Peserta Didik Terhadap E-Modul Berbasis HOTS Pada Materi Larutan Penyangga

Nama :

Kelas :

No. Absen :

1. Petunjuk pengisian

- a. Berilah tanda checklist (√) pada kolom “nilai” sesuai penilaian Bapak/Ibu terhadap E-Modul Hots pada materi larutan penyangga
- b. Gunakan indikator penilain pada lampiran sebagai pedoman penilaian
 - 4 = sangat baik
 - 3 = baik
 - 2 = kurang
 - 1 = sangat kurang

Apabila penilaian anda 2 atau 1, maka berilah saran terkait hal-hal mengenai kekurangan E-Modul Hots Pada Materi Larutan Penyangga pada bagian komentar.

Sebelum melakukan penilaian, kami mohon identitas secara lengkap terlebih dahulu.

Nama Siswa : Salsa Nabilah Surbakti

Hari/Tanggal : Selasa / 18 Juni 2024

No	Pernyataan	Penilaian			
		1	2	3	4
1	Modul ini menjelaskan suatu konsep larutan penyangga dengan berbasis hots.			✓	
2	Modul ini menggunakan contoh-contoh soal yang hots.				✓
3	Penyajian materi dalam modul dimulai dari yang mudah ke sukar dan dari yang konkret ke abstrak.			✓	
4	Dalam modul ini terdapat beberapa bagian untuk saya menemukan konsep sendiri.				✓
5	Modul ini memuat pertanyaan-pertanyaan yang mendorong saya untuk berfikir tingkat tinggi.				✓
6	Penyajian materi dalam modul ini mendorong saya untuk berpikir tingkat tinggi.				✓
7	Materi modul ini mendorong keingintahuan saya menjadi lebih besar				✓
8	Modul ini mendorong saya untuk merangkum materi sendiri pada kolom "Refleksi"				✓

9	Modul ini memuat tes formatif yang dapat menguji seberapa jauh pemahaman saya tentang materi larutan penyangga.			✓	
10	Dengan menggunakan modul ini dapat menambah keinginan untuk belajar.				✓
11	Dengan menggunakan modul ini membuat belajar saya lebih terarah dan runtut				✓
12	Dengan menggunakan modul ini dapat membuat belajar kimia tidak membosankan				✓
13	Modul ini membuat saya senang mempelajari kimia				✓
14	Kalimat dan paragraf yang digunakan dalam modul ini jelas dan mudah dipahami				✓
15	Bahasa yang digunakan sederhana dan mudah dimengerti.				✓
16	Huruf yang digunakan sederhana dan mudah dibaca			✓	
17	Tampilan modul ini menarik				✓

Skor ideal = $17 \times 4 = 68$

Sebelum melakukan penilaian, kami mohon identitas secara lengkap terlebih dahulu.

Nama Siswa : Iqbal Aditya purba



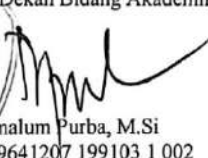

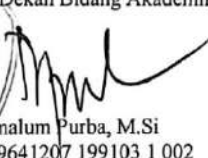

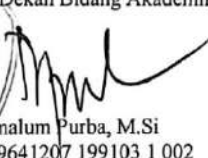
Hari/Tanggal : Selasa/18 Juni 2024

No	Pernyataan	Penilaian			
		1	2	3	4
1	Modul ini menjelaskan suatu konsep larutan penyangga dengan berbasis hots.			✓	
2	Modul ini menggunakan contoh-contoh soal yang hots.			✓	
3	Penyajian materi dalam modul dimulai dari yang mudah ke sukar dan dari yang konkret ke abstrak.				✓
4	Dalam modul ini terdapat beberapa bagian untuk saya menemukan konsep sendiri.				✓
5	Modul ini memuat pertanyaan-pertanyaan yang mendorong saya untuk berfikir tingkat tinggi.			✓	
6	Penyajian materi dalam modul ini mendorong saya untuk berpikir tingkat tinggi.				✓
7	Materi modul ini mendorong keingintahuan saya menjadi lebih besar				✓
8	Modul ini mendorong saya untuk merangkum materi sendiri pada kolom "Refleksi"			✓	

9	Modul ini memuat tes formatif yang dapat menguji seberapa jauh pemahaman saya tentang materi larutan penyangga.				✓
10	Dengan menggunakan modul ini dapat menambah keinginan untuk belajar.			✓	
11	Dengan menggunakan modul ini membuat belajar saya lebih terarah dan runtut		✓		
12	Dengan menggunakan modul ini dapat membuat belajar kimia tidak membosankan				✓
13	Modul ini membuat saya senang mempelajari kimia			✓	
14	Kalimat dan paragraf yang digunakan dalam modul ini jelas dan mudah dipahami				✓
15	Bahasa yang digunakan sederhana dan mudah dimengerti.				✓
16	Huruf yang digunakan sederhana dan mudah dibaca				✓
17	Tampilan modul ini menarik				✓

Skor ideal = $17 \times 4 = 68$

Lampiran 11. Surat Penelitian

	<p>KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS NEGERI MEDAN FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM Jl. Willem Iskandar Psr V - Medan Estate. Kotak Pos No. 1589 Medan 20221 www.fmipa.unimed.ac.id</p>															
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Nomor</td> <td style="width: 40%;">: 7794UN33.4.1/PG/2024</td> <td style="width: 30%; text-align: right;">Medan, 20 Mei 2024</td> </tr> <tr> <td>Lampiran</td> <td>: 1 (satu) berkas Proposal Penelitian</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Perihal</td> <td>: Izin Melaksanakan Penelitian</td> <td></td> </tr> </table>		Nomor	: 7794UN33.4.1/PG/2024	Medan, 20 Mei 2024	Lampiran	: 1 (satu) berkas Proposal Penelitian		Perihal	: Izin Melaksanakan Penelitian							
Nomor	: 7794UN33.4.1/PG/2024	Medan, 20 Mei 2024														
Lampiran	: 1 (satu) berkas Proposal Penelitian															
Perihal	: Izin Melaksanakan Penelitian															
<p>Yth. Kepala MAN 1 MEDAN di Tempat</p>																
<p>Bersama ini kami mohon dengan hormat bantuan Saudara agar dapat memberikan izin melaksanakan Penelitian di instansi yang Saudara pimpin kepada mahasiswa kami tersebut di bawah ini :</p>																
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Nama</td> <td style="width: 40%;">: Armita Sari Harahap</td> <td></td> </tr> <tr> <td>NIM</td> <td>: 4203331016</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Program Studi</td> <td>: S-1 Pendidikan Kimia</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Dosen Pembimbing</td> <td>: Prof.Dr. Muhammad Yusuf, M.Si</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Judul Penelitian</td> <td>: Pengembangan E-modul Berbasis Higher Order Thinking Skill (HOTS) Pada Materi Larutan Penyangga di MAN 1 Medan</td> <td></td> </tr> </table>		Nama	: Armita Sari Harahap		NIM	: 4203331016		Program Studi	: S-1 Pendidikan Kimia		Dosen Pembimbing	: Prof.Dr. Muhammad Yusuf, M.Si		Judul Penelitian	: Pengembangan E-modul Berbasis Higher Order Thinking Skill (HOTS) Pada Materi Larutan Penyangga di MAN 1 Medan	
Nama	: Armita Sari Harahap															
NIM	: 4203331016															
Program Studi	: S-1 Pendidikan Kimia															
Dosen Pembimbing	: Prof.Dr. Muhammad Yusuf, M.Si															
Judul Penelitian	: Pengembangan E-modul Berbasis Higher Order Thinking Skill (HOTS) Pada Materi Larutan Penyangga di MAN 1 Medan															
<p>Perlu diketahui bahwa kegiatan ini dilaksanakan untuk memperoleh data yang akan digunakan dalam penyusunan skripsi mahasiswa tersebut guna memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) di FMIPA Unimed.</p>																
<p>Demikian kami sampaikan, atas perhatian dan kerja sama yang baik diucapkan terima kasih.</p>																
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 40%; vertical-align: middle;">  </td> <td style="width: 60%; vertical-align: middle;"> <p>Dr. Dekan, Wakil Dekan Bidang Akademik</p>  <p>Dr. Jamalum Purba, M.Si NIP. 19641207 199103 1 002</p> </td> </tr> </table>			<p>Dr. Dekan, Wakil Dekan Bidang Akademik</p>  <p>Dr. Jamalum Purba, M.Si NIP. 19641207 199103 1 002</p>													
	<p>Dr. Dekan, Wakil Dekan Bidang Akademik</p>  <p>Dr. Jamalum Purba, M.Si NIP. 19641207 199103 1 002</p>															
<p><small>© SiManTep FMIPA Unimed - Dicitak Oleh : Sarah Agustina, S.Pd Pada hari, tanggal : Monday, 20 May 2024 Jam : 15:56:49</small></p>																



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
KANTOR KEMENTERIAN AGAMA KOTA MEDAN
MADRASAH ALIYAH NEGERI 1 MEDAN
 JALAN WILLEM ISKANDAR No.7B, TELP. (061) 4159623 Fax : (061) 4150057 MEDAN 20222
 Website : www.man1medan.sch.id ; Email : info@man1medan.sch.id

SURAT KETERANGAN

Nomor : B-378 /Ma.1/PP.00.6/06/2024

Berdasarkan surat dari Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi UNIVERSITAS SUMATERA UTARA Fakultas Keperawatan nomor : 7792/UN33.4.1 /PG/2024 hal : Izin Melaksanakan Penelitian.

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **REZA FAISAL, S.Pd, M.PMat**
 NIP : 19810801 200501 1 003
 Jabatan : Kepala Madrasah Aliyah Negeri 1 Medan

dengan ini menerangkan :

Nama : **ARMITA SARI HARAHAHAP**
 NIM : 4203331016
 Program Studi : S-1 Pendidikan Kimia

adalah benar nama yang bersangkutan diatas telah selesai melakukan penelitian atau pengambilan data di Madrasah Aliyah Negeri 1 Medan yang berjudul "**Pengembangan E-Modul Berbasis Higher Order Thinking Skill (HOTS) pada Materi Larutan Penyangga di MAN 1 Medan**" pada tanggal 19 Juni 2024.

Demikian surat keterangan ini diperbuat, untuk dapat dipergunakan seperlunya. Atas perhatiannya diucapkan terima kasih.



Lampiran 12. Dokumentasi Penelitian









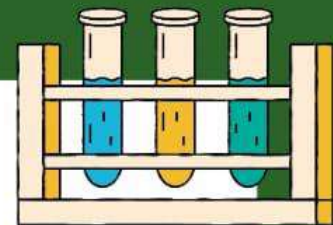
Untuk Kelas
XI SMA

MODUL KIMIA
**BERBASIS HIGHER ORDER
THINKING SKILL (HOTS)**

Larutan Penyangga

**Prof. Muhammad Yusuf, S.Si., M.Si.
Armita Sari Harahap**





KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Pengasih dan Penyayang atas karunia dan berkah-Nya, penulis dapat menyusun modul kimia untuk SMA pada materi Laju Reaksi. Materi ini dipilih, karena masih dianggap sulit dipahami oleh siswa dan banyak contoh yang dapat ditemui langsung dalam kehidupan siswa sehari-hari. Dengan modul ini, diharapkan siswa dapat belajar kimia secara mandiri, dimanapun dan kapanpun.

Modul ini merupakan e-modul berbasis Higher Order Thinking Skills (HOTS) yang berisi uraian materi dan pemecahan masalah, juga mengarahkan siswa agar dapat termotivasi, berperan aktif dalam pembelajaran, dan selain itu supaya peserta didik dapat berfikir kritis maupun kreatif. Guru berperan sebagai fasilitator dan pembimbing siswa. E-modul akan menggiring siswa untuk melakukan penyelidikan baik secara individu maupun kelompok, baik dirumah ataupun di sekolah. E-modul ini dilengkapi dengan contoh soal dan latihan soal yang diharapkan mampu mengukur kemampuan peserta didik.

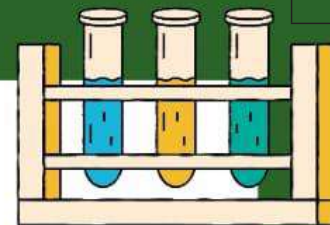
Terima kasih kami sampaikan kepada dosen pembimbing dari e-modul ini. Terima kasih pula kami sampaikan kepada validator materi dan media yang berkenan mengoreksi dan memberikan saran masukan untuk perbaikan e-modul ini. Kritik dan saran dari pembaca sangat diharapkan untuk perbaikan e-modul ini.

Medan, Mei 2024

Penulis



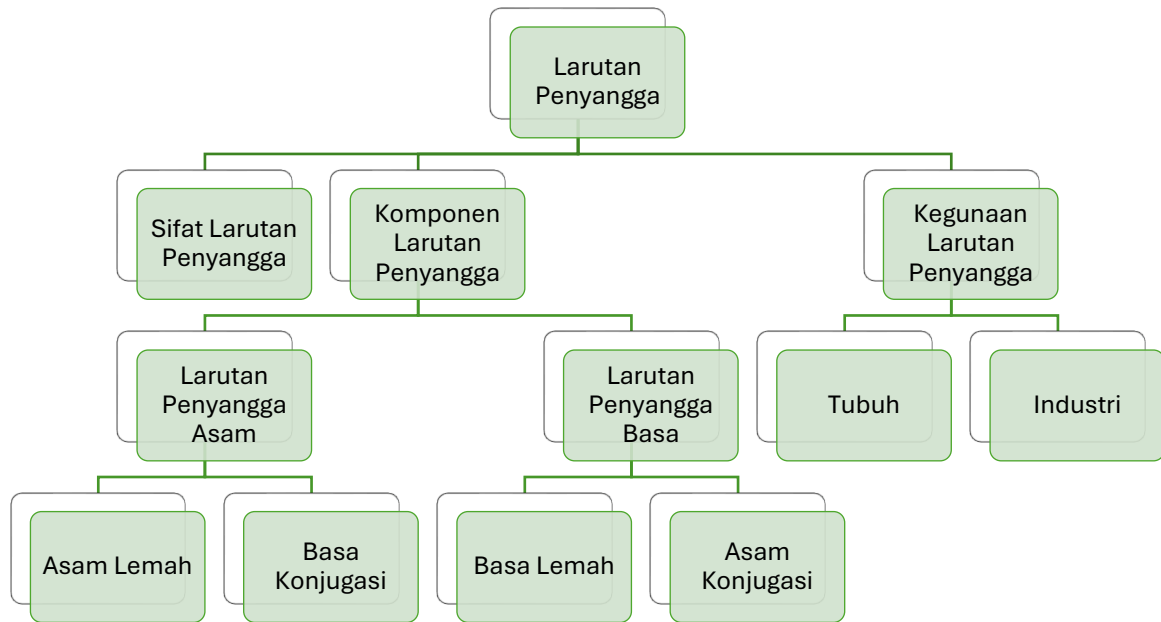
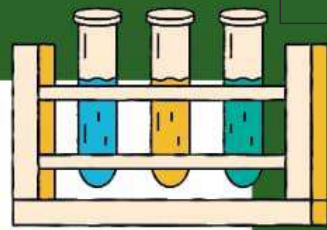
DAFTAR ISI



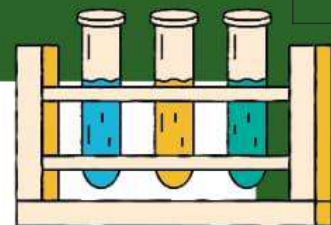
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
PETA KONSEP	iii
PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL	iv
KOMPETENSI INTI.....	v
KOMPETENSI DASAR	v
INDIKATOR CAPAIAN PEMBELAJARAN	vi
TUJUAN PEMBELAJARAN.....	vi
PEMBELAJARAN MATERI	1
A. Larutan Penyangga dan Pembentuknya.....	1
B. pH Larutan Penyangga.....	6
C. Pengaruh Pengenceran dan Penambahan Sedikit Asam atau Basa pada Larutan Penyangga.....	10
D. Kegunaan Larutan Penyangga	12
Rangkuman	15
LATIHAN SOAL.....	16
DAFTAR PUSTAKA	21
GLOSARIUM	22



PETA KONSEP



PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

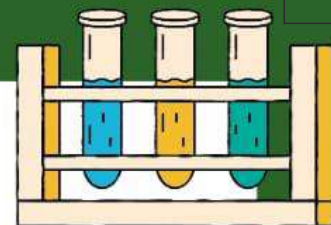


E-Modul ini merupakan bahan ajar yang dikembangkan untuk membantu kegiatan-kegiatan belajar siswa yang disajikan dalam bentuk uraian materi, rangkuman, dan latihan soal. Masing-masing bagian itu memiliki hubungan satu sama lain untuk saling berkontribusi dalam kegiatan pembelajaran yang akan dilaksanakan.

Agar pembelajaran berjalan dengan lancar, maka perlu diperhatikan petunjuk penggunaan E-Modul ini yaitu sebagai berikut:

- a. Berdoa sebelum memulai kegiatan pembelajaran
- b. Perhatikan indikator dan tujuan pembelajaran yang ada di setiap awal materi pokok E-Modul sebelum menggunakan E-Modul sebagai bahan ajar.
- c. Pahami suatu materi sampai mengerti lalu kemudian lanjutkan ke materi berikutnya.
- d. Kerjakan soal-soal latihan pada modul ini baik dalam bentuk Pilihan ganda
- e. Lakukan perobaan pada setiap kegiatan pembelajaran pada modul ini disetiap pertemuan pembelajaran yang dilaksanakan.
- f. Tanyakan kepada guru jika ada hal-hal yang kurang dipahami dalam E-Modul ini.





KOMPETENSI INTI

KI 1: Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.

KI 2: Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerja sama, toleran, damai), santun, responsif, dan pro-aktif sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.

KI 3: Memahami, menerapkan, menganalisis dan mengevaluasi pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

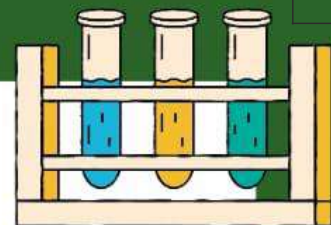
KI 4: Mengolah, menalar, menyaji, dan mencipta dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri serta bertindak secara efektif dan kreatif, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

KOMPETENSI DASAR

KD 1. Peserta didik telah memahami pengertian dan konsep asam basa, asam basa konjugasi dan garam

KD 2. Peserta didik mengetahui contoh asam lemah, basa lemah, asam kuat, dan basa kuat





INDIKATOR CAPAIAN PEMBELAJARAN

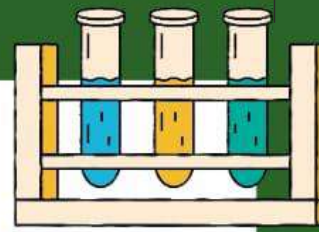
1. Membedakan larutan penyangga dan bukan penyangga berdasarkan komponen penyusunnya.
2. Menjelaskan prinsip kerja larutan penyangga
3. Menganalisis sifat larutan penyangga terhadap penambahan sedikit asam atau sedikit basa atau pengenceran.
4. Menghitung PH atau POH larutan penyangga.
5. Menjelaskan fungsi larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup dan aplikasi dalam kehidupan sehari-hari.

TUJUAN PEMBELAJARAN

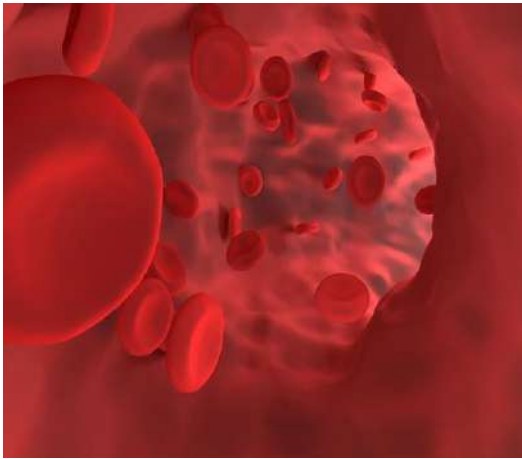
Setelah mengikuti pembelajaran siswa dapat:

1. Menyebutkan komponen-komponen larutan penyangga
2. Menjelaskan sifat larutan berdasarkan grafik titrasi asam basa,
3. Menjelaskan cara pembuatan larutan penyangga,
4. Menentukan pH larutan penyangga,
5. Menyebutkan kegunaan larutan penyangga dalam kehidupan sehari-hari.





PEMBELAJARAN MATERI



Sumber. Kompas.com

Darah yang terdapat dalam tubuh memiliki pH sekitar 7,4. Jika pH darah berubah, kemampuan mengangkut oksigen ke seluruh tubuh akan berkurang. Oleh karena itu, darah memiliki sifat dapat mempertahankan pHnya atau termasuk larutan penyangga. Apakah air termasuk larutan penyangga?

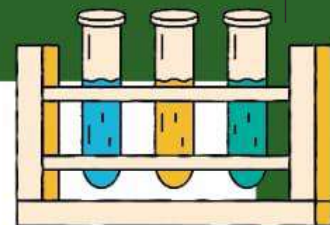
Jika ke dalam air murni ditambahkan asam atau basa, walaupun dalam jumlah yang sedikit, harga pH dapat berubah cukup besar. Air tidak dapat mempertahankan pHnya sehingga air tidak termasuk larutan penyangga. Demikian pula larutan asam dan basa.

Apa saja komponen-komponen larutan penyangga, bagaimana penentuan pH larutan penyangga, dan mengapa dapat mempertahankan pH? Untuk menjawabnya pada bab ini akan dibahas tentang larutan penyangga, sifat-sifat larutan penyangga, dan fungsinya di dalam kehidupan sehari-hari.

A. Larutan Penyangga dan Pembentuknya

Larutan penyangga adalah larutan yang dapat mempertahankan pHnya. Zat apa yang merupakan komponen larutan penyangga dan bagaimana caranya membuat larutan penyangga?





1. Komponen Larutan Penyangga

Kalau ke dalam larutan yang mengandung CH_3COOH dan CH_3COONa , atau NH_3 dengan NH_4Cl ditambahkan sedikit asam atau basa, akan didapat harga pH seperti yang tertera pada Tabel 9.1.

Tabel 9.1 pH larutan sebelum dan sesudah ditambah sedikit asam dan basa

No.	Jenis Zat	Volume	pH awal	pH setelah ditambah 1 MI	
				HCl 0,1M	NaOH 0,1 M
1.	Air	10 mL	7	3,0	11,0
2.	CH_3COOH CH_3COONa	10 mL	4,74	4,73	4,75
3.	$\text{NH}_3(\text{aq})$ NH_4Cl	10 mL	9,27	9,30	9,32

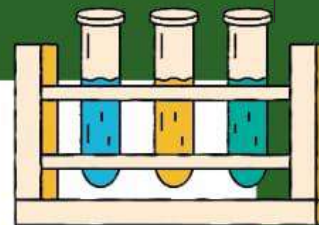
Pada data percobaan tersebut campuran yang terdiri dari larutan CH_3COOH dan CH_3COONa , juga larutan $\text{NH}_3(\text{aq})$ dan NH_4Cl pHnya hampir tidak berubah setelah ditambah sedikit asam maupun sedikit basa. Kedua jenis campuran tersebut merupakan contoh larutan penyangga.

Pada Tabel 9.1 terdapat dua macam larutan penyangga yaitu campuran antara CH_3COOH dengan CH_3COONa dan $\text{NH}_3(\text{aq})$ dengan NH_4Cl . Zat apa dari campuran-campuran tersebut yang membentuk larutan penyangga? Pada campuran CH_3COOH dengan CH_3COONa yang membentuk larutan penyangga adalah H_3COOH yang bersifat asam lemah dengan CH_3COO^- yang berasal dari CH_3COONa . CH_3COO^- adalah basa konjugasi dari CH_3COOH , maka komponen larutan penyangga ini adalah CH_3COOH dengan CH_3COO^- .

Pada campuran $\text{NH}_3(\text{aq})$ dengan NH_4Cl yang membentuk larutan penyangganya adalah NH_3 yang bersifat basa lemah dengan NH_4^+ dari NH_4Cl . NH_4^+ adalah asam konjugasi dari $\text{NH}_3(\text{aq})$, maka komponen larutan penyangga ini adalah $\text{NH}_3(\text{aq})$ dengan NH_4^+ . Berdasarkan ini, dapat disimpulkan:

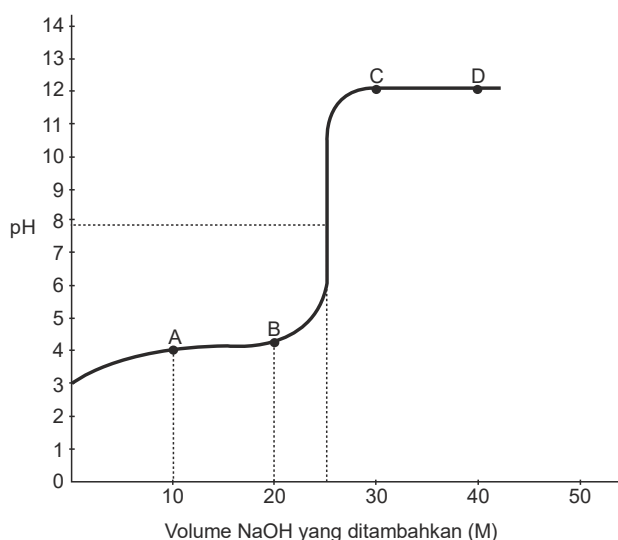
Larutan penyangga adalah larutan yang mengandung asam lemah dengan basa konjugasinya atau basa lemah dengan asam konjugasinya. Larutan penyangga yang mengandung asam lemah bersifat asam. Larutan penyangga yang mengandung basa lemah bersifat basa. Sifat larutan penyangga dapat





mempertahankan pHnya jika ditambah sedikit asam atau basa, dapat dilihat pada tabel data dan grafik titrasi CH_3COOH dengan NaOH berikut.

Sumber: Ebbing, General Chemistry



Volum NaOH yang ditambahkan (M)	pH
0,0	2,87
5,0	4,14
10,0	4,57
15,0	4,92
20,0	5,35
22,0	5,61
24,0	6,12
25,0	8,72
30,0	11,96
40,0	12,26
45,0	12,46
50,0	12,52

Gambar 9.1 Grafik perubahan pH asam lemah dengan basa kuat pada titrasi 25 mL CH_3COOH 0,1 M ditambahkan NaOH 0,1 M.

Pada grafik dapat dilihat di antara A dan B, pH hampir tidak berubah walaupun penambahan basa tetap dilakukan. Apa penyebabnya?

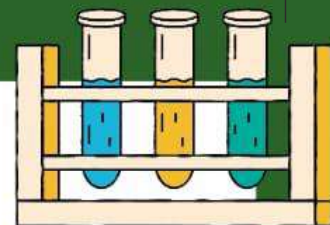
Coba reaksi CH_3COOH dengan NaOH dengan volum di antara 10 sampai dengan 20 mL.



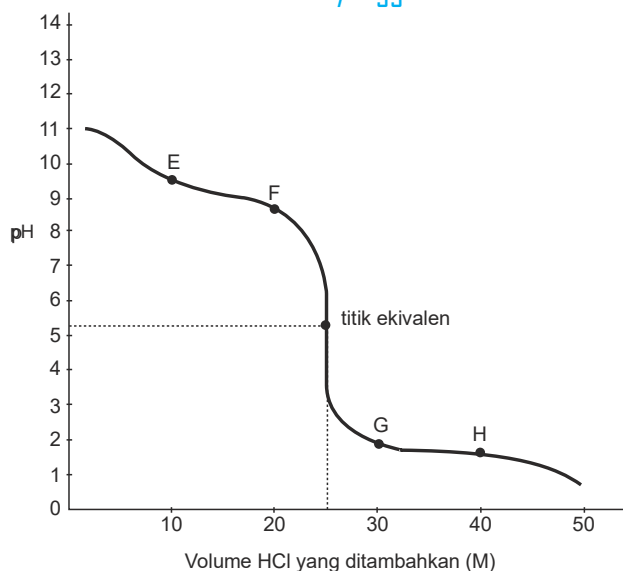
Selama penambahan NaOH pada campuran akan terbentuk CH_3COONa dan sisa asam CH_3COOH . Campuran CH_3COOH dengan CH_3COONa menghasilkan larutan penyangga. Setelah CH_3COOH habis bereaksi dengan NaOH tidak terjadi lagi larutan penyangga sehingga pH pada titrasi melonjak naik.

Demikian pula pada tabel dan grafik titrasi $\text{NH}_3(\text{aq})$ dengan HCl pada Gambar 9.2. Di antara titik E dan F perubahan pH relatif kecil, hal ini disebabkan terjadi larutan penyangga yang mengandung komponen $\text{NH}_3(\text{aq})$ dan NH_4Cl .





2. Pembentukan Larutan Penyangga



Volum HCl ditambahkan (1 mL)	pH
0,0	11,13
5,0	9,86
10,0	9,44
15,0	9,08
20,0	8,66
24,0	7,88
25,0	5,28
30,0	2,00
35,0	1,70
40,0	1,40
50,0	1,30

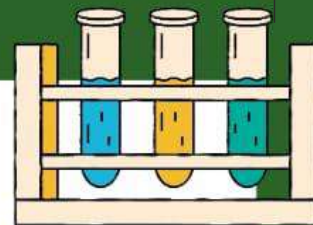
Sumber: Ebbing, General Chemistry

Gambar 9.2 Grafik perubahan pH basa lemah dengan asam kuat pada titrasi 25 mL NH_3 0,1 M oleh larutan HCl 0,1 M

Larutan penyangga dapat dibuat dengan dua cara. Pertama dengan cara mencampurkan langsung komponen-komponennya yaitu suatu asam lemah dengan garamnya atau suatu basa lemah dengan garamnya. Kedua dengan cara mencampurkan asam lemah dan basa kuat dengan jumlah asam lemah yang berlebih atau mencampurkan basa lemah dan asam kuat dengan jumlah basa lemah berlebih.

- Mencampurkan asam lemah atau basa lemah dengan garamnya.
 - H_2CO_3 dicampur dengan NaHCO_3 , NaHCO_3 membentuk ion HCO_3^- sehingga terbentuk larutan penyangga $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$.
 - $\text{NH}_3(\text{aq})$ dicampur dengan NH_4Cl . NH_4Cl membentuk ion NH_4^+ , sehingga terbentuk larutan penyangga $\text{NH}_3(\text{aq})/\text{NH}_4^+$.
- Mencampurkan asam lemah dengan basa kuat atau basa lemah dengan asam kuat.





Contoh:

- 1) Campuran larutan CH_3COOH dengan larutan NaOH akan bereaksi dengan persamaan reaksi:



Jika jumlah CH_3COOH yang direaksikan lebih banyak daripada NaOH maka akan terbentuk CH_3COONa dan ada sisa CH_3COOH sehingga terjadi larutan penyangga $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$.

- 2) Campuran $\text{NH}_3(\text{aq})$ dengan HCl akan bereaksi dengan persamaan reaksi $\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(\text{aq})$.

Jika jumlah $\text{NH}_3(\text{aq})$ berlebih setelah bereaksi akan terbentuk NH_4Cl dan ada sisa $\text{NH}_3(\text{aq})$ sehingga terjadi larutan penyangga $\text{NH}_3(\text{aq})/\text{NH}_4^+$.

Contoh Soal

Apakah terjadi larutan penyangga jika 100 mL CH_3COOH 0,5 M direaksikan dengan 200 mL NaOH 0,2 M?

Penyelesaian:

$\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq})$		$\text{CH}_3\text{COONa}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	
Mol zat mula-mula : 50 mmol	40 mmol	-	-
Mol zat bereaksi : 40 mmol	40 mmol	-	-
Mol zat hasil reaksi : -	-	40 mmol	40 mmol
Mol zat sisa : 10 mmol			

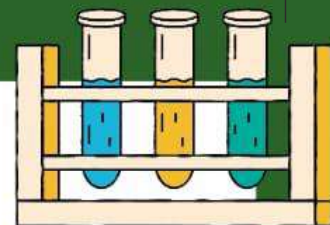
Setelah bereaksi terdapat campuran antara CH_3COOH dengan CH_3COONa sehingga terjadi larutan penyangga $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$.

Latihan

Apakah terjadi larutan penyangga pada campuran-campuran berikut?

- 100 mL CH_3COOH 0,1M dengan 100 mL NaOH 0,1 M.
- 100 mL CH_3COOH 0,1 M dengan 200 mL NaOH 0,1 M.
- 100 mL $\text{NH}_3(\text{aq})$ 0,1 M dengan 100 mL HCl 0,05 M.
- 100 mL $\text{NH}_3(\text{aq})$ 0,1 M dengan 200 mL HCl 0,01 M.
- 100 mL H_2CO_3 0,2 M dengan 100 mL NaOH 0,1 M.





B. pH Larutan Penyangga



Sumber. WordPress.com

Untuk menentukan pH terlebih dahulu dihitung jumlah H^+ yang ada pada larutan. Misalnya 1 L larutan penyangga mengandung x mol asam lemah HA ($= x$) dan y mol basa konjugasi A^- dari suatu garam. Persamaan reaksi dan jumlah masing-masing ion yang terjadi adalah:

	HA	\rightleftharpoons	H^+	$+$	A^-
Mula-mula	:		:		:
	x mol				
Terurai	:		:		:
	x mol				
Hasil reaksi	:		:		:
	-		x mol		x mol
Pada keadaan setimbang	:		:		:
	$(x - x)$		x mol		x mol

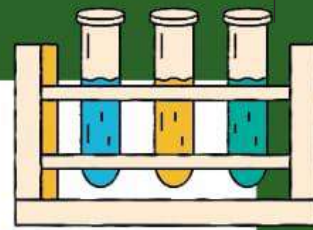
A^- pada larutan terdapat dari basa konjugasi dan hasil penguraian HA, maka jumlah $A^- = x + y$ mol.

A^- dari suatu garam akan mendesak reaksi kesetimbangan HA ke arah HA, sehingga konsentrasi HA dianggap tetap maka harga K_a untuk reaksi kesetimbangan HA adalah:

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

H^+ dan A^- yang dihasilkan dari HA sangat kecil maka jumlah x dapat diabaikan sehingga di dalam campuran terdapat $HA = x$ mol dan $A^- = y$ mol (tetap seperti semula).





$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

$$[H^+] = K_a \times \frac{[HA]}{[A^-]} \text{ atau } [H^+] = K_a \times \frac{[HA]}{\text{Basa konjugasi}}$$

pH = $-\log [H^+]$ maka pH larutan penyangga adalah:

$$pH = -\log \left(K_a \times \frac{[\text{Asam}]}{[\text{Basa konjugasi}]} \right)$$

Dengan cara yang sama untuk larutan penyangga yang terdiri dari basa lemah (LOH) dengan asam konjugasinya (L^+) didapat rumus:

$$[OH^-] = K_b \times \frac{[LOH]}{[L^+]} \text{ atau } [OH^-] = K_b \times \frac{\text{Basa}}{\text{Asamkonjugasi}}$$
$$pOH = -\log \left(K_b \times \frac{\text{Basa}}{\text{Asamkonjugasi}} \right)$$

Contoh Soal

1. Hitunglah pH larutan yang terdiri dari campuran 50 mL CH_3COOH 0,1 M dan 50 mL CH_3COONa 0,1 M, $K_a = 1,7 \cdot 10^{-5}$.

Penyelesaian:

Dalam 50 mL CH_3COOH 0,1 M terdapat 0,005 mol CH_3COOH

Dalam 50 mL CH_3COONa 0,1 M terdapat = 0,005 mol CH_3COO^-

Volum campuran = 100 mL

$$[CH_3COOH] = 0,005 \times \frac{1000}{100} = 0,05 \text{ mol L}^{-1}$$

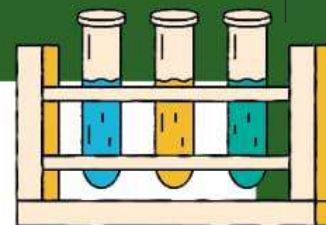
$$[CH_3COO^-] = 0,05 \text{ mol L}^{-1}$$

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

$$[H^+] = 1,7 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{0,05}{0,05} = 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

$$pH = -\log[H^+] \\ = -\log 1,7 \cdot 10^{-5}$$





$= 5 - 0,23 = 4,77$ Jadi,
pH larutan adalah 4,77.

2. Tentukan pH campuran antara 400 mL $\text{NH}_3(\text{aq})$ 0,1 M dengan 400 mL larutan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0,05 M. Jika $K_b \text{NH}_3(\text{aq}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$

Penyelesaian:

Mol NH_3 mula-mula = $400 \times 0,1 = 40$ mmol

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ mol

$\text{NH}_4^+ = 2 \times 0,05 \times 400 = 40$ mmol

$$[\text{NH}_3] = \frac{40 \text{ mmol}}{800 \text{ mL}} = 0,05 \text{ mmol mL}^{-1}$$

$$[\text{NH}_4^+] = \frac{40 \text{ mmol}}{800 \text{ mL}} = 0,05 \text{ mmol mL}^{-1}$$

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

$$[\text{OH}^-] = 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{(0,05)}{(0,05)} = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

$$\begin{aligned} \text{pOH} &= -\log [\text{OH}^-] \\ &= -\log 1,8 \cdot 10^{-5} \\ &= 5 - \log 1,8 = 4,74 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{pH} &= 14 - \text{pOH} \\ &= 14 - 4,74 = 9,26 \end{aligned}$$

Jadi, pH campuran adalah 9,26.

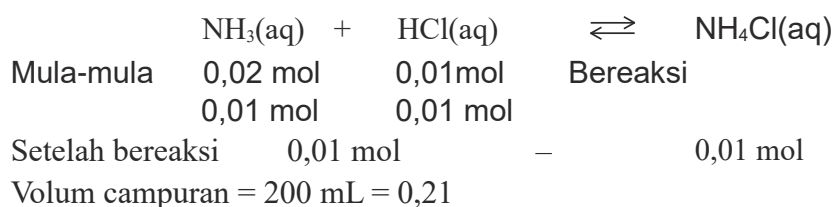
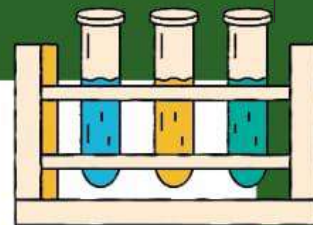
3. Hitunglah pH larutan jika 100 mL $\text{NH}_3(\text{aq})$ 0,2 M dicampurkan dengan 100 mL HCl 0,1 M, $K_b \text{NH}_3(\text{aq}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

Penyelesaian:

$$\text{NH}_3 = \frac{100}{1000} \cdot 0,2 = 0,02 \text{ mol}$$

$$\text{HCl} = \frac{100}{1000} \cdot 0,1 = 0,01 \text{ mol}$$





$$[\text{NH}_3] = \frac{0,01 \text{ mol}}{0,2 \text{ L}} = 0,05 \text{ mol L}^{-1}$$

$$[\text{NH}_4^+] = \frac{0,01 \text{ mol}}{0,2 \text{ L}} = 0,05 \text{ mol L}^{-1}$$

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

$$[\text{OH}^-] = 1,75 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{(0,05)}{(0,05)} = 1,75 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

$$\begin{aligned} \text{pOH} &= -\log 1,75 \cdot 10^{-5} \\ &= 5 - \log 1,75 \\ &= 4,76 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{pH} &= 14 - 4,76 \\ &= 9,24 \end{aligned}$$

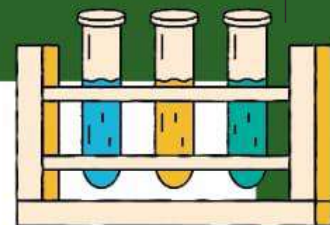
Jadi, pH larutan adalah 9,24.

Latihan

Selesaikan soal-soal berikut!

1. Tentukan pH larutan penyangga dari campuran berikut.
 - a. 100 mL CH_3COOK 0,5 M dengan 200 mL CH_3COOH 0,5 M ($K_a \text{CH}_3\text{COOH} = 1,7 \times 10^{-5}$).
 - b. 20 mL CH_3COOH 1 M dengan 10 mL NaOH 0,1 M ($K_a \text{CH}_3\text{COOH} = 1,7 \times 10^{-5}$).
 - c. 10 mL $\text{NH}_3(\text{aq})$ 0,1 M dengan 20 mL NH_4Cl 0,2 M . ($K_b \text{NH}_3(\text{aq}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$).
2. Berapa mL larutan CH_3COOH 0,1 M harus ditambahkan ke dalam 200 mL larutan CH_3COONa 0,1 M untuk membuat larutan penyangga dengan pH = 5?
($K_a \text{CH}_3\text{COOH} = 1,7 \cdot 10^{-5}$).





C. Pengaruh Pengenceran dan Penambahan Sedikit Asam atau Basa pada Larutan Penyangga

Bagaimana pengaruh pengenceran pada pH larutan penyangga? Pengenceran atau penambahan air akan memperbesar volum komponen-komponen larutan penyangga. Untuk mengetahui pH-nya perhatikan contoh soal berikut.

Contoh Soal

Ke dalam larutan penyangga yang terdiri dari 200 mL $\text{NH}_3(\text{aq})$ 0,6 M dengan 300 mL NH_4Cl 0,3 M ($K_b \text{NH}_3(\text{aq}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$) ditambahkan air sebanyak 500 mL. Tentukan pH larutan mula-mula dan pH setelah di tambah 500 mL air.

Penyelesaian: **pH**

mula-mula

Jumlah mol $\text{NH}_3(\text{aq}) = 0,6 \text{ M} \times 200 \text{ mL} = 120 \text{ mmol} = 0,12 \text{ mol}$ Jumlah

mol $\text{NH}_4^+ = 0,3 \text{ M} \times 300 \text{ mL} = 90 \text{ mmol} = 0,09 \text{ mol}$

Volum campuran = 200 mL + 300 mL = 500 mL = 0,5 L

$$[\text{NH}_3] = \frac{0,12 \text{ mol}}{0,5 \text{ L}} = 0,24 \text{ M}$$

$$[\text{NH}_4^+] = \frac{0,09 \text{ mol}}{0,5 \text{ L}} = 0,18 \text{ M}$$

$$[\text{OH}^-] = 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{(0,24)}{(0,18)} = 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

$$\text{pOH} = -\log 2,4 \cdot 10^{-5} = 5 - \log 2,4 = 4,62$$

pH = 14 - 4,62 = 9,38 Jadi, pH mula-mula adalah 9,38.

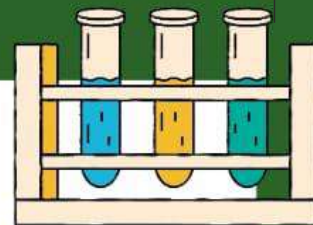
pH setelah di tambah 500 mL air

Volum campuran menjadi 1.000 mL = 1 L

$$[\text{NH}_3] = \frac{0,12 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0,12 \text{ M}$$

$$[\text{NH}_4] = \frac{0,09 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0,09 \text{ M}$$





$$[\text{OH}^-] = 1,8 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{(0,12)}{(0,09)} = 2,4 \cdot 10^{-5}$$
$$\text{M pOH} = -\log 2,4 \cdot 10^{-5} = 4,62 \quad \text{pH} = 14 - 4,62 = 9,38$$

Jadi, pH setelah ditambah 500 mL air adalah 9,38.

Bagaimana pengaruh penambahan sedikit asam atau basa pada pH larutan penyangga? Untuk mengetahuinya perhatikan contoh soal berikut.

Contoh Soal

Larutan penyangga yang terdiri dari 50 mL CH_3COOH 0,1 M dengan 50 mL CH_3COONa 0,1 M ($K_a \text{CH}_3\text{COOH} = 1,7 \cdot 10^{-5}$) mempunyai pH = 4,76. Berapa pH larutan setelah ditambah 1 mL HCl 0,1 M.

Penyelesaian:

Pada larutan penyangga terdapat CH_3COOH dan CH_3COO^- . Pada penambahan HCl, H^+ dari HCl akan bereaksi dengan CH_3COO^- membentuk CH_3COOH sehingga jumlah mol CH_3COOH akan bertambah sedangkan CH_3COO^- akan berkurang.

Perhitungannya:

Jika H^+ yang ditambahkan = 0,0001 mol maka akan bereaksi dengan 0,0001 mol CH_3COO^- dan membentuk 0,0001 mol CH_3COOH .

Jumlah Komponen Sebelum	Jumlah Komponen Sesudah
$\text{CH}_3\text{COOH} = 0,005 \text{ mol}$	$\text{CH}_3\text{COOH} = 0,005 + 0,0001 = 0,0051 \text{ mol}$
$\text{CH}_3\text{COO}^- = 0,005 \text{ mol}$	$\text{CH}_3\text{COO}^- = 0,005 - 0,0001 = 0,0049 \text{ mol}$

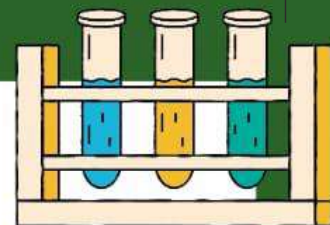
Volum campuran = 100 mL + 1 mL = 101 mL = 0,101 L

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = \frac{0,0051 \text{ mol}}{0,101 \text{ L}} = 0,051 \text{ M}$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = \frac{0,0049 \text{ mol}}{0,101 \text{ L}} = 0,049 \text{ M}$$

$$[\text{H}^+] = 1,7 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{(0,051)}{(0,049)} = 1,77 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$
$$\text{pH} = 5 - \log 1,77 = 4,75.$$





pH mula-mula = 4,76, sedangkan pH setelah ditambah sedikit HCl = 4,75.

Jadi selisih pH sangat kecil maka dianggap pH tidak berubah.

Berdasarkan perhitungan pada contoh di atas dapat disimpulkan bahwa:

1. Larutan penyangga dapat mempertahankan pHnya jika ditambah sedikit asam atau basa
2. pH larutan penyangga tidak berubah jika larutan diencerkan.

Latihan

Selesaikan soal-soal berikut!

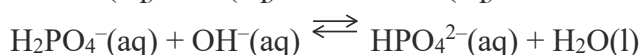
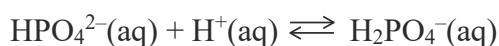
1. Tentukan pH 1 L larutan penyangga yang mengandung 0,1 mol $\text{NH}_3(\text{aq})$ dan 0,1 mol NH_4Cl dan tentukan pula pH larutan jika pada larutan ditambahkan 10 mL HCl 0,1 M.
2. Tentukan pH dari 200 mL larutan CH_3COOH 0,2 M dicampur dengan 300 mL larutan CH_3COOK 0,2 M. Tentukan pula pH larutan jika ditambahkan 10 mL larutan KOH 0,1 M!
3. Tentukan pH campuran 100 mL CH_3COOH 1M dengan 100 mL KOH 0,4 M, kemudian tentukan pH jika pada campuran tersebut ditambahkan air sebanyak 200 mL.

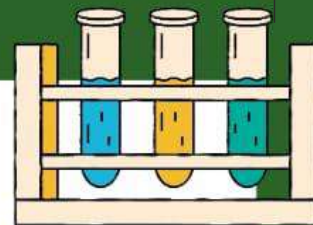
D. Kegunaan Larutan Penyangga

Pada makhluk hidup terdapat berbagai macam cairan seperti air, sel darah, dan kelenjar. Cairan ini berfungsi sebagai pengangkut zat makanan dan pelarut zat kimia di dalamnya. Berlangsungnya reaksi itu bergantung pada enzim tertentu, dan tiap enzim bekerja efektif pada pH tertentu (pH optimum). Oleh sebab itu, cairan dalam makhluk hidup mengandung larutan penyangga untuk mempertahankan pHnya.

Contoh:

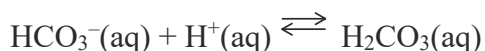
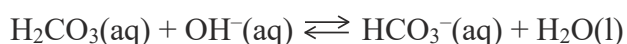
Larutan penyangga dalam sel adalah pasangan asam-basa konjugasi H_2PO_4^- dan HPO_4^{2-} . Jika pada sistem ada asam dan basa, larutan akan bereaksi dengan asam dan basa sebagai berikut:





Akibat reaksi tersebut pada sel ini tetap terdapat cairan penyangga H_2PO_4^- dengan HPO_4^{2-} .

Larutan penyangga pada darah adalah pasangan asam basa konjugasi H_2CO_3 dan HCO_3^- . Jika larutan penyangga bereaksi dengan asam dan basa, maka akan terjadi reaksi:



Akibat reaksi tersebut pada darah tetap ada larutan penyangga H_2CO_3 dengan HCO_3^- . Larutan penyangga di atas membantu menjaga pH darah agar konstan, yaitu sekitar $\text{pH} = 7,4$. Jika mekanisme pengaturan pH dalam tubuh gagal, misalnya saat sakit dan pH darah turun sampai < 7 atau naik sampai $\text{pH} > 7,8$, dapat menyebabkan kerusakan permanen pada organ tubuh atau bahkan kematian.

Dengan adanya larutan penyangga $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$ dan $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$ cairan tubuh kita memiliki pH yang tetap.

Kegunaan larutan penyangga tidak terbatas pada tubuh makhluk hidup, reaksi kimia di bidang industri dan di laboratorium juga menggunakan larutan penyangga.

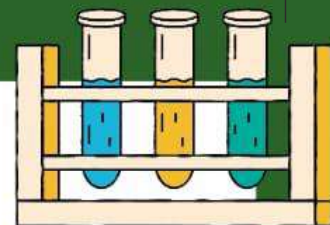
Buah-buahan dalam kaleng biasanya ditambahkan campuran asam sitrat dan natrium sitrat untuk menjaga pHnya, agar tidak mudah rusak oleh bakteri. Demikian pula untuk keperluan kolam renang sering ditambahkan NaHCO_3 , agar pH air kolam tetap terjaga konstan.

Latihan

Selesaikan soal-soal berikut!

1. Jelaskan kegunaan larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup!
2. Jelaskan kegunaan larutan penyangga dalam industri dan laboratorium!





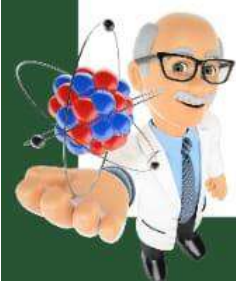
INFO KIMIA

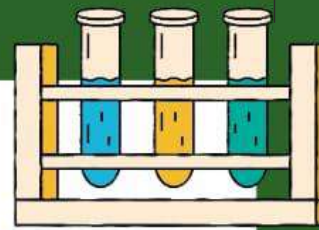


Sumber: Ebbing, General Chemistry

Penyangga

Sodium bikarbonat (baking soda)
ditambahkan ke dalam kolam renang
sebab bertindak sebagai buffer, untuk
mengontrol pH air di kolam.





Rangkuman

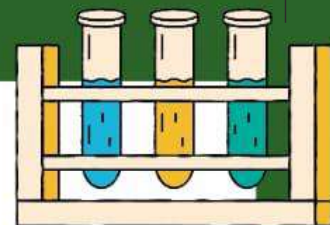
- a. Larutan penyangga merupakan larutan yang dapat mempertahankan pH nya bila ditambah sedikit asam kuat, basa kuat, atau diencerkan.
- b. Komponen larutan penyangga yaitu:
 - a. asam lemah dengan basa konjugasinya,
 - b. basa lemah dengan asam konjugasinya.
- c. Pembentukan larutan penyangga dengan cara:
 - a. mencampurkan asam lemah atau basa lemah dengan garamnya,
 - b. mencampurkan asam lemah dengan basa kuat atau basa lemah dengan asam kuat.
- d. pH larutan penyangga:

a. Penyangga asam: $[H^+] = K_a \cdot \frac{HA}{\text{Basa konjugasi}}$

$$pH = -\log [H^+]$$

b. Penyangga basa: $[OH^-]: K_b \cdot \frac{LOH}{\text{Asam konjugasi}}$





LATIHAN SOAL

Pilihlah salah satu jawaban yang paling benar.

1. Perambahan sedikit NaOH pada larutan penyangga yang terbentuk dari asam lemah dan basa konjugasi akan menyebabkan keadaan berikut

1. pH tetap
2. konsentrasi asam lemah berkurang
3. konsentrasi basa konjugasi bertambah
4. konsentrasi asam lemah bertambah
5. konsentrasi basa konjugasi berkurang

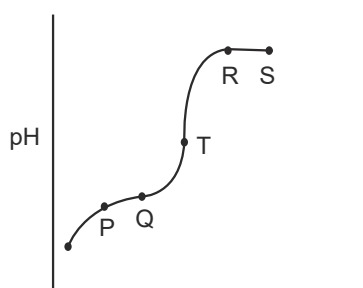
Pernyataan yang benar adalah....

- A. 1, 3 dan 4
- B. 1, 4 dan 5
- C. 1, 2 dan 3
- D. 1, 2 dan 5
- E. 1 saja

2. Pasangan larutan berikut yang menghasilkan larutan penyangga adalah....

- A. 100 mL NaOH 0,2 M - 100 mL HCl 0,1 M
- B. 100 mL NaOH 0,2 M - 100 mL HCl 0,3 M
- C. 100 mL NaOH 0,2 M - 100 mL CO_2HCOOH 0,2 M
- D. 100 mL NaOH 0,2 M - 100 mL HCN 0,1 M
- E. 100 mL NaOH 0,2 M - 100 mL HCN 0,2 M

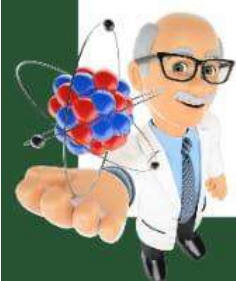
3.

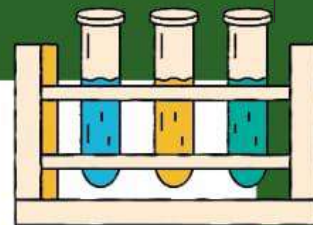


Perhatikan grafik titrasi larutan asam asetat dengan larutan kalium hidroksida. Selama titrasi terjadi larutan penyangga. Larutan penyangga pada grafik ditunjukkan oleh huruf

vol KOH yang ditambahkan

- A. P – Q





B. Q – T

C. T – R

D. R – S

E. Q – R

4. Campuran yang terdiri dari 10 mL asam asetat 0,1 M dan 5 mL natrium hidroksida 0,1 M mempunyai pH

- A. lebih besar dari 7
- B. sama dengan 7
- C. sama dengan pK_a
- D. lebih besar dari pK_a
- E. lebih kecil dari pK

5. Jika x mL CH_3COOH 0,1 M $K_a = 10^{-5}$ dan y ml CH_3COONa 0,2 M dicampur dan dapat membentuk larutan buffer maka kalau didinginkan pH larutannya = 5. Perbandingannya adalah.....

- A. 4:1
- B. 1:1
- C. 2:3
- D. 1:2
- E. 2:1

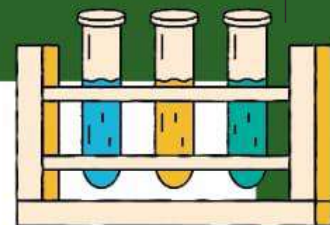
6. Jika 1 gram NaOH ($M_r = 40$) dimasukkan ke dalam 500 mL 0,1 asam asetat $K_a = 10^{-5}$ maka akan dihasilkan larutan...

- A. penyangga dengan pH= 5
- B. penyangga dengan pH= 6
- C. penyangga dengan pH= 9
- D. garam terhidrolisis dengan pH = 5
- E. basa dengan pH 9

7. Perhatikan Campuran larutan berikut

- 1. 100 ml CH_3COOH 0,1 M dan 50 ml NaOH 0,1 M
- 2. 100 ml H_2SO_4 0,1 M dan 100 ml NH_4OH 0,1 M
- 3. 100 ml CH_3COOH 0,1M dan 100 ml KOH 0,1 M
- 4. 10 ml H_2SO_4 0,1 M dan 100 ml NH_4OH 0,1 M





Larutan penyangga yang memiliki $\text{pH} > 7$ adalah....

- A. 1, 2 dan 3
- B. 1 dan 3
- C. 2 dan 4
- D. 4 saja
- E. 1, 2, 3 dan 4

8. Kedalam 60 ml larutan asam asetat 0,05 M ($K_a = 2 \times 10^{-5}$) ditambahkan 40ml. Larutan NaOH 0,05 M. PH sebelum dan sesudah penambahan NaOH berturut-turut adalah...

- A. 3 dan 4
- B. 3 dan 5
- C. 3 dan 6
- D. 4 dan 5
- E. 4 dan 6

9. Berdasarkan pasangan larutan berikut ini:

- 1. 50 ml CH_3COOH 0,2 M dan 50 ml NaOH 0,1 M
- 2. 50 ml CH_3COOH 0,2 M dan 100 ml NaOH 0,1 M
- 3. 50 ml H_2CO_3 0,2 M dan 100 ml NaOH 0,1M
- 4. 50 ml HCl 0,1M dan 50 ml NH_4OH 0,2 M
- 5. 50 ml HCl 0,1 M dan 50 ml NaOH 0,2 M

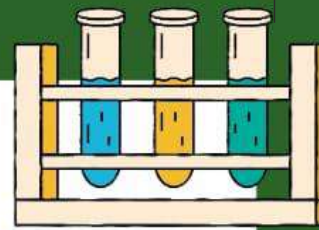
Pasangan-pasangan yang pH nya tidak akan berubah apabila ditambah sedikit larutan basa kuat atau asam kuat adalah..

- A. 1 dan 2
- B. 1 dan 3
- C. 1 dan 4
- D. 2 dan 3
- E. 1 dan 5

10. Campuran dari 100 mL. CH_3COOH 0,1 M dengan 150 mL. CH_3COOH 0,2 M ($K_a = 10^{-5}$) yang kemudian ditambah 250 ml. NaOH 0,08 M, maka pH yang dapat diukur adalah.....

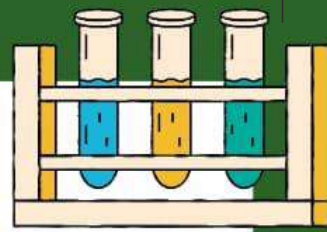
- A. 0,69





- B. 2,5
- C. 5,0
- D. 7,0
- E. 7,5

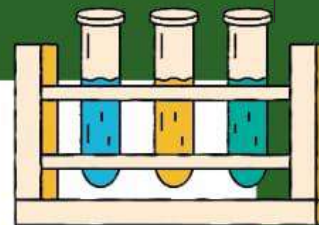




KUNCI JAWABAN

1. C
2. A
3. D
4. A
5. E
6. A
7. D
8. B
9. C
10. C





DAFTAR PUSTAKA

Shidiq Premono, Anis Wardani, Nur Hidayati. 2009. Kimia SMA/MA Kelas XI.

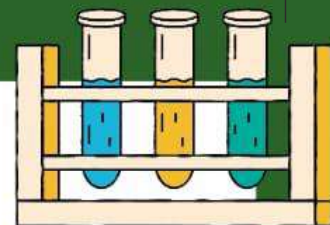
Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional

Siti Kalsum, Poppy K Dev, Masmiami, Hasmiati Syahrul. 2009. K I M I A 2 SMA

dan MA Kelas XI. Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan

Nasional





GLOSARIUM

Akalosis	: peningkatan pH darah
Anion	: ion bermuatan negatif
Asidosis	: penurunan pH darah
Asam lemah	: larutan asam yang tidak terionisasi secara sempurna dalam air
Asam konjugasi	: zat yang terbentuk setelah menerima proton
Basa lemah	: larutan basa yang tidak terionisasi secara sempurna dalam air.
Basa konjugasi	: zat yang terbentuk setelah asam melepaskan atau mendonasikan proton.
Kation	: ion yang bermuatan positif
Larutan penyangga	: larutan yang dapat mempertahankan pH pada penambahan sedikit asam, sedikit basa atau pengenceran
pH	: derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan.

