



Lampiran 01. Surat Pengantar SMA Negeri 3 Singaraja



UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
JURUSAN KIMIA

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

Nomor : 4/UN48.9.1/TU/2024

Singaraja, 02 Februari 2024

Lampiran :

Perihal: permohonan izin penelitian dan pengambilan data

Kepada

Yth. Kepala Sekolah SMA Negeri
3 Singaraja

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

Nama : Ayu Asmara Waruwi

NIM : 1813031021

Program Studi : Pendidikan Kimia

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



Nyoman Suardana, M.Si.
NIP. 196611231993031001

Catatan :*) coret yang tidak perlu

SMA NEGERI 3 SINGARAJA

TANGGAL TERIMA
5 - 2 - 2024
PENTING

RAHASIA

NOMOR AGENDA
421/49/SMAN 3 Sgr/2024
BIASA

PERHAL: Permohonan Ijin Penelitian dan Pengambilan Data

NOMOR SURAT: 4/UN48.9.1/TU/2024

TANGGAL PENERUSAN :

KEPADA	ISI DISPOSISI URAIAN TUGAS	PARAF
Wakil Akademik	Quis : 	2

Lampiran 02. Surat Rekomendasi Validator



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

Alamat: Jalan Udayana Singaraja-Bali
Telepon (0362) 25072 Fax. (0362) 25335 Pos 81116

Singaraja, 24 Januari 2024

Yth. Koordinator Program Studi Pendidikan Kimia

di Tempat

Berdasarkan usulan dari dosen pembimbing skripsi, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

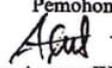
Nama : Ayu Asmara Waruwu
NIM : 1813031021
Prodi : Pendidikan Kimia
Pembimbing : 1. I Nyoman Selamat, S.Si., M.Si.
2. Prof. Drs. I Wayan Subagia, M.App.Sc., Ph.D.

Maka melalui surat ini, saya ingin mengajukan permohonan dosen validator untuk skripsi saya. Untuk itu saya mengajukan nama dosen berikut sebagai validator skripsi saya:

1. Validator Ahli Isi I
Nama: Prof.Dr. I Nyoman Suardana, M.Si.
Fakultas: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
2. Validator Ahli Isi II
Nama: Prof. Dr. I Wayan Redhana, M.Si.
Fakultas: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
3. Validator Ahli Media
Nama: Dr. I Gde Wawan Sudatha, S.Pd., S.T., M.Pd.
Fakultas: Ilmu Pendidikan

Demikian surat ini disampaikan atas kesediaan dan kerjasamanya saya ucapkan terima kasih.

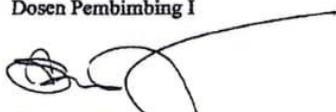
Pemohon


(Ayu Asmara Waruwu)

Mengetahui

Dosen Pembimbing II

Dosen Pembimbing I


I Nyoman Selamat, S.Si., M.Si.
NIP. 196801081994031004


Prof.Drs. I Wayan Subagia, M.App.Sc., Ph.D.
NIP. 196212311988031015

Lampiran 03. Surat Tugas Validator Ahli Isi 1



UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
JURUSAN KIMIA

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

Nomor : 8/UN48.9.8/TU/2024 29 Januari 2024
 Lamp. : -
 Prihal : Permohonan Sebagai Validator

Kepada Yth. Bapak **Prof. Dr. I Nyoman Suardana, M.Si.**
 di
 Tempat

Dengan hormat, sehubungan dengan adanya penyusunan tugas akhir (skripsi) yang dilakukan oleh mahasiswa atas nama :

Nama : Ayu Asmara Waruwu
 NIM : 1813031021
 Program Studi : Pendidikan Kimia

Kami mohon kesediaan Bapak sebagai **Validator Ahli Isi I** pada skripsi yang berjudul "Pengembangan E-Modul Berpendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Pada Materi Larutan Penyangga"

Demikian surat pengantar ini dibuat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya. Atas perhatian dan bantuan Bapak, kami mengucapkan terimakasih.

Mengetahui,
 Ketua

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

Sekretaris

Dr. I Putu Parwata, S.Si., M.Si.
 NIP. 197806032002121004

Lampiran 04. Surat Tugas Validator Ahli Isi 2



UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
JURUSAN KIMIA

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

Nomor : 8/UN48.9.8/TU/2024 29 Januari 2024
 Lamp. : -
 Prihal : Permohonan Sebagai Validator

Kepada Yth. Bapak **Prof. Dr. I Wayan Redhana, M.Si**
 di
 Tempat

Dengan hormat, sehubungan dengan adanya penyusunan tugas akhir (skripsi) yang dilakukan oleh mahasiswa atas nama :

Nama : Ayu Asmara Waruwu
 NIM : 1813031021
 Program Studi : Pendidikan Kimia

Kami mohon kesediaan Bapak sebagai **Validator Ahli Isi II** pada skripsi yang berjudul "Pengembangan E-Modul Berpendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Pada Materi Larutan Penyangga"

Demikian surat pengantar ini dibuat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya. Atas perhatian dan bantuan Bapak, kami mengucapkan terimakasih.

Mengetahui,
 Ketua

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

Sekretaris

Dr. I Putu Parwata, S.Si., M.Si.
 NIP. 197806032002121004

Lampiran 05. Surat Tugas Validator Ahli Media

UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
JURUSAN KIMIA

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

Nomor : 8/UN48.9.8/TU/2024 29 Januari 2024
Lamp. : -
Prihal : Permohonan Sebagai Validator

Kepada Yth. Bapak **Dr. I Gde Wawan Sudatha, S.Pd., S.T., M.Pd** di
Tempat

Dengan hormat, sehubungan dengan adanya penyusunan tugas akhir (skripsi) yang dilakukan oleh mahasiswa atas nama :

Nama : Ayu Asmara Waruwu
NIM : 1813031021
Program Studi : Pendidikan Kimia

Kami mohon kesediaan Bapak, sebagai **Validator Ahli Media** pada skripsi yang berjudul "Pengembangan E-Modul Berpendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Pada Materi Larutan Penyangga"

Demikian surat pengantar ini dibuat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya. Atas perhatian dan bantuan Bapak, kami mengucapkan terimakasih.

Ketua

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

Sekretaris

Dr. I Putu Parwata, S.Si., M.Si.
NIP. 197806032002121004

Mengetahui,
Dekan Fakultas MIPA

Dr. I Wayan Sukra Warpala, S.Pd., M.Sc
NIP 196710131994031001

Lampiran 06. Hasil Analisis Dokumen

Hasil Analisis Surat Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, Dan Asesmen Pendidikan Nomor 033 Tahun 2022

Elemen	Capaian pembelajaran
Pemahaman kimia	<p>Pada akhir fase F, peserta didik mampu menerapkan operasi matematika dalam perhitungan kimia; mempelajari sifat, struktur dan interaksi partikel dalam membentuk berbagai senyawa; memahami dan menjelaskan aspek energi, laju dan kesetimbangan reaksi kimia; menggunakan konsep asam-basa dalam keseharian; menggunakan transformasi energi kimia dalam keseharian; memahami kimia organik; memahami konsep kimia pada makhluk hidup. Peserta didik mampu menjelaskan penerapan berbagai konsep kimia dalam keseharian dan menunjukkan bahwa perkembangan ilmu kima menghasilkan berbagai inovasi.</p>
Keterampilan Proses	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengamati Mampu memilih alat bantu yang tepat untuk melakukan pengukuran dan pengamatan. Memperhatikan detail yang relevan dari obyek yang diamati. 2. Mempertanyakan dan memprediksi Mengidentifikasi pertanyaan dan permasalahan yang dapat diselidiki secara ilmiah. Peserta didik menghubungkan pengetahuan yang telah dimiliki dengan pengetahuan baru untuk membuat prediksi. 3. Merencanakan dan melakukan penyelidikan Peserta didik merencanakan penyelidikan ilmiah dan melakukan langkah-langkah operasional berdasarkan referensi yang benar untuk menjawab pertanyaan. Peserta didik melakukan pengukuran atau membandingkan variabel terikat dengan menggunakan alat yang sesuai serta memperhatikan kaidah ilmiah. 4. Memproses, menganalisis data dan informasi Menafsirkan informasi yang didapatkan dengan jujur dan bertanggung jawab. Menganalisis menggunakan alat dan metode yang tepat, menilai relevansi informasi yang ditemukan dengan mencantumkan referensi rujukan, serta menyimpulkan hasil penyelidikan. 5. Mengevaluasi dan refleksi Mengevaluasi kesimpulan melalui Mengevaluasi kesimpulan melalui perbandingan dengan teori yang ada. Menunjukkan kelebihan dan kekurangan proses penyelidikan dan efeknya pada data. Menunjukkan permasalahan pada metodologi dan mengusulkan

	<p>saran perbaikan untuk proses penyelidikan selanjutnya.</p> <p>6. Mengomunikasikan hasil Mengomunikasikan hasil penyelidikan secara utuh termasuk di dalamnya pertimbangan keamanan, lingkungan, dan etika yang ditunjang dengan argumen, bahasa serta konvensi sains yang sesuai konteks penyelidikan. Menunjukkan pola berpikir sistematis sesuai format yang ditentukan.</p>
--	---

Sumber: Kemenristekdikti, 2022.

Tujuan Pembelajaran

Tujuan Pembelajaran

1. Peserta didik dapat mendefinisikan larutan penyangga
2. Peserta didik dapat mengidentifikasi perbedaan larutan penyangga dan bukan larutan penyangga berdasarkan komponen penyusunnya
3. Peserta didik mampu menjelaskan sifat larutan penyangga
4. Peserta didik mampu menjelaskan prinsip larutan penyangga
5. Peserta didik dapat menghitung pH dan pOH larutan penyangga
6. Peserta didik mampu menjelaskan penerapan larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup dan kehidupan sehari-hari
7. Peserta didik dapat membuat larutan penyangga dengan pH tertentu

Sumber: Dokumen Pribadi

Alur Tujuan Pembelajaran

Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaran	JP	Profil Pelajar Pancasila	Materi Inti
1. Peserta didik dapat mendefinisikan larutan penyangga		Bernalar kritis	Pengertian larutan penyangga
2. Peserta didik dapat mengidentifikasi perbedaan larutan penyangga dan bukan larutan penyangga berdasarkan komponen penyusunnya		Bernalar kritis	Komponen-komponen larutan penyangga
3. Peserta didik mampu menjelaskan sifat larutan penyangga		Berpikir kritis	Sifat larutan penyangga
4. Peserta didik mampu menjelaskan prinsip larutan penyangga		Bernalar kritis	Prinsip kerja larutan penyangga

5. Peserta didik dapat menghitung pH dan pOH larutan penyangga		Berpikir kritis	Menghitung pH larutan penyangga
6. Peserta didik mampu menjelaskan penerapan larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup dan kehidupan sehari-hari		Bernalar kritis	Peran larutan penyangga
7. Peserta didik dapat membuat larutan penyangga dengan pH tertentu		Bergotong royong dan kreatif	Membuat larutan penyangga

Sumber: Dokumen Pribadi



Lampiran 07. Pedoman wawancara

No.	Aspek	Pertanyaan	Respon
1.	Kurikulum	Apakah Kurikulum yang diterapkan sekolah?	
1.	Proses pembelajaran kimia	Model dan metode pembelajaran apa yang Bapak/Ibu gunakan dalam pembelajaran kimia?	
		Pernahkan bapak/ibu mengaitkan konsep kimia dengan fenomena yang terjadi di lingkungan kehidupan sehari-hari?	
		Apakah terdapat kendala yang dihadapi ketika melaksanakan kegiatan pembelajaran menggunakan kurikulum merdeka?	
2.	Penggunaan bahan ajar	Dalam pelaksanaan pembelajaran di kelas, apa saja bahan ajar yang bapak/ibu gunakan?	
		Bagaimana minat peserta didik terhadap bahan ajar yang digunakan tersebut?	
3.	Penggunaan modul elektronik	Adakah modul kimia yang digunakan oleh bapak/ibu?	
4.	Pendekatan STEM	Apakah bapak/ibu mengetahui pembelajaran dengan pendekatan STEM?	
		Pernahkan bapak/ibu menggunakan bahan ajar berpendekatan STEM?	
5.	Pengembangan e-modul berpendekatan STEM	Menurut bapak/ibu apakah e-modul berpendekatan STEM dibutuhkan dalam pembelajaran kimia?	
		Menurut bapak/ibu apakah e-modul berpendekatan STEM dibutuhkan dalam pembelajaran kimia?	
6.	Materi kimia yang sulit	Apakah ada materi dalam pembelajaran kimia yang menurut bapak/ibu sulit?	
		Apakah menurut bapak/ibu materi larutan penyangga itu sulit? Bila iya, apa kesulitannya?	
		Menurut bapak/ibu apakah e-modul berpendekatan STEM cocok dengan materi larutan penyangga?	

Lampiran 08. Hasil wawancara

No.	Aspek	Pertanyaan	Respon
1.	Kurikulum	Apakah Kurikulum yang diterapkan sekolah?	Kurikulum yang diterapkan di sekolah adalah kurikulum merdeka belajar
2.	Proses pembelajaran kimia	Model dan metode pembelajaran apa yang Bapak/Ibu gunakan dalam pembelajaran kimia?	Disesuaikan dengan materi. Tetapi biasanya hanya ceramah atau diskusi, kemudian peserta didik mengeksplor sendiri pengetahuannya.
		Pernahkan bapak/ibu mengaitkan konsep kimia dengan fenomena yang terjadi di lingkungan kehidupan sehari-hari?	Pernah, karena dalam menjelaskan materi kimia harus kontekstual
		Apakah terdapat kendala yang dihadapi ketika melaksanakan kegiatan pembelajaran menggunakan kurikulum merdeka?	Tentunya terdapat kendala seperti peserta didik yang sulit memahami materi serta perangkat pembelajaran yang masih dalam tahap penyesuaian serta sumber belajar yang ada masih menggunakan buku cetak saja.
3.	Penggunaan bahan ajar	Dalam pelaksanaan pembelajaran di kelas, apa saja bahan ajar yang bapak/ibu gunakan?	Buku teks yang disediakan sekolah dan dipinjamkan kepada peserta didik, LKS, serta media elektronik seperti video pembelajaran dan <i>powerpoint</i> . Namun, lebih berfokus pada penggunaan buku teks yang sudah disediakan
		Bagaimana minat peserta didik terhadap bahan ajar yang digunakan tersebut?	Biasa saja, karena memang semua pelajaran menggunakan bahan ajar yang sama, yaitu LKS
4.	Penggunaan modul elektronik	Adakah modul kimia yang digunakan oleh bapak/ibu?	Ada, guru menggunakan modul dari diknas bukan modul sendiri
5.	Pendekatan STEM	Apakah bapak/ibu mengetahui pembelajaran dengan pendekatan STEM?	Pernah dengar, tetapi belum pernah pakai karena belum paham

		Pernahkah bapak/ibu menggunakan bahan ajar berpendekatan STEM?	Belum pernah
6.	Pengembangan e-modul berpendekatan STEM	Menurut bapak/ibu apakah e-modul berpendekatan STEM dibutuhkan dalam pembelajaran kimia?	Sangat dibutuhkan, karena akan meningkatkan kompetensi dan minat peserta didik dalam belajar kimia
		Menurut bapak/ibu apakah e-modul berpendekatan STEM dibutuhkan dalam pembelajaran kimia?	Ya
7.	Materi kimia yang sulit	Apakah ada materi dalam pembelajaran kimia yang menurut bapak/ibu sulit?	Ada, materi-materi kelas 11 terbilang sulit karena harus paham konsep nya terlebih dahulu yang didapat dikelas 10, namun karena saat peserta didik dikelas 10 pembelajaran dilakukan secara daring banyak peserta didik ketika duduk di kelas 11 belum paham konsep dasarnya terutama pada materi hitungan
		Apakah menurut bapak/ibu materi larutan penyangga itu sulit? Bila iya, apa kesulitannya?	Ya, sulit. Karena peserta didik kesulitan dalam menghitung nilai pH dan pembuatan larutan penyangga
		Menurut bapak/ibu apakah e-modul berpendekatan STEM cocok dengan materi larutan penyangga?	Saya belum tahu, tapi jika dilihat dari defenisinya, sepertinya akan sangat cocok pendekatan STEM dengan materi larutan penyangga

Lampiran 09. Lembar Validasi Isi**LEMBAR PENILAIAN AHLI ISI****E-MODUL LARUTAN PENYANGGA BERPENDEKATAN STEM**

Judul Penelitian : Pengembangan *E-modul* Berpendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) pada Materi Larutan Penyangga

Topik Larutan Penyangga

Peneliti : Ayu Asmara Waruwu

A. Tujuan

Penggunaan instrumen ini bertujuan mengukur validitas isi/konten e-modul berpendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) pada materi larutan penyangga.

B. Petunjuk Penilaian

1. Dimohonkan kepada bapak/ibu membaca terlebih dahulu modul ajar yang sudah dikembangkan dengan seksama.
2. Berilah tanda (√) pada kolom skala penilaian sesuai dengan aspek yang divalidasi.
3. Komponen penilaian terdiri atas empat kategori sebagai berikut.
 - (1) Sangat kurang
 - (2) Kurang
 - (3) Baik
 - (4) Sangat baik
4. Jika ada saran, masukan, atau komentar dari masing-masing komponen penilaian, mohon dituliskan pada kolom saran/perbaikan yang telah disediakan.

C. Penilaian

No	Indikator penilaian	Butir penilaian	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
I. Aspek Kelayakan Isi						
A	Kesesuaian isi	1. Kesesuaian tujuan pembelajaran dengan capaian pembelajaran				
		2. Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran				
B	Kekakuratan materi	3. Kesesuaian konsep dan definisi dengan materi				
		4. Kesesuaian jenis-jenis pengetahuan (faktual, konseptual dan prosedural) dengan materi				
		5. Kesesuaian gambar, contoh-contoh dan ilustrasi yang disajikan dengan materi				
		6. Kesesuaian notasi/symbol, rumus dan persamaan reaksi yang disajikan dengan materi				
		7. Kesesuaian daftar pustaka rujukan yang dipakai dengan materi				
C	Kemutakhiran materi	8. Kesesuaian materi dengan perkembangan ilmu kimia				
II. Komponen Penyajian						
A	Teknik penyajian	1. Kesesuaian sistematika penyajian isi modul dengan tahapan pembelajaran STEM				
		2. Kesesuaian penyajian materi dari yang mudah ke sulit				
		3. Kesesuaian penyajian materi dari yang konkret ke abstrak				
		4. Kesesuaian penyajian materi dari yang sederhana ke kompleks				
B	Pendukung penyajian	5. Kesesuaian petunjuk penggunaan modul				
		6. Kesesuaian peta konsep dengan materi				
		7. Kesesuaian latihan soal dengan isi materi				
		8. Kesesuaian kunci jawaban dengan latihan soal				
		9. Kesesuaian rangkuman dengan materi				
		10. Kesesuaian glosarium dengan materi				

Kami berharap Bapak/Ibu berkenan memberikan saran secara keseluruhan untuk e-modul ini secara tertulis pada kolom yang tersedia. Atas kesediaan Bapak, kami ucapkan terima kasih.

D. Komentar dan saran perbaikan

Kesimpulan

Modul ini dinyatakan *):

1. Layak diujicobakan di lapangan tanpa ada revisi.
2. Layak diujicobakan di lapangan dengan revisi.
3. Tidak layak diujicobakan di lapangan.

*) lingkari salah satu

Singaraja,

(.....)



Lampiran 10. Lembar Validasi Ahli Media**LEMBAR PENILAIAN AHLI MEDIA****E-MODUL LARUTAN LARUTAN PENYANGGA BERPENDEKATAN
STEM**

Judul Penelitian : Pengembangan *E-modul* Berpendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) pada Materi Larutan Penyangga
Topik : Larutan Penyangga
Peneliti : Ayu Asmara Waruwu

A. Tujuan

Penggunaan instrumen ini bertujuan untuk mengukur kelayakan grafika e-modul berpendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) yang dikembangkan.

B. Petunjuk Penilaian

1. Dimohonkan kepada bapak/ibu membaca terlebih dahulu modul ajar yang sudah dikembangkan dengan seksama.
2. Berilah tanda (√) pada kolom skala penilaian sesuai dengan aspek yang divalidasi.
3. Komponen penilaian terdiri atas empat kategori sebagai berikut.
 - (1) Sangat kurang
 - (2) Kurang
 - (3) Baik
 - (4) Sangat baik
4. Jika ada saran, masukan, atau komentar dari masing-masing komponen penilaian, mohon dituliskan pada kolom saran/perbaikan yang telah disediakan.

C. Penilaian

No	Indikator penilaian	Butir penilaian	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
I. Aspek Kelayakan Grafika						
A	Ukuran e-modul	1. Kesesuaian ukuran modul dengan standar ISO (A4 21 cm x 27 cm)				
B	Desain sampul e-modul	2. Kesesuaian ilustrasi <i>cover</i> dapat menggambarkan isi/materi				
		3. Kesesuaian tata letak teks dan gambar sampul				
		4. Kesesuaian warna teks dengan warna <i>background</i>				
		5. Kesesuaian pemilihan jenis <i>font</i> (jenis huruf dan angka)				
		6. Kesesuaian pemilihan ukuran <i>font</i> (ukuran huruf dan angka)				
C	Desain Isi e-modul	7. Kesesuaian penempatan judul, sub judul, angka halaman				
		8. Kesesuaian <i>font</i> , ukuran dan warna huruf yang digunakan				
		9. Kesesuaian ilustrasi (gambar, tabel, dan lain-lain) dengan isi teks				
		10. Kesesuaian spasi antar teks dan ilustrasi yang digunakan				
		11. Kesesuaian tata letak gambar atau tabel yang disajikan				
		12. Kesesuaian isi video dengan materi				
		13. Kesesuaian informasi yang disajikan dalam video dengan materi.				
D	Pengorganisasian e-modul	14. Kesesuaian fungsi tombol navigasi				

Kami juga berharap Bapak/Ibu berkenan memberikan saran secara keseluruhan untuk e-modul ini secara tertulis pada kolom yang tersedia. Atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar penilaian ini, kami ucapkan terimakasih.

D. Komentar dan saran perbaikan

Kesimpulan

Modul ini dinyatakan *):

4. Layak diujicobakan di lapangan tanpa ada revisi.
5. Layak diujicobakan di lapangan dengan revisi.
6. Tidak layak diujicobakan di lapangan.

*) lingkari salah satu

Singaraja,

(.....)



Lampiran 11. Lembar Uji Keterbacaan**LEMBAR PENILAIAN KETERBACAAN****E-MODUL LARUTAN PENYANGGA BERPENDEKATAN STEM**

Mata Pelajaran : Kimia
Kelas : XII
Materi Pelajaran : Larutan Penyangga

A. TUJUAN

Tujuan penggunaan instrumen ini adalah untuk mengukur keterbacaan e-modul berpendekatan STEM pada materi larutan penyangga

B. PETUNJUK

1. Sebelum saudara memberikan penilaian, kami mohon membaca terlebih dahulu e-modul larutan penyangga berpendekatan STEM (*science, technology, engineering, mathematics*) yang telah dikembangkan.
2. Kami mohon kepada saudara untuk memberikan penilaian sesuai aspek yang dinilai pada lembar validasi dengan cara mencentang (√) dan apabila terdapat hal yang perlu direvisi, mohon menuliskan komentar dan saran perbaikannya dalam e-modul tersebut pada kolom yang telah disediakan.
3. Makna dari setiap alternatif pilihan yaitu:
Skor 1 = Tidak Jelas (TJ)
Skor 2 = Kurang Jelas (KJ)
Skor 3 = Jelas (J)
Skor 4 = Sangat Jelas (SJ)

C. IDENTITAS SISWA

Nama Siswa :
Kelas :
Sekolah :

D. PENILAIAN KETERBACAAN

No	Aspek yang Dinilai	Alternatif Pilihan			
		TJ	KJ	J	SJ
1	Bahasa yang digunakan lugas dan mudah dipahami				
2	Kejelasan sistematika isi/materi e-modul				
3	Kalimat yang digunakan mewakili isi pesan atau informasi yang ingin disampaikan				
4	Ukuran dan jenis <i>font</i> yang digunakan dapat dibaca dengan jelas				
5	Warna <i>font</i> yang disajikan (tidak membuat mata lelah) memberikan kenyamanan ketika digunakan				
6	Gambar/tabel/diagram yang tersedia sudah jelas dan mudah dipahami				
7	Notasi, rumus, dan persamaan reaksi yang disajikan mudah dipahami				
8	Petunjuk yang tersedia mudah dipahami dan jelas				
9	Sistematika penyajian isi/materi runtut dan memudahkan mempelajarinya				
10	Konteks STEM yang disajikan dalam materi mudah dipahami				

E. Komentar

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Singaraja,

(.....)

Lampiran 12. Lembar Uji Kepraktisan

LEMBAR PENILAIAN KEPRAKTISAN

E-MODUL LARUTAN LARUTAN PENYANGGA BERPENDEKATAN STEM

Mata Pelajaran : Kimia
 Kelas : XII
 Materi Pelajaran : Larutan Penyangga

A. TUJUAN

Tujuan penggunaan instrumen ini adalah untuk mengukur kepraktisan e-modul berpendekatan STEM pada materi larutan penyangga

B. PETUNJUK

1. Sebelum saudara memberikan penilaian, kami mohon membaca terlebih dahulu e-modul berpendekatan STEM pada materi larutan penyangga yang telah dikembangkan.
2. Kami mohon kepada saudara untuk memberikan penilaian sesuai aspek yang dinilai pada lembar validasi dengan cara mencentang (√) dan apabila terdapat hal yang perlu direvisi, mohon menuliskan komentar dan saran perbaikannya dalam e-modul tersebut pada kolom yang telah disediakan.
3. Makna dari setiap alternatif pilihan yaitu:
 Skor 1 = Tidak Praktis (TP)
 Skor 2 = Kurang Praktis (KP)
 Skor 3 = Praktis (P)
 Skor 4 = Sangat Praktis (SP)

C. PENILAIAN

Aspek	No	Butir Penilaian	Skala Penilaian			
			TP	KP	P	SP
A. Penggunaan Produk	1	E-modul mudah gunakan secara keseluruhan				
	2	E-modul memudahkan guru dan siswa dalam proses pembelajaran				
	3	E-modul mudah diakses kapan saja dan dimana saja				
B. Isi Pembelajaran	5	E-modul membantu penguasaan konsep terkait materi yang disajikan				

	6	Gambar/simulasi yang tersedia dapat membantu siswa lebih mudah memahami materi				
	7	Materi dalam konteks STEM membantu siswa memahami materi kimia				
C. Waktu	8	Penerapan e-modul berpendekatan STEM efisien dari segi waktu				
D. Biaya	9	Biaya yang diperlukan untuk mengoperasikan e-modul murah				
E. Sumber daya manusia	10	Penerapan e-modul tidak memerlukan sumber daya manusia dengan keterampilan khusus				

Singaraja,

(.....)



Lampiran 13. Hasil Penilaian Validator Ahli Isi 1**LEMBAR PENILAIAN AHLI ISI****E-MODUL LARUTAN PENYANGGA BERPENDEKATAN STEM**

Judul Penelitian : Pengembangan E-Modul Berpendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) Pada Materi Larutan Penyangga
Topik : Larutan penyangga
Peneliti : Ayu Asmara Waruwu

A. Tujuan

Penggunaan instrumen ini bertujuan mengukur validitas isi/konten e-modul berpendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) pada materi larutan penyangga.

B. Petunjuk Penilaian

1. Dimohonkan kepada bapak/ibu membaca terlebih dahulu modul ajar yang sudah dikembangkan dengan seksama.
2. Berilah tanda (√) pada kolom skala penilaian sesuai dengan aspek yang divalidasi.
3. Komponen penilaian terdiri atas empat kategori sebagai berikut.
 - (1) Sangat kurang
 - (2) Kurang
 - (3) Baik
 - (4) Sangat baik
4. Jika ada saran, masukan, atau komentar dari masing-masing komponen penilaian, mohon dituliskan pada kolom saran/perbaikan yang telah disediakan.

C. Penilaian

No	Indikator penilaian	Butir penilaian	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
I. Aspek Kelayakan Isi						
A	Kesesuaian isi	1. Kesesuaian tujuan pembelajaran dengan capaian pembelajaran				√
		2. Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran			√	
B	Kekakuratan materi	3. Kesesuaian konsep dan definisi dengan materi				√
		4. Kesesuaian jenis-jenis pengetahuan (faktual, konseptual dan prosedural) dengan materi				√
		5. Kesesuaian gambar, contoh-contoh dan ilustrasi yang disajikan dengan materi			√	
		6. Kesesuaian notasi/symbol, rumus dan persamaan reaksi yang disajikan dengan materi			√	
		7. Kesesuaian daftar pustaka rujukan yang dipakai dengan materi				√
C	Kemutakhiran materi	8. Kesesuaian materi dengan perkembangan ilmu kimia				√
II. Komponen Penyajian						
A	Teknik penyajian	1. Kesesuaian sistematika penyajian isi modul dengan tahapan pembelajaran STEM			√	
		2. Kesesuaian penyajian materi dari yang mudah ke sulit			√	
		3. Kesesuaian penyajian materi dari yang konkret ke abstrak				√
		4. Kesesuaian penyajian materi dari yang sederhana ke kompleks			√	
B	Pendukung penyajian	5. Kesesuaian petunjuk penggunaan modul				√
		6. Kesesuaian peta konsep dengan materi			√	
		7. Kesesuaian latihan soal dengan isi materi				√
		8. Kesesuaian kunci jawaban dengan latihan soal				√
		9. Kesesuaian rangkuman dengan materi				√
		10. Kesesuaian glosarium dengan materi				√

Kami berharap Bapak/Ibu berkenan memberikan saran secara keseluruhan untuk e-modul ini secara tertulis pada kolom yang tersedia. Atas kesediaan Bapak, kami ucapkan terima kasih.

D. Komentar dan saran perbaikan

- Tidak diperlukan jumlah peserta didik karena jumlah siswa bisa berbeda-beda
- Rumusan tujuan pembelajaran hendaknya konsisten
- Asesmen diagnostic di tahap pendahuluan, apakah yang kognitif atau non-kognitif. Linknya juga belum dicantumkan
- Pertanyaan apersepsi semestinya berkaitan materi sebelumnya yang digunakan sebagai materi prasyarat
- Pada kurikulum merdeka, tidak ada rumusan kompetensi dasar
- Pertanyaan refleksi berkaitan hal-hal yang sudah dilakukan, bukan tindak lanjut
- STEM bukan model pembelajaran, shg tidak ada sintaknya
- Harus diperjelas, yang dikembangkan e-modul atau perangkat pembelajaran
- Kegiatan pembelajaran, tahapannya kurang konsisten dan tidak setiap pertemuan terdapat aspek STEMnya
- Masukkan lain, lihat komen pada e-modulnya

Kesimpulan

Modul ini dinyatakan *):

1. Layak diujicobakan di lapangan tanpa ada revisi.
- ② 2. Layak diujicobakan di lapangan dengan revisi.
3. Tidak layak diujicobakan di lapangan.

*) lingkari salah satu

Singaraja, 31 Januari 2024

Validator



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

NIP. 196611231993031001

Lampiran 14. Hasil Penilaian Validator Ahli Isi 2

LEMBAR PENILAIAN AHLI ISI

E-MODUL LARUTAN PENYANGGA BERPENDEKATAN STEM

Judul Penelitian : Pengembangan E-Modul Berpendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) Pada Materi Larutan Penyangga
Topik : Larutan penyangga
Peneliti : Ayu Asmara Waruwu

A. Tujuan

Penggunaan instrumen ini bertujuan mengukur validitas isi/konten e-modul berpendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) pada materi larutan penyangga.

B. Petunjuk Penilaian

1. Dimohonkan kepada bapak/ibu membaca terlebih dahulu modul ajar yang sudah dikembangkan dengan seksama.
2. Berilah tanda (√) pada kolom skala penilaian sesuai dengan aspek yang divalidasi.
3. Komponen penilaian terdiri atas empat kategori sebagai berikut.
 - (1) Sangat kurang
 - (2) Kurang
 - (3) Baik
 - (4) Sangat baik
4. Jika ada saran, masukan, atau komentar dari masing-masing komponen penilaian, mohon dituliskan pada kolom saran/perbaikan yang telah disediakan.

C. Penilaian

No	Indikator penilaian	Butir penilaian	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
I. Aspek Kelayakan Isi						
A	Kesesuaian isi	1. Kesesuaian tujuan pembelajaran dengan capaian pembelajaran				√
		2. Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran			√	
B	Kekakuratan materi	3. Kesesuaian konsep dan definisi dengan materi				√
		4. Kesesuaian jenis-jenis pengetahuan (faktual, konseptual dan prosedural) dengan materi				√
		5. Kesesuaian gambar, contoh-contoh dan ilustrasi yang disajikan dengan materi				√
		6. Kesesuaian notasi/symbol, rumus dan persamaan reaksi yang disajikan dengan materi				√
		7. Kesesuaian daftar pustaka rujukan yang dipakai dengan materi			√	
C	Kemutakhiran materi	8. Kesesuaian materi dengan perkembangan ilmu kimia			√	
II. Komponen Penyajian						
A	Teknik penyajian	1. Kesesuaian sistematika penyajian isi modul dengan tahapan pembelajaran STEM			√	
		2. Kesesuaian penyajian materi dari yang mudah ke sulit				√
		3. Kesesuaian penyajian materi dari yang konkret ke abstrak				√
		4. Kesesuaian penyajian materi dari yang sederhana ke kompleks				√
B	Pendukung penyajian	5. Kesesuaian petunjuk penggunaan modul				√
		6. Kesesuaian peta konsep dengan materi				√
		7. Kesesuaian latihan soal dengan isi materi			√	
		8. Kesesuaian kunci jawaban dengan latihan soal				√
		9. Kesesuaian rangkuman dengan materi				√
		10. Kesesuaian glosarium dengan materi				√

Kami berharap Bapak/Ibu berkenan memberikan saran secara keseluruhan untuk e-modul ini secara tertulis pada kolom yang tersedia. Atas kesediaan Bapak, kami ucapkan terima kasih.

D. Komentar dan saran perbaikan

STEM hanya disajikan sebagai contoh atau konteks, akan lebih baik jika STEM dikaitkan dengan PjBL

Pertanyaan pemantik adalah pertanyaan yang hanya bisa dijawab setelah selesai pembelajaran topik

Pertanyaan pemantik berkaitan dengan pemahaman bermakna

Kesimpulan

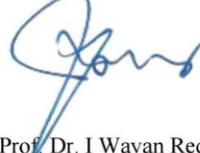
Modul ini dinyatakan *):

1. Layak diujicobakan di lapangan tanpa ada revisi.
- ② 2. Layak diujicobakan di lapangan dengan revisi.
3. Tidak layak diujicobakan di lapangan.

*) lingkari salah satu

Singaraja, 5 Februari 2024

Validator



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

NIP. 196503251991031001

Lampiran 15. Hasil Penilaian Validator Ahli Media

LEMBAR PENILAIAN AHLI MEDIA

E-MODUL LARUTAN PENYANGGA BERPENDEKATAN STEM

Judul Penelitian : Pengembangan E-Modul Berpendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) Pada Materi Larutan Penyangga
Topik : Larutan Penyangga
Peneliti : Ayu Asmara Waruwu

A. Tujuan

Penggunaan instrumen ini bertujuan untuk mengukur kelayakan grafika e-modul berpendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) yang dikembangkan.

B. Petunjuk Penilaian

1. Dimohonkan kepada bapak/ibu membaca terlebih dahulu modul ajar yang sudah dikembangkan dengan seksama.
2. Berilah tanda (√) pada kolom skala penilaian sesuai dengan aspek yang divalidasi.
3. Komponen penilaian terdiri atas empat kategori sebagai berikut.
 - (1) Sangat kurang
 - (2) Kurang
 - (3) Baik
 - (4) Sangat baik
4. Jika ada saran, masukan, atau komentar dari masing-masing komponen penilaian, mohon dituliskan pada kolom saran/perbaikan yang telah disediakan.

C. Penilaian

No	Indikator penilaian	Butir penilaian	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
I. Aspek Kelayakan Grafika						
A	Ukuran e-modul	1. Kesesuaian ukuran modul dengan standar ISO (A4 21 cm x 27 cm)				✓
B	Desain sampul e-modul	2. Kesesuaian ilustrasi <i>cover</i> dapat menggambarkan isi/materi				✓
		3. Kesesuaian tata letak teks dan gambar sampul				✓
		4. Kesesuaian warna teks dengan warna <i>background</i>				✓
		5. Kesesuaian pemilihan jenis <i>font</i> (jenis huruf dan angka)				✓
		6. Kesesuaian pemilihan ukuran <i>font</i> (ukuran huruf dan angka)				✓
		C	Desain Isi e-modul	7. Kesesuaian penempatan judul, sub judul, angka halaman		
8. Kesesuaian <i>font</i> , ukuran dan warna huruf yang digunakan						✓
9. Kesesuaian ilustrasi (gambar, tabel, dan lain-lain) dengan isi teks					✓	
10. Kesesuaian spasi antar teks dan ilustrasi yang digunakan						✓
11. Kesesuaian tata letak gambar atau tabel yang disajikan					✓	
12. Kesesuaian isi video dengan materi						✓
13. Kesesuaian informasi yang disajikan dalam video dengan materi.						✓
D	Pengorganisasian e-modul	14. Kesesuaian fungsi tombol navigasi				✓

Kami juga berharap Bapak/Ibu berkenan memberikan saran secara keseluruhan untuk e-modul ini secara tertulis pada kolom yang tersedia. Atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar penilaian ini, kami ucapkan terimakasih.

D. Komentar dan Saran Perbaikan

1. hilangkan garis titik-titik
2. simbol titik diganti dengan angka
3. pada Apresiasi: kolom tulisan dibuat satu
4. Contoh soal ditambahkan

Kesimpulan

Modul ini dinyatakan *):

1. Layak diujicobakan di lapangan tanpa ada revisi
2. Layak diujicobakan di lapangan dengan revisi.
3. Tidak layak diujicobakan di lapangan.

*) lingkari salah satu

Singaraja, 31 Januari 2024

Validator



Dr. I Gde Wawan Sudatha, S.Pd., S.T., M.Pd.

NIP.19820214 200812 1004

Lampiran 16. Rekapitulasi Penilaian Validitas Isi

**REKAPITULASI PENILAIAN VALIDASI ISI E-MODUL
BERPENDEKATAN STEM PADA MATERI LARUTAN PENYANGGA**

No	Indikator penilaian	Butir penilaian	Penilaian Ahli		Keterangan
			A1	A2	
I. Aspek Kelayakan Isi					
A	Kesesuaian isi	1. Kesesuaian tujuan pembelajaran dengan capaian pembelajaran	4	4	D
		2. Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran	3	3	D
B	Kekakuratan materi	3. Kesesuaian konsep dan definisi dengan materi	4	4	D
		4. Kesesuaian jenis-jenis pengetahuan (faktual, konseptual dan prosedural) dengan materi	4	4	D
		5. Kesesuaian gambar, contoh-contoh dan ilustrasi yang disajikan dengan materi	3	4	D
		6. Kesesuaian notasi/symbol, rumus dan persamaan reaksi yang disajikan dengan materi	3	4	D
		7. Kesesuaian daftar pustaka rujukan yang dipakai dengan materi	4	3	D
C	Kemutakhiran materi	8. Kesesuaian materi dengan perkembangan ilmu kimia	4	3	D
II. Komponen Penyajian					
D	Teknik penyajian	1. Kesesuaian sistematika penyajian isi modul dengan tahapan pembelajaran STEM	3	3	D
		2. Kesesuaian penyajian materi dari yang mudah ke sulit	3	4	D
		3. Kesesuaian penyajian materi dari yang konkret ke abstrak	4	4	D
		4. Kesesuaian penyajian materi dari yang sederhana ke kompleks	3	4	D
E	Pendukung penyajian	5. Kesesuaian petunjuk penggunaan modul	4	4	D
		6. Kesesuaian peta konsep dengan materi	3	4	D

	7. Kesesuaian latihan soal dengan isi materi	4	3	D
	8. Kesesuaian kunci jawaban dengan latihan soal	4	4	D
	9. Kesesuaian rangkuman dengan materi	4	4	D
	10. Kesesuaian glosarium dengan materi	4	4	D
Perhitungan	$V_c = \frac{D}{A+B+C+D} = \frac{18}{0+0+0+18} = 1$			
Kategori	Sangat Valid			



Lampiran 17. Rekapitulasi Penilaian Validitas Media

**REKAPITULASI PENILAIAN VALIDASI MEDIA E-MODUL
BERPENDEKATAN STEM PADA MATERI LARUTAN PENYANGGA**

No.	Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Penilaian Ahli
A.	Ukuran e-modul	1. Kesesuaian ukuran modul dengan standar ISO (A4 21 cm x 27 cm) dan B5 (176 cm x 250 cm)	4
Jumlah			4
Rata-rata			4.00
			Sangat valid
B.	Desain sampul e-modul	2. Kesesuaian ilustrasi cover dapat menggambarkan isi/materi	4
		3. Kesesuaian tata letak teks dan gambar sampul	4
		4. Kesesuaian warna teks dengan warna background	4
		5. Kesesuaian pemilihan jenis font (jenis huruf dan angka)	4
		6. Kesesuaian pemilihan ukuran font (ukuran huruf dan angka)	4
Jumlah			20
Rata-rata			4.00
Kategori			Sangat valid
C.	Desain Isi e-modul	7. Kesesuaian penempatan judul, sub judul, dan angka halaman	4
		8. Kesesuaian font, ukuran dan warna huruf yang digunakan	4
		9. Kesesuaian ilustrasi (gambar, tabel, dan lain-lain) dengan isi teks	3
		10. Kesesuaian spasi antar teks dan ilustrasi yang digunakan	4
		11. Kesesuaian tata letak gambar atau tabel yang disajikan	3
		12. Kesesuaian isi video dengan materi	4
		13. Kesesuaian informasi yang disajikan dalam video dengan materi	4
Jumlah			26
Rata-rata			3,71
Kategori			Sangat valid
D	Pengorganisasian e-modul	14. Kesesuaian fungsi tombol navigasi	4
Jumlah			4

Rata-rata	4.00
Kategori	Sangat valid
Total	54
Rata-Rata	$54/14=$ 3,85
Kategori	Sangat Valid



Lampiran 18. Rekapitulasi Penilaian Keterbacaan E-modul

Rekapitulasi Penilaian Keterbacaan E-modul

No	Aspek yang dinilai	Penilaian									Jumlah	Rata-rata
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9		
1	Kejelasan penggunaan Bahasa (tidak multitafsir/jelas, kata-kata yang digunakan dapat dipahami)	4	4	3	3	3	4	3	3	3	30	3,33
2	Kejelasan sistematika isi/materi	3	3	3	3	3	4	3	3	2	27	3,00
3	Kesesuaian konsep STEM dengan materi yang disajikan	3	3	3	2	3	3	2	3	3	25	2,77
4	Kesesuaian gambar/tabel/bagan dengan materi yang disajikan.	4	3	4	3	4	3	3	3	3	30	3,33
5	Kejelasan penyajian tabel, gambar, bagan, dan informasi atau data	4	3	4	3	4	3	3	3	3	30	3,33
6	Kejelasan penulisan rumus dan simbol/lambing kimia	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27	3,00
7	Kejelasan peta konsep dan rangkuman	4	3	3	3	3	3	3	3	4	29	3,32
8	Kejelasan latihan soal-soal yang diberikan	4	3	4	3	4	3	3	3	4	31	3,44
9	Materi yang dipaparkan mudah dipahami	4	4	3	3	4	4	3	3	3	31	3,44
10	Kesesuaian penerapan materi dalam kehidupan sehari-hari.	4	3	4	3	3	4	4	3	4	32	3,55
Jumlah Rata-rata											32,44	
Rata-Rata Akhir											3,24	
Kategori											Baik/Terbaca	

Lampiran 19. Rekapitulasi Penilaian Kepraktisan Oleh Guru

Rekapitulasi Penilaian Kepraktisan Oleh Guru

No	Butir Penilaian	Hasil Penilaian		Jumlah	Rata-rata	Kategori
		G1	G2			
1.	Kemudahan penggunaan e-modul	3	4	7	3,50	Sangat Praktis
2.	Kemudahan e-modul sebagai bahan ajar	3	2	5	2,50	Praktis
3.	Kemudahan e-modul saat dibawa	4	4	8	4,00	Sangat Praktis
4.	Kemudahan e-modul saat diakses	4	4	8	4,00	Sangat Praktis
5.	e-modul membantu siswa memahami materi yang disajikan	3	2	5	2,50	Praktis
6.	Gambar, grafik, tabel dalam e-modul dapat mendukung pemahaman materi kimia	3	3	6	3,00	Praktis
7.	Materi dalam konteks STEM membantu siswa memahami materi kimia	3	3	6	3,00	Praktis
8.	E-modul berpendekatan STEM efisiensi dari segi waktu	3	3	6	3,00	Praktis
9.	E-modul berpendekatan STEM efisiensi dari segi biaya	4	4	8	4,00	Sangat Praktis
10.	E-modul tidak memerlukan sumber daya manusia dengan keterampilan khusus	4	4	8	4,00	Sangat Praktis
Jumlah		34	33	67	33,5	
Rata-rata		3,40	3,30	6,70	3,35	Praktis

Lampiran 20. Rekapitulasi Penilaian Kepraktisan Oleh Siswa

Rekapitulasi Penilaian Kepraktisan Oleh Siswa

Kode Siswa	Aspek Validasi										Jumlah	Rata-rata	Kategori
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	4,00	Sangat Praktis
2	3	3	4	4	3	4	3	4	4	3	35	3,50	Praktis
3	3	3	4	5	3	3	3	2	4	3	33	3,30	Praktis
4	4	4	4	3	4	3	4	3	3	3	35	3,50	Praktis
5	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	31	3,10	Praktis
6	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	33	3,30	Praktis
7	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30	3,00	Praktis
8	4	3	3	4	4	4	3	3	3	3	34	3,40	Praktis
9	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	32	3,20	Praktis
10	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	32	3,20	Praktis
11	4	4	4	3	4	3	4	3	3	2	34	3,40	Praktis
12	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	33	3,30	Praktis
13	3	3	3	2	3	4	3	3	4	3	31	3,10	Praktis
14	3	2	4	3	3	3	3	3	4	4	32	3,20	Praktis
15	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	32	3,20	Praktis
16	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	37	3,70	Sangat Praktis
17	4	4	4	4	3	3	3	3	3	2	33	3,30	Praktis
18	4	3	4	4	2	3	3	2	3	3	31	3,10	Praktis
19	3	3	4	2	3	3	3	3	3	3	30	3,00	Praktis

20	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	33	3,30	Praktis
21	3	3	3	2	3	3	3	4	3	3	30	3,00	Praktis
22	3	4	4	3	3	2	3	3	4	2	31	3,10	Praktis
23	4	3	4	3	3	3	3	2	3	3	31	3,10	Praktis
24	4	3	4	3	3	3	4	3	4	4	35	3,50	Praktis
25	3	4	4	3	3	3	2	3	3	3	31	3,10	Praktis
26	4	4	3	3	4	4	3	4	3	3	35	3,50	Praktis
27	3	3	3	4	3	4	4	4	4	3	35	3,50	Praktis
28	3	4	4	3	3	3	2	3	3	3	31	3,10	Praktis
29	4	4	4	3	4	4	4	3	3	2	35	3,50	Praktis
30	4	4	4	4	4	4	4	3	4	2	37	3,70	Sangat Praktis
31	4	3	3	4	4	3	4	3	4	4	36	3,60	Sangat Praktis
32	4	3	4	3	3	3	3	2	3	3	31	3,10	Praktis
33	4	3	4	4	3	4	3	4	4	4	37	3,70	Sangat Praktis
34	4	3	4	4	3	3	4	3	4	4	36	3,60	Sangat Praktis
Jumlah	119	115	125	115	110	113	110	105	116	104	1132	113,2	
Rata-rata	3,5	3,38	3,67	3,38	3,23	3,32	3,23	3,08	3,41	3,05	33,29	3,32	Praktis

Lampiran 21. Dokumentasi

AYU ASMARA WARUWU

Kurikulum Merdeka

The logo of Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) is located in the top right corner. It features a circular emblem with a central figure and the text 'UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA' around the perimeter.

**E-MODUL
LARUTAN PENYANGGA
Berpendekatan STEM
UNTUK
SMA/MA FASA F**

The cover image is a collage of scientific and everyday items. On the left is a 150ml Erlenmeyer flask containing a blue liquid. In the center are three Oakton pH buffer bottles labeled 'pH 4.01 Buffer', 'pH 10.01 Buffer', and 'pH 7.00 Buffer'. To the right is a white bottle of 'Insta Buffer' and a green box. At the bottom right are several plastic bottles of various colored beverages. The background is dark blue with faint illustrations of test tubes and a grid of triangles at the bottom.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karuniaNya sehingga dapat terselesaikannya modul elektronik berpendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) pada materi larutan penyangga. E-modul ini merupakan salah satu inovasi bahan ajar yang didalamnya terintegrasi STEM untuk meningkatkan literasi peserta didik. E-modul ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan literasi sains peserta didik dalam pembelajaran kimia kelas XI yaitu materi larutan penyangga.

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak I Nyoman Selamat, S.Si., M.Si. dan Prof. Drs. I Wayan Subagia, M.App.Sc., Ph.D selaku dosen pembimbing skripsi yang sudah mencurahkan waktu dan ilmunya untuk membimbing saya menyelesaikan e-modul ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih terdapat banyak kekurangan baik dari segi susunan kalimat maupun tata bahasanya. Oleh karena itu dengan tangan terbuka penulis menerima segala saran dan kritik dari pembaca agar penulis dapat memperbaiki e-modul ini, mengingat tidak ada sesuatu yang sempurna tanpa saran yang membangun. Akhir kata penulis berharap e-modul ini dapat memberikan manfaat dan pengetahuan bagi para pembaca.

Singaraja,



DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
Daftar Gambar	iii
Petunjuk Penggunaan E-Modul	1
Informasi umum dan Kompetensi Inti	2
Pendekatan STEM	13
Peta Konsep	14
Apresepsi	15
Kegiatan Pembelajaran 1	16
Pengertian Larutan Penyangga	17
Komponen Larutan Penyangga	18
Sifat Larutan Penyangga	21
Prinsip Kerja Larutan Penyangga	24
Kegiatan Pembelajaran 2	31
Menghitung pH Larutan Penyangga	32
Peran Larutan Penyangga	37
Kegiatan Pembelajaran 3	46
Membuat Larutan Penyangga	47
Rangkuman	51
Evaluasi Akhir	52
Kunci Jawaban	56
Glosarium	58
Daftar Pustaka	59



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Sel Darah Merah	15
Gambar 2. Minuman Berkarbonasi	15
Gambar 3. Larutan Penyangga	17
Gambar 4. Air Laut	21
Gambar 5. Lensa Kontak	24
Gambar 6. Minuman Isotonik	27
Gambar 7. Sumber Protein	38
Gambar 8. Tanaman Hidroponik	39
Gambar 9. Obat Tablet dan Cair	39
Gambar 10. Hidroponik Stroberi	41
Gambar 11. Arduino Uno	42
Gambar 12. Skema Konstruksi	43
Gambar 13. Arduino Shield	43



PETUNJUK PENGGUNAAN E-MODUL

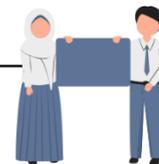
BAGI GURU

1. Bimbinglah peserta didik dalam menggunakan e-modul berpendekatan STEM sesuai dengan tahap-tahapnya
2. Pastikanlah peserta didik menggunakan e-modul sesuai dengan urutan agar peserta didik lebih memahami materi dengan baik
3. Bimbinglah peserta didik untuk menentukan dan mengakses sumber tambahan lain yang diperlukan dalam belajar



BAGI PESERTA DIDIK

1. Berdoalah sebelum belajar
2. Bacalah dan pahami setiap materi yang terdapat pada e-modul dengan mengikuti tahapan pendekatan STEM
3. Kerjakan evaluasi dan uji secara mandiri untuk mengetahui pemahaman materi
4. Lakukan setiap kegiatan secara mandiri dengan mengikuti langkah-langkah pada e-modul
5. Jika terdapat materi yang belum dipahami, ulangilah kegiatan belajar sebelumnya atau bertanyalah pada guru.



INFORMASI UMUM DAN KOMPETENSI INTI

I. INFORMASI UMUM

A. IDENTITAS MODUL

Nama Penyusun	: Ayu Asmara Waruwu
Asal Institusi	: Universitas Pendidikan Ganesha
Tahun	: 2023/2024
Modul Ajar	: Kimia
Jenjang Sekolah	: SMA
Fase/Kelas	: F
Alokasi Waktu	: 2 JP x 45 Menit

B. KOMPETENSI AWAL

Kompetensi yang harus dimiliki sebelum mempelajari pokok bahasan ini yaitu peserta didik telah memahami konsep asam dan basa, perhitungan mol, molaritas, dan pH larutan

C. PROFIL PELAJAR PANCASILA

Melalui pengembangan sejumlah pengetahuan dan keterampilan, pelajar menjadi pribadi yang memiliki profil pelajar Pancasila sebagai berikut :

1. Beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan berakhlak mulia dengan cara melatih peserta didik berdoa sebelum dan sesudah belajar.
2. Bergotong royong, ditunjukkan dengan membangun tim dan mengelola kerjasama untuk mencapai tujuan bersama sesuai dengan target yang sudah ditentukan.
3. Mandiri, ditunjukkan dengan mengelola pikiran, perasaan, dan tindakannya agar tetap optimal untuk mencapai tujuan pengembangan diri dan prestasinya.
4. Bernalar kritis, ditunjukkan dengan mengidentifikasi, mengklarifikasi, dan menganalisis informasi yang relevan serta memprioritaskan beberapa gagasan tertentu
5. Kreatif, Ditunjukkan dengan keluwesan berpikir dalam mencari alternatif solusi permasalahan

D. SARANA DAN PRASARANA

Fasilitas : 1. Buku pegangan
2. Laptop/Handphone
3. Sumber Belajar/Referensi Lain (Modul Ajar Elektronik)
4. Internet atau Media Pembelajaran (Video Pembelajaran)

Lingkungan Belajar : Ruang kelas dan lingkungan sekitar

E. TARGET PESERTA DIDIK

Kategori Peserta Didik : Umum (tidak ada kesulitan dalam mencerna materi pembelajaran)

F. PENDEKATAN/ MODEL/METODE PEMBELAJARAN

Pendekatan : STEM (*science, technology, engineering and mathematics*)

Metode Pembelajaran : Ceramah, diskusi, tanya jawab, praktikum, dan penugasan



II. KOMPETENSI INTI

A. CAPAIAN PEMBELAJARAN

Capaian pembelajaran	<p>Pada akhir fase F, peserta didik mampu menerapkan operasi matematika dalam perhitungan kimia; mempelajari sifat, struktur dan interaksi partikel dalam membentuk berbagai senyawa; memahami dan menjelaskan aspek energi, laju dan kesetimbangan reaksi kimia; menggunakan konsep asam-basa dalam keseharian; menggunakan transformasi energi kimia dalam keseharian; memahami kimia organik; memahami konsep kimia pada makhluk hidup. Peserta didik mampu menjelaskan penerapan berbagai konsep kimia dalam keseharian dan menunjukkan bahwa perkembangan ilmu kima menghasilkan berbagai inovasi</p>
Elemen capaian pembelajaran	Keterampilan Proses <ol style="list-style-type: none"> 1. Mengamati 2. Mempertanyakan dan memprediksi 3. Merencanakan dan melakukan penyelidikan 4. Memproses, menganalisis data dan informasi 5. Mengevaluasi dan refleksi 6. Mengomunikasikan hasil

B. TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Peserta didik dapat mendefinisikan larutan penyangga
2. Peserta didik mampu menentukan jenis larutan penyangga berdasarkan komposisi zat penyusun nya dengan tepat melalui pemaparan fenomena produk yang menggunakan prinsip kerja larutan penyangga
3. Peserta didik mampu menentukan nilai pH dari larutan penyangga dengan tepat
4. Peserta didik mampu menjelaskan konsep larutan penyangga dengan bidang lain di kehidupan nyata, khususnya dalam bidang sains, teknik, teknologi dan matematika (STEM) melalui pemaparan produk yang menggunakan prinsip kerja larutan penyangga
5. Peserta didik mampu membuat larutan penyangga dengan runtut melalui percobaan
6. Peserta didik mampu membedakan larutan penyangga dan bukan penyangga dengan tepat melalui pengamatan pada hasil percobaan larutan penyangga



C. PEMAHAMAN BERMAKNA

Setelah mempelajari topik ini, peserta didik dapat memahami berbagai macam larutan penyangga dan manfaatnya dalam kehidupan sehari-hari dengan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematic*), mampu berkomunikasi dan memiliki keterampilan membuat larutan penyangga.

D. PERTANYAAN PEMATIK

1. Apa yang dimaksud dengan larutan penyangga?
2. Bagaimana larutan penyangga bekerja dalam menjaga pH suatu larutan?
3. Apa perbedaan antara larutan penyangga asam dan larutan penyangga basa?
4. Bagaimana prinsip kerja larutan penyangga dalam mencegah perubahan pH yang signifikan?
5. Apa yang terjadi pada konsentrasi ion hidrogen (H^+) dan ion hidroksida (OH^-) ketika larutan penyangga ditambahkan ke dalam larutan asam atau basa?
6. Bagaimana cara menghitung pH larutan penyangga yang diberikan konsentrasi asam dan basanya?
7. Apa saja peran larutan penyangga dalam kehidupan sehari-hari?
8. Apakah ada perbedaan dalam proses pembuatan larutan penyangga asam dan larutan penyangga basa?

E. PERSIAPAN PEMBELAJARAN

1. Guru menyiapkan kebutuhan pembelajaran.
2. Guru mengingatkan peserta didik untuk mempersiapkan buku teks, laptop, serta alat dan bahan yang dibutuhkan.



F. KEGIATAN PEMBELAJARAN

Pertemuan Pertama (2JP × 45 menit)

Fase Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
Kegiatan pembuka	<p>Pendahuluan</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membuka pembelajaran dengan salam dan berdoa bersama (<i>religius</i>) 2. Guru memeriksa kehadiran peserta didik (<i>disiplin</i>) 3. Guru mempersiapkan kelas agar lebih kondusif untuk proses proses belajar mengajar seperti kerapian dan kebersihan ruang kelas, menyiapkan media dan buku pelajaran yang diperlukan (<i>disiplin</i>) 4. Melakukan asesmen diagnostik non-kognitif dan guru mereviewnya (mandiri). Link Asesmen Diagnostik: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSf7dEaVvpuUOblz7EIXzA6ZyPr8ItGWCNmn8LQImCT-z5zCGg/viewform?usp=sf_link 5. Peserta didik menyimak pengenalan modul larutan penyangga berpendekatan STEM. <p>Apersepsi</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Guru memberikan apersepsi dengan mengingatkan kembali teori atom Bronsted Lowry dan mengaitkan dengan materi yang akan dipelajari kemudian menayangkan gambar yang berkaitan dengan materi yang dipelajari yaitu gambar darah dan minuman berkarbonasi pada slide powerpoint, lalu mengajukan pertanyaan: “Apakah kalian pernah mengamati darah kalian?” “Mengapa jika kalian memakan buah jeruk yang bersifat asam darah kalian tidak menjadi asam dan ketika kalian meminum obat yang bersifat basa darah kalian juga tidak bersifat basa?” “Apakah kalian tau bahwa dalam industri makanan dan minuman ringan terdapat larutan penyangga?” “Larutan penyangga apa yang digunakan?” (rasa ingin tahu) 	15 Menit



Fase Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
	<p>Motivasi</p> <p>7. Peserta didik diberi motivasi dengan menjelaskan betapa pentingnya larutan penyangga didalam tubuh makhluk hidup (rasa ingin tahu)</p> <p>8. Peserta didik diberi penjelasan terkait tujuan dan manfaat pembelajaran dan menyampaikan hal-hal yang akan dipelajari, kompetensi yang akan dicapai, serta metode belajar yang akan ditempuh.</p>	
Kegiatan inti	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik mengamati tayangan materi lewat media powerpoint sebagai gambaran masalah yang akan dipelajari. 2. Guru meminta peserta didik memperkirakan dan menganalisis masalah secara individu kemudian mengkomunikasikan hal-hal yang belum dipahami terkait masalah yang disajikan. 3. Peserta didik diarahkan mengamati pembuatan minuman isotonik yang menggunakan prinsip kerja larutan penyangga. 4. Peserta didik melakukan percobaan mengidentifikasi keberadaan larutan penyangga pada minuman isotonik. 5. Peserta didik diarahkan untuk menganalisis hasil percobaan dan menuliskan kesimpulan (creative and critical thinking) 6. Kelompok peserta didik yang akan melakukan presentasi hasil diskusi di depan kelas. 7. Peserta didik dipersilahkan untuk memberi penjelasan, tambahan, tanggapan, masukan maupun sanggahan kepada kelompok penyaji maupun kelompok lain terkait laporan yang telah dipresentasikan (collaborative and creative thinking) 8. Guru memberikan evaluasi terhadap masukan dan pendapat peserta didik serta memberikan penegasan terhadap hasil akhir diskusi yang telah dipresentasikan (communication) 	60 menit



Fase Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
Penutup	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik menarik kesimpulan tentang pembelajaran yang telah dilakukan dengan bimbingan guru 2. Peserta didik melakukan refleksi pembelajaran dengan bimbingan guru. 3. Guru memberikan tugas dan memberitahu materi yang akan dipelajari pada pertemuan berikutnya. 4. Guru menutup pembelajaran dengan berdoa bersama dan mengucapkan salam. 	15 Menit

Pertemuan Kedua (2JP × 45 menit)

Fase Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
Kegiatan Pembuka	<p>Pendahuluan</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membuka pembelajaran dengan salam dan berdoa bersama (religius) 2. Guru memeriksa kehadiran peserta didik (disiplin) 3. Guru mempersiapkan kelas agar lebih kondusif untuk proses belajar mengajar seperti kerapian dan kebersihan ruang kelas, menyiapkan media dan buku pelajaran yang diperlukan (disiplin) <p>Apersepsi</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Guru meriview Kembali materi yang sudah diajarkan pada pertemuan sebelumnya. “Pada pertemuan sebelumnya kalian telah menemukan pengertian larutan penyangga. Coba sebutkan kembali pengertian dari larutan penyangga!” 	15 Menit

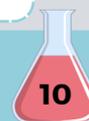


Pertemuan Kedua (2JP × 45 menit)

Fase Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
Kegiatan pembuka	<p>Motivasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Peserta didik diberikan motivasi “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.” (rasa ingin tau) 6. Guru menyampaikan kompetensi dasar dan tujuan materi yang akan di pelajari 7. Guru menyampaikan cakupan materi yang akan di sampaikan. 	
Kegiatan Inti	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik diberikan rangsangan untuk memusatkan pada materi seperti membaca buku yang berhubungan dengan penentuan pH larutan penyangga 2. Guru memberikan pertanyaan: Bagaimana cara menghitung pH ? 3. Guru memberikan contoh tentang perhitungan pH penyangga asam dan penyangga basa. 4. Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengumpulkan informasi yang relevan dari membaca literatur (literasi) tentang penentuan pH larutan penyangga yaitu pH penyangga asam, pH penyangga basa melalui tayangan video tentang perhitungan pH larutan penyangga asam campuran asam lemah dan basa kuat. 5. Guru memberikan soal perhitungan larutan penyangga. 6. Guru menyampaikan materi pembelajaran yaitu peserta didik dapat memahami fungsi larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup dan peristiwa dalam kehidupan sehari-hari 7. Guru mengarahkan peserta didik untuk memahami penerapan larutan penyangga dalam kehidupan sehari-hari yaitu pada tanaman hidroponik buah stroberi yang mengintegrasikan konsep STEM sehingga peserta didik mengetahui penerapan pengetahuan dari berbagai disiplin ilmu. 	60 Menit



Fase Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
	<p>8. Guru mengarahkan peserta didik untuk menjawab pertanyaan terkait konsep STEM pada tanaman hidroponik.</p> <p>9. Kelompok peserta didik yang akan melakukan presentasi hasil diskusi di depan kelas.</p> <p>10. Peserta didik dipersilahkan untuk memberi penjelasan, tambahan, tanggapan, masukan maupun sanggahan kepada kelompok penyaji maupun kelompok lain terkait laporan yang telah dipresentasikan (<i>collaborative and creative thinking</i>).</p> <p>11. Guru memberikan evaluasi terhadap masukan dan pendapat peserta didik serta memberikan penegasan terhadap hasil akhir diskusi yang telah dipresentasikan (<i>communication</i>)</p>	
Penutup	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik menarik kesimpulan tentang pembelajaran yang telah dilakukan dengan bimbingan guru 2. Peserta didik melakukan refleksi pembelajaran dengan bimbingan guru. 3. Guru memberikan tugas dan memberitahu materi yang akan dipelajari pada pertemuan berikutnya. 4. Guru menutup pembelajaran dengan berdoa bersama dan mengucapkan salam. 	15 Menit



Pertemuan Ketiga (2JP × 45 menit)

Fase Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
Kegiatan pembuka	<p>Pendahuluan</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru membuka pembelajaran dengan salam dan berdoa bersama (religius) 2. Guru memeriksa kehadiran peserta didik (disiplin) 3. Guru mempersiapkan kelas agar lebih kondusif untuk proses belajar mengajar seperti kerapian dan kebersihan ruang kelas, menyiapkan media dan buku pelajaran yang diperlukan (disiplin) <p>Apersepsi</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. "Pada pertemuan sebelumnya kalian telah menemukan cara menghitung pH larutan penyangga. Coba jelaskan kembali bagaimana cara menghitung pH larutan penyangga!" (rasa ingin tahu) <p>Motivasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Guru memberikan motivasi agar peserta didik dapat mengikuti pembelajaran dengan baik. 6. Peserta didik diberi penjelasan terkait tujuan dan manfaat pembelajaran dan menyampaikan hal-hal yang akan dipelajari, kompetensi yang akan dicapai, serta metode belajar yang akan ditempuh. 	15 Menit



Fase Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
Kegiatan Inti	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guru mengorganisir siswa ke dalam kelompok kerjanya 2. Guru memberikan data percobaan dan mengarahkan peserta didik untuk menentukan manakah yang merupakan larutan penyangg dan bukan penyangga. 3. Guru membimbing peserta didik untuk melakukan aktivitas kimia berupa percobaan pembuatan larutan penyangga dan menentukan sifat larutan penyangga. 4. Peserta didik diarahkan untuk menganalisis hasil percobaan dan menuliskan kesimpulan (<i>creative and critical thinking</i>) 5. Kelompok peserta didik yang akan melakukan presentasi hasil diskusi di depan kelas. 6. Peserta didik dipersilahkan untuk memberi penjelasan, tambahan, tanggapan, masukan maupun sanggahan kepada kelompok penyaji maupun kelompok lain terkait laporan yang telah dipresentasikan (<i>collaborative and creatuve thinking</i>) 7. Guru memberikan evaluasi terhadap masukan dan pendapat peserta didik serta memberikan penegasan terhadap hasil akhir diskusi yang telah dipresentasikan (communication) 	60 Menit
Penutup	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik menarik kesimpulan tentang pembelajaran yang telah dilakukan dengan bimbingan guru 2. Peserta didik melakukan refleksi pembelajaran dengan bimbingan guru. 3. Guru memberikan tugas dan memberitahu materi yang akan dipelajari pada pertemuan berikutnya. 4. Guru menutup pembelajaran dengan berdoa bersama dan mengucapkan salam. 	15 Menit



H. ASESMEN

Asesmen Diagnostik	:	Pertanyaan Pematik diawal pembelajaran
Asesmen Formatif	:	Asesmen selama pembelajaran <ul style="list-style-type: none"> • Sikap : Observasi • Pengetahuan : Tes Tertulis/Lisan/Penugasan • Keterampilan : Praktik/Produk/Portofolio/Projek
Asesmen Sumatif	:	Evaluasi Akhir

I. PENGAYAAN DAN REMIDIAL

1. Kegiatan Remedial, Peserta didik yang hasil belajarnya belum mencapai target, guru melakukan pengulangan materi dengan pendekatan yang lebih individual dan memberikan tugas individual tambahan untuk memperbaiki hasil belajar peserta didik yang bersangkutan.
2. Kegiatan Pengayaan, Peserta didik yang daya tangkap dan daya kerjanya lebih dari peserta didik lain, guru memberikan kegiatan pengayaan yang lebih menantang dan memperkuat daya serapnya terhadap materi yang telah dipelajari.





STEM merupakan pendekatan pada dunia pendidikan yang terdapat penggabungan atau pengintegrasian antara sains, teknologi, teknik, dan matematika melalui proses pendidikan yang memiliki tujuan utama untuk memecahkan permasalahan yang berada dalam lingkungan sekitar atau dalam kehidupan sehari-hari yang benar-benar ada atau nyata. Integrasi antara STEM dengan permasalahan yang terdapat pada lingkungan sekitar akan dapat membuat peserta didik dapat menyelesaikan masalah. Hal ini disebabkan karena peserta didik mengaplikasikan pembelajaran disekolah dengan kejadian yang terdapat dalam lingkungan sekitar.

SCIENCE

Aspek *Science*: kemampuan dalam menggunakan pengetahuan ilmiah untuk memahami dunia alam serta kemampuan untuk berpartisipasi untuk mengambil keputusan untuk mempengaruhinya.



TECHNOLOGY

Aspek *Technology*: merupakan wujud nyata dari ilmu pengetahuan yang keberadaannya dapat mempermudah dan mempengaruhi individu, masyarakat, bangsa, dan negara.



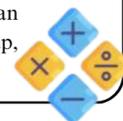
ENGINEERING

Aspek *Engineering*: pemahaman mengenai bagaimana teknologi dapat dikembangkan melalui proses rekayasa/desain sehingga dapat menciptakan teknologi untuk memecahkan sebuah masalah.

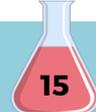
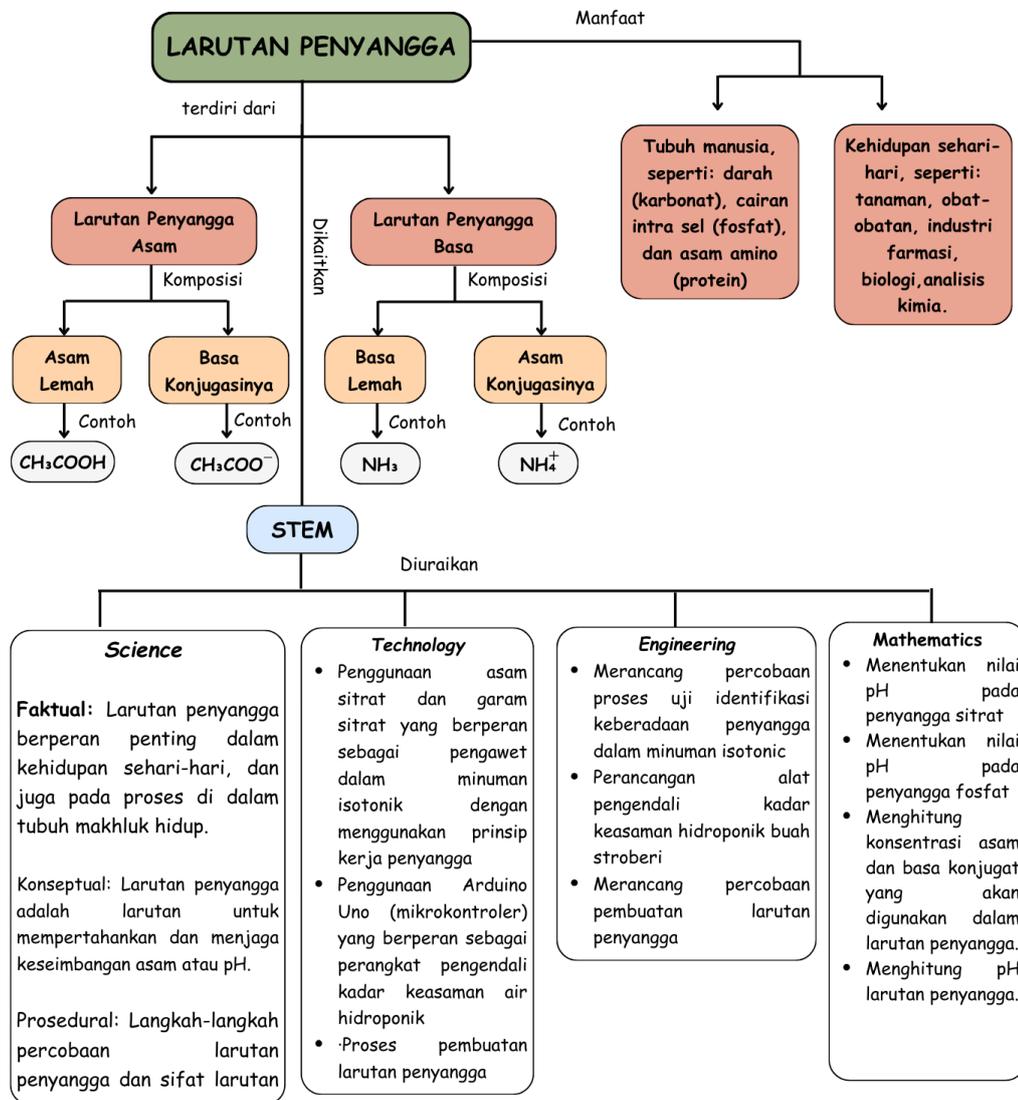


MATHEMATICS

Aspek *Mathematics*: kemampuan berhubungan dengan angka dan mengkomunikasikan ide secara efektif dan dari cara bersikap, merumuskan, dan menafsirkan solusi untuk masalah matematika.



PETA KONSEP



APERSEPSI



Gambar 1. Darah
Sumber. Canva



Gambar 2. Minuman Berkarbonasi
Sumber. Canva

Apakah kalian pernah mengamati darah kalian? Perhatikan gambar 1! Mengapa jika kalian memakan buah jeruk yang bersifat asam darah kalian tidak menjadi asam dan ketika kalian meminum obat yang bersifat basa darah kalian juga tidak bersifat basa? Ya, darah pada manusia merupakan salah satu contoh sistem penyangga dalam kehidupan sehari-hari. pH darah orang sehat yaitu 7,4. pH darah tidak boleh turun dibawah 7,0 ataupun naik diatas 7,8 karena dapat berakibat fatal bagi tubuh. Darah memiliki larutan alami yaitu hemoglobin, $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$ dan $\text{H}_2\text{PO}_4/\text{HPO}_4^{2-}$ untuk mempertahankan agar tetap stabil. Penyangga Fosfat $\text{H}_2\text{PO}_4/\text{HPO}_4^{2-}$ memiliki fungsi untuk mengontrol pH darah terutama dalam sel, seperti ginjal. Ion H^+ dikeluarkan dari tubuh oleh ginjal melalui pembentukan ion HPO_4^{2-} dan dibuang sebagai garam dalam urine.

Perhatikan gambar 2. Larutan penyangga yang digunakan dalam industri makanan dan minuman ringan salah satunya adalah asam sitrat/natrium sitrat. Asam sitrat berfungsi sebagai bahan pengawet yang sering digunakan dalam industri makanan maupun minuman. Salah satu contoh penggunaan larutan penyangga pada minuman adalah minuman berkarbonasi. Minuman berkarbonasi berkaitan dengan konsep larutan penyangga karena dalam minuman berkarbonasi terdapat larutan penyangga yaitu ion phospat yang dapat mempertahankan pH minuman tersebut, sehingga dapat membuat minuman tahan lebih lama dalam penyimpanan.





Kegiatan Pembelajaran 1

PENGERTIAN, JENIS DAN PRINSIP KERJA LARUTAN PENYANGGA

Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini, peserta didik diharapkan mampu melakukan hal berikut.

- Peserta didik dapat menjelaskan pengertian larutan penyangga
- Peserta didik menjelaskan jenis-jenis larutan penyangga
- Peserta didik dapat mengidentifikasi larutan penyangga ketika diencerkan, ditambahkan sedikit asam dan sedikit basa
- Peserta didik dapat menjelaskan prinsip kerja larutan penyangga.



A. PENGERTIAN LARUTAN PENYANGGA

Larutan penyangga atau disebut juga larutan buffer adalah larutan yang dapat mempertahankan harga pH terhadap usaha mengubah pH, seperti penambahan asam, basa, ataupun pengenceran yang tidak melebihi kapasitasnya. Dengan kata lain pH larutan penyangga tidak akan berubah secara signifikan walaupun pada larutan tersebut ditambahkan sedikit asam, basa, atau ketika larutan tersebut diencerkan.



Sumber : ilmukimia.com

Gambar 3. Larutan Penyangga

Untuk lebih memahami mengenai materi larutan penyangga yuk simak video dibawah ini.



B. KOMPONEN LARUTAN PENYANGGA

Larutan penyangga dapat dibedakan menjadi larutan penyangga asam dan larutan penyangga basa. Larutan penyangga asam mempertahankan pH pada daerah asam ($\text{pH} < 7$) sedangkan larutan penyangga basa mempertahankan pH pada daerah basa ($\text{pH} > 7$). Jenis larutan penyangga ditentukan oleh komponen penyusunnya yakni asam atau basa lemah dan asam atau basa konjugasinya (garam). Berikut ini jenis-jenis larutan penyangga:

1. Larutan penyangga asam

Larutan penyangga asam adalah larutan yang terdiri dari asam lemah (HA) dan basa konjugasinya (A⁻). Contoh larutan penyangga asam adalah campuran larutan CH_3COOH dan larutan CH_3COONa . Persamaan reaksi dapat dituliskan sebagai berikut:



Ingat!



Asam basa menurut Bronsted-Lowry, dalam reaksi di atas:

CH_3COOH : asam lemah

CH_3COO^- : basa konjugasi

Larutan penyangga asam dapat dibuat dengan berbagai cara sebagai berikut:

1. Mencampurkan asam lemah berlebih (HA) dengan garamnya, garam ini menghasilkan ion A⁻ yang merupakan basa konjugasi dari asam (HA).
2. Mencampurkan suatu asam berlebih dengan suatu basa kuat. Campuran akan menghasilkan garam yang mengandung basa konjugasi dari asam lemah yang bersangkutan.



Contoh:

Larutan yang terbuat dari campuran 300 mL larutan CH_3COOH 0,1 M dengan 100 mL larutan KOH 0,1 M.

$$\text{mol CH}_3\text{COOH} = 300 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} = 30 \text{ mmol}$$

$$\text{mol KOH} = 100 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} = 10 \text{ mmol}$$

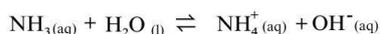
Reaksi:

	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{KOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOK} + \text{H}_2\text{O}$			
Mula-mula :	30 mmol	10 mmol	-	-
Reaksi :	-10 mmol	-10 mmol	+10 mmol	+10 mmol
Sisa :	20 mmol	0	10 mmol	10 mmol

Campuran tersebut merupakan penyangga (*buffer*) karena mengandung CH_3COOH (asam lemah) dan CH_3COO^- (basa konjugasi) yang berasal dari garam CH_3COOK .

2. Larutan penyangga basa

Larutan penyangga basa adalah larutan yang terdiri dari basa lemah dan asam konjugasinya (garam). Contoh larutan penyangga basa adalah campuran larutan NH_3 dan larutan NH_4Cl . Persamaan reaksi dapat dituliskan sebagai berikut:

**Ingat!**

Asam basa menurut Bronsted-Lowry, dalam reaksi diatas:

NH_3 : asam lemah

NH_4^+ : basa konjugasi



Larutan penyangga basa dapat dibuat dengan berbagai cara sebagai berikut :

1. Mencampurkan suatu basa lemah dengan garamnya.
2. Mencampurkan suatu basa lemah dalam jumlah berlebih dengan asam kuat sehingga bereaksi menghasilkan garam asam konjugasi dari basa lemah tersebut.



M A T H E M A T H I C S

Contoh:

Larutan yang terbuat dari ampuran 500 mL larutan NH_3 0,1 M dengan 200 mL larutan HCl 0,1 M.

Mol $\text{NH}_3 = 500 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} = 50 \text{ mmol}$

Mol $\text{HCl} = 200 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} = 20 \text{ mmol}$

Reaksi :



Mula-mula :	50 mmol	20 mmol	-	-
Reaksi :	-20 mmol	-20 mmol	+20 mmol	+20 mmol
Sisa :	30 mmol	-	20 mmol	20 mmol

Campuran tersebut merupakan penyangga (*buffer*) karena mengandung NH_3 (basa lemah) dan NH_4^+ (basa konjugasi) yang berasal dari garam NH_4Cl .

Kegiatan 1.1

No	Campuran	Penyangga Asam/Basa/Bukan	Alasan
1.	$\text{KF} + \text{HF}$		
2.	$\text{KCl} + \text{HCl}$		
3.	$\text{NH}_3 + \text{HCl}$		
4.	$\text{CH}_3\text{COOH} + (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$		
5.	$\text{KClO}_4 + \text{HClO}_4$		





Fakta Unik

Asam Sitrat

Asam sitrat banyak digunakan pada minuman kemasan atau limun baik yang bersoda maupun yang tidak bersoda. Selain itu juga digunakan pada pembuatan sampo dan makanan.



Gambar 4. Asam
Sumber: www.kompas.com

Larutan Penyangga Pada Makanan Olahan Dalam Kaleng

Pada industri makanan, larutan penyangga digunakan untuk mengawetkan makanan karena dapat menghambat kerja bakteri sehingga makanan tidak cepat busuk.

Larutan penyangga yang ditambahkan dalam makanan instan seperti saus, kecap, dan minuman ringan berupa campuran asam benzoat dan natrium benzoat atau asam sitrat dan natrium sitrat.

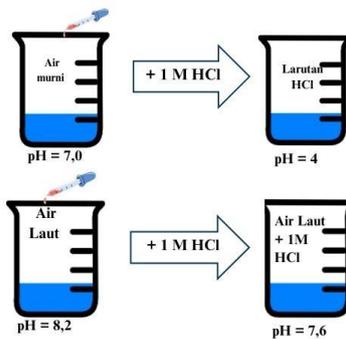


Gambar 5 Makanan Kaleng
Sumber: Canva



C. SIFAT LARUTAN PENYANGGA

Perhatikan gambar berikut!

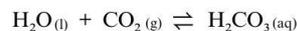


Gambar 6. Air laut memiliki sifat penyangga

Sumber. Canva

Dari gambar tersebut setelah masing-masing ditambahkan 1 M larutan HCl, larutan manakah yang selisih perubahan pH nya lebih kecil?

Air laut memiliki sifat penyangga yang berasal dari garam-garam dan gas yang terlarut dalam air laut. Di dalam air laut terkandung garam-garam natrium, kalium, magnesium, dan kalsium dengan anion-anion seperti klorida, sulfat, karbonat, dan fosfat. Sifat penyangga air laut dapat berasal dari NaHCO_3 dan gas CO_2 dari udara yang terlarut. Di dalam air laut, gas CO_2 terlarut dan bereaksi dengan air membentuk asam karbonat. Persamaan reaksinya sebagai berikut:



Oleh karena asam karbonat adalah asam lemah dan dalam air laut terkandung garam natrium hidrogen karbonat, maka kedua senyawa itu akan membentuk larutan penyangga melalui reaksi kesetimbangan:



Konsentrasi H_2CO_3 berasal dari gas CO_2 terlarut dan konsentrasi HCO_3^- berasal dari garam yang terkandung dalam air laut. Jika air hujan yang umumnya bersifat asam tumpah ke laut atau air dari sungai-sungai mengalir ke laut dengan berbagai sifat asam dan basa maka sifat asam dan basa itu tidak akan mengubah pH air laut.



A. PRINSIP KERJA LARUTAN PENYANGGA

Pernahkah kamu melihat seseorang yang mengenakan kontak lensa (*soft lens*) padamatanya? Mengapa mata mereka tidak merasa sakit? Sementara jika mata kita terkena debu sedikit saja, rasanya perih dan sakit, bukan? Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa kontak lensa terbuat dari bahan seperti gel yang sangat lentur, sedangkan larutan untuk menyimpan dan membersihkan kontak lensa tersebut terbuat dari larutan penyangga borat yang disesuaikan dengan pH mata kita.



Gambar 7. Lensa Kontak
Sumber. Canva



Penasaran dengan larutan penyangga dan bagaimana kerjanya? simak uraian berikut ini dengan baik!

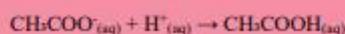
Larutan penyangga mengandung komponen asam dan basa lemah, dengan asam dan basa konjugasinya, sehingga mengikat baik ion H^+ maupun ion OH^- . Oleh karena itu, penambahan sedikit asam kuat atau sedikit basa kuat tidak mengubah pH nya secara signifikan.

Larutan Penyangga Asam

Berikut adalah kesetimbangan ionisasi asam lemah yang bertanggung jawab pada sifat larutan penyangga asam



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



Penambahan asam menggeser kesetimbangan $CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$ ke arah pembentukan CH_3COOH . Hal ini mencegah penambahan konsentrasi H^+ secara signifikan sehingga pH relatif 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.



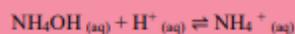
Penambahan OH^- menggeser kesetimbangan $\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-_{(aq)} + \text{H}^+_{(aq)}$ ke arah pembentukan CH_3COO^- . Hal ini mencegah penambahan konsentrasi OH^- secara signifikan sehingga pH tidak berubah secara signifikan.

Larutan Penyangga Basa

Berikut adalah kesetimbangan ionisasi asam lemah yang bertanggung jawab pada sifat larutan penyangga basa.



Ketika HCl (asam kuat) ditambahkan ke dalam larutan tersebut, ion H^+ dari HCl akan bereaksi dengan OH^- membentuk H_2O



Pengurangan ion OH^- akan dikembalikan melalui ionisasi basa lemah sesuai dengan persamaan $\text{NH}_4\text{OH}_{(aq)} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+_{(aq)} + \text{OH}^-$. 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 $\text{NH}_4^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{OH}_{(aq)}$ ke arah pembentukan NH_4OH . Hal ini mencegah penambahan konsentrasi OH^- secara signifikan yang merupakan penyebab peningkatan pH sehingga pH tidak berubah secara signifikan.



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.



Untuk lebih jelasnya mengenai prinsip kerja larutan penyangga simaklah video di bawah ini !

Animasi Buffer Asam & Buffer Basa
+ sedikit asam

Konsentrasi CH_3COOH meningkat

Komponen:
 ● = CH_3COOH
 ● = CH_3COO^-
 ● = H^+

H^+ bereaksi dengan CH_3COO^-

Watch on YouTube

Kegiatan 1.2

Suatu larutan penyangga mengandung pasangan larutan H_2CO_3 dan HCO_3^- . Jelaskan apa yang terjadi jika kedalam larutan penyangga tersebut ditambahkan:

- Larutan HBr
- Larutan KOH





Fakta Unik

Prinsip Larutan Penyangga Dalam Obat Tetes Mata

Mata merupakan organ yang sensitif. Salah satu cara yang dapat mengatasi saat mata perih akibat terkena debu atau lainnya yaitu dengan meneteskan obat mata. Obat tetes mata harus mempunyai pH sekitar pH cairan tubuh yaitu sekitar 7,4 supaya dapat diterima oleh tubuh. Dalam obat tetes mata terdapat sistem penyangga basa.



Gambar 8. Obat Tetes Mata
Sumber: Canva

Prinsip Larutan Penyangga Dalam Sampo Bayi

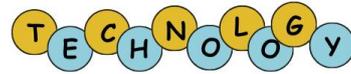
Rambut tersusun dari protein keratin. Ikatan kimia pada protein rambut antara lain ikatan hidrogen dan ikatan disulfida. Ikatan tersebut stabil pada pH 4,6 – 6,0. pH sampo yang terlalu tinggi atau rendah dapat memutuskan ikatan pada protein rambut. Akibatnya rambut dapat rusak. Sampo dengan pH seimbang mengandung larutan penyangga agar pH sampo sama dengan pH rambut.

Bayi mempunyai rambut yang lebih halus dibandingkan orang dewasa. Selain itu, kelenjar minyak dan keringat pada kulit kepala bayi belum berfungsi sempurna. Oleh karena itu, sampo bayi harus mengandung sedikit bahan aktif dan mempunyai pH seimbang. Alasan lain untuk memilih sampo bayi dengan pH seimbang ialah sampo tidak pedih jika terkena mata.



Gambar 9 Sampo Bayi
Sumber: Canva





Pembuatan Minuman Isotonik

Dalam pembuatan minuman isotonik salah satu bahan yang digunakan adalah asam sitrat dan garam sitrat, selain menambah cita rasa dalam minuman, asam sitrat dan garam sitrat juga berperan dalam meningkatkan performa ketika berolahraga. Proses utama pembuatan minuman isotonik komersial adalah pelarutan atau campuran bahan-bahan berdasarkan komposisi yang telah ditetapkan dan

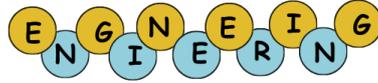
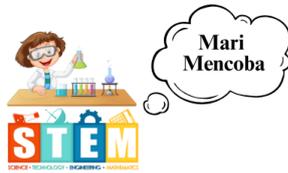
pengawetan melalui aplikasi proses termal pada suhu dan waktu yang tepat dengan kemasan yang mampu melindungi produk dari resiko rekontaminasi. Air isotonik dibuat dengan menggunakan prinsip kerja penyangga, dimana komposisi air isotonik dibuat sama dengan cairan tubuh, sehingga dapat membantu memulihkan cairan tubuh yang hilang ketika sedang berolahraga. Adapun langkah-langkah dalam pembuatan minuman isotonik dalam kemasan.

1. Pencampuran bahan yang sudah di tentukan jumlahnya, seperti garam-garam mineral, asam sitrat, vitamin dan gula
2. Pemasakan (larutan bahan utama)
3. Penambahan claudifier dan flavor
4. Pengecekan pH dan derajat brix minuman
5. Minuman diisikan pada kondisi panas (*hot filling*) menggunakan mesin filler kedalam kemasan gelas poli Propilena (PP).
6. Penutupan (*sealing*)
7. Pasteurisasi 85°C selama 15 menit
8. Pendinginan



Gambar 10. Minuman Isotonik Kemasan
Sumber : Canva





Tujuan : Mengidentifikasi larutan penyangga dalam minuman isotonik

Alat dan Bahan :

Alat

1. Gelas beaker
2. Gelas ukur
3. Pipet tetes
4. pH meter

Bahan

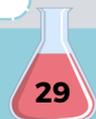
1. Minuman isotonik (3 merek yang berbeda)
2. Larutan HCl 0,1 M
3. Larutan NaCl 0,1 M
4. Aquades

Langkah-Langkah

1. Siapkan minuman isotonik dengan 3 merek yang berbeda (merek A, B, dan C)
2. Tuangkan minuman isotonik merek A ke dalam 3 gelas beaker sebanyak 20 mL, kemudian beri label I, II, III
3. Ukur pH awal minuman isotonik merek A dengan menggunakan pH meter
4. Kemudian berikan perlakuan pada masing-masing gelas sebagai berikut:
 - Pada gelas I teteskan larutan HCl 0,1 M sebanyak 0,5 mL (10 tetes), kemudian ukur pH nya dengan pH meter dan catat perubahan pH yang terjadi
 - Kemudian ukur pH nya dengan pH meter dan catat perubahan pH yang terjadi
 - Pada gelas I teteskan larutan aquades sebanyak 0,5 mL (10 tetes), kemudian ukur pH nya dengan pH meter dan catat perubahan pH yang terjadi.
5. Lakukan hal yang sama dengan merek B dan C

Data Hasil Percobaan

Merek minuman isotonik	pH Awal	pH setelah ditambahkan		
		HCl 0,1 M	NaOH 0,1 M	Aquades
A				
B				
C				

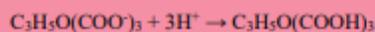


SCIENCE

Menurut BSN (1998), minuman isotonik merupakan salah satu produk minuman ringan karbonasi atau nonkarbonasi untuk meningkatkan kebugaran, yang mengandung gula, asam sitrat, dan mineral. Istilah isotonik juga sering digunakan untuk larutan minuman yang mana nilai osmolalitas yang mirip dengan cairan tubuh (darah), sekitar 280 mosm/kg H₂O. Minuman isotonik juga merupakan salah satu sport drink yang berfungsi untuk mempertahankan cairan dan garam tubuh serta memberikan energi karbohidrat ketika melakukan aktivitas. Penyangga yang terdapat pada minuman isotonik adalah penyangga sitrat. Penyangga sitrat termasuk ke dalam penyangga asam. Larutan penyangga ini berfungsi untuk mempertahankan pH dalam kondisi asam (pH<7). Penyangga sitrat terdiri dari campuran asam sitrat (C₃H₅(COOH)₃) yang berperan sebagai asam lemah dan natrium sitrat (Na₃C₃H₅O(COO)₃) yang berperan sebagai

Penambahan Asam (misal: HCl)

Ion H⁺ dari asam yang ditambahkan akan memperbesar konsentrasi ion H⁺ dalam larutan, besarnya konsentrasi ion H⁺ akan dinetralisasi oleh ion C₃H₅O(COO)⁻₃ membentuk C₃H₅O(COOH)₃, sehingga kesetimbangan akan bergeser ke arah C₃H₅O(COOH)₃. Hal tersebut menyebabkan jumlah ion H⁺ dalam larutan menjadi tetap, sehingga nilai pH relatif tetap. Adapun reaksi yang terjadi:



Penambahan Basa (misal: NaOH)

Basa yang ditambahkan dalam larutan akan memunculkan ion baru, yakni ion OH⁻ yang akan dinetralkan oleh C₃H₅O(COOH)₃ membentuk ion C₃H₅O(COO)⁻₃, sehingga kesetimbangan akan bergeser ke arah ion C₃H₅O(COO)⁻₃ hal tersebut membuat adanya ion OH⁻ dalam larutan tidak dapat mempengaruhi ion H⁺ dalam larutan. Hal tersebut menyebabkan pH sistem penyangga relatif tetap (tidak berubah). Adapun reaksi yang terjadi:



Penambahan Air

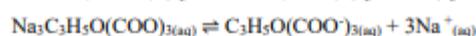
Jika dilakukan pengenceran dengan air, maka derajat ionisasi asam lemah akan naik sehingga terjadi penambahan jumlah ion H⁺ dan C₃H₅O(COO)⁻₃ dari ionisasi asam lemah. Namun, karena volume larutan juga bertambah, maka penambahan konsentrasi ion H⁺ tidak cukup berpengaruh, sehingga pH dalam sistem penyangga relatif tetap.



M A T H E M A T I C S

Jumlah volume asam, basa, maupun air yang direaksikan dengan minuman isotonik membuktikan adanya keterbatasan suatu larutan dalam mempertahankan pH. Jika jumlah asam/basa yang ditambahkan makin banyak, maka dapat terjadi perubahan pH yang signifikan sehingga perubahannya tidak dapat diabaikan. Jumlah asam/basa yang dapat ditambahkan ke penyangga sehingga pH-nya relatif tetap disebut kapasitas penyangga (*buffer*). Penentuan pH penyangga asam dapat ditentukan berdasarkan reaksi kesetimbangan berikut:

Penyangga yang terbentuk dari asam sitrat ($C_3H_5O(COOH)_3$) dan garam natrium sitrat ($Na_3C_3H_5O(COO)_3$).



Dari reaksi kesetimbangan didapat:

$$K_a = \frac{[H^+][C_3H_5O(COO^-)]_3}{[C_3H_5O(COOH)]_3}$$

Sehingga konsentrasi ion H^+ dalam sistem dapat dinyatakan:

$$[H^+] = K_a \times \frac{[C_3H_5O(COOH)]_3}{[C_3H_5O(COO^-)]_3}$$

Yang menyatakan bahwa konsentrasi ion hidrogen dari larutan penyangga bergantung pada nilai K_a dan perbandingan konsentrasi-konsentrasi asam asetat yang tidak terdisosiasi dengan ion asetat.

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

Secara umum dapat dituliskan:

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

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





Kegiatan Pembelajaran 2

PERHITUNGAN pH, DAN PERAN LARUTAN PENYANGGA

Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini, peserta didik diharapkan mampu melakukan hal berikut.

- Peserta didik dapat menghitung pH larutan penyangga
- Peserta didik dapat membandingkan pH larutan penyangga dengan penambahan sedikit asam/basa atau pengeceran
- Peserta didik dapat Menjelaskan peran larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup dan kehidupan sehari-hari



E. MENGHITUNG pH LARUTAN PENYANGGA

Pada meteri sebelumnya, prinsip larutan penyangga didasarkan pada reaksi kesetimbangan yang terjadi pada asam lemah atau basa lemah. Nilai pH dari larutan penyangga dapat ditentukan berdasarkan persamaan berikut:

1. pH Sistem Penyangga Asam Lemah dan Basa Konjugasinya

Larutan penyangga asam dibuat dengan mencampurkan asam lemah dan garamnya, ataupun mereaksikan asam lemah berlebih dengan basa kuat, yang nantinya asam lemah (sisa reaksi) dan basa konjugasinya yang berasal dari garam yang terbentuk.

Perhatikan larutan penyangga yang mengandung CH_3COOH dengan CH_3COONa

Asam asetat akan terionisasi sebagian menurut persamaan kesetimbangan:



Natrium asetat akan terionisasi sempurna menurut persamaan kesetimbangan :



Pada larutan penyangga asam, konsentrasi ion H^+ dalam larutan dapat diketahui dengan menggunakan rumus:

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

atau

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

Secara umum dapat dituliskan:



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

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

Keterangan:

K_a = tetapan ionisasi asam lemah

$n_{\text{ asam lemah}}$ = jumlah mol asam lemah (mol)

$n_{\text{ basa lemah}}$ = jumlah mol basa konjugasi (mol)



M A T H E M A T I C S

Contoh Soal 1

Tentukan pH campuran 100 mL larutan CH_3COOH 0,5 M dan 50 mL larutan CH_3COONa 0,2 M ($K_a = 1,8 \times 10^{-5}$)!

Penyelesaian:

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0,05 \text{ Mol}$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = 0,01 \text{ Mol}$$



Mula-mula	:	10 mmol	-	-	-
Reaksi	:	10 mmol	10 mmol	10 mmol	10 mmol
Sisa	:	-	10 mmol	10 mmol	10 mmol

$$\text{pH} = \text{p}K_a - \log \frac{\text{jumlah mol CH}_3\text{COOH}}{\text{jumlah mol CH}_3\text{COO}^-}$$

$$\text{pH} = -\log 1,8 \times 10^{-5} - \log \frac{0,05 \text{ mol}}{0,01 \text{ mol}}$$

$$\text{pH} = 5 - \log 9$$

$$\text{pH} = 4,045$$

Contoh Soal 2

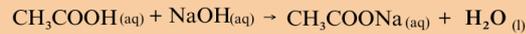
Hitunglah pH larutan yang terbuat dari campuran 200 mL larutan CH_3COOH 0,1 M dengan 100 mL larutan NaOH 0,1 M ($K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 10^{-5}$)

Penyelesaian

$$\text{Mol CH}_3\text{COOH} = 100 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} = 10 \text{ mmol}$$

$$\text{Mol NaOH} = 200 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} = 20 \text{ mmol}$$

Reaksi:



Mula-mula	:	20 mmol	10 mmol	-	-
Reaksi	:	-10 mmol	-10 mmol	+10 mmol	+10 mmol
Sisa	:	10 mmol	-	10 mmol	10 mmol

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

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

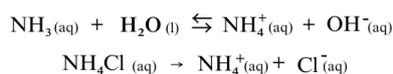
$$[\text{H}^+] = 10^{-5}$$

$$\text{pH} = 5$$



2. pH Sistem Penyangga Basa Lemah dan Asam Konjugasinya

Larutan penyangga basa dapat dibuat dengan mencampurkan basa lemah dan garamnya, ataupun mereaksikan basa lemah berlebih dengan asam kuat, yang nantinya terdapat basa lemah (sisa reaksi) dan asam konjugasinya yang berasal dari garam yang terbentuk. Salah satu contoh penyangga basa yaitu ammonium hidroksida (NH_4OH) dan garam ammonium klorida (NH_4Cl).



Dari reaksi kesetimbangan di dapat:

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

Sehingga konsentrasi ion OH^- dalam sistem dapat dinyatakan:

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

Secara umum dapat dituliskan:



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

$$\text{pOH} = -\log [\text{H}^+]$$

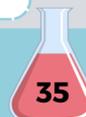
$$\text{pH} = 14 - \text{pOH}$$

Keterangan:

K_b = tetapan ionisasi basa lemah

n basa lemah = jumlah mol basa lemah (mol)

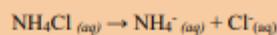
n asam konjugasi = jumlah mol asam konjugasi (mol)



M A T H E M A T H I C S

Contoh Soal 1

Ke dalam 100 mL larutan NH_3 0,1 M ditambahkan 100 mL larutan NH_4Cl 0,1 M. Berapakah pH larutan yang terbentuk? ($K_b \text{NH}_3 = 1,8 \times 10^{-5}$)

Penyelesaian

Mula-mula:	:	10 mmol	-	-
Reaksi:	:	10 mmol	10 mmol	10 mmol
Sisa:	:	-	10 mmol	10 mmol

$$[\text{NH}_3] = 0,01 \text{ mol}$$

$$[\text{NH}_4^+] = 0,01 \text{ mol}$$

$$pOH = pK_b - \log \frac{\text{jumlah mol NH}_3}{\text{jumlah mol NH}_4^+}$$

$$pOH = -\log 1,8 \times 10^{-5} - \log \frac{0,01 \text{ mol}}{0,01 \text{ mol}}$$

$$pOH = 4,744$$

$$pH = 14 - pOH$$

$$pH = 14 - 4,744$$

$$pH = 9,255$$

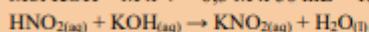
Contoh Soal 2

Jika 100 mL larutan HNO_2 0,1 M dicampurkan dengan 50 mL larutan KOH 0,4 M ($K_b = 10^{-3}$) berapa pH larutan yang terbentuk ?

Penyelesaian :

$$\text{Mol HNO}_2 = M \times V = 0,1 \text{ M} \times 100 \text{ mL} = 10 \text{ mmol}$$

$$\text{Mol KOH} = M \times V = 0,4 \text{ M} \times 50 \text{ mL} = 20 \text{ mmol}$$



Mula-mula:	:	10 mmol	20 mmol	-	-
Reaksi:	:	-10 mmol	-10 mmol	+10 mmol	+10 mmol
Sisa:	:	-	10 mmol	10 mmol	10 mmol

$$[\text{OH}^-] = K_b \times \frac{n_b}{n_{ak}}$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-3} \times \frac{10}{10}$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-3} \times 1$$

$$[\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-3}$$

$$pOH = -\log [\text{OH}^-]$$

$$pOH = -\log 1 \times 10^{-3}$$

$$pOH = 3 - \log 1$$

$$pH = 14 - (3 - \log 1)$$

$$pH = 11 + \log 1$$





Untuk menambah pemahamanmu tentang perhitungan pH simaklah video di bawah ini !



Kegiatan 2.1

M A T H E M A T H I C S

1. Hitung pH larutan penyangga yang dibuat dari campuran 100 mL larutan CH_3COOH 0,1 M dengan 200 mL larutan CH_3COONa 0,1 M? (Jika $K_a \text{CH}_3\text{COOH} = 10^{-5}$)
2. Kedalam 50 mL larutan NH_3 0,1 M ditambahkan 50 mL larutan NH_4Cl 0,2 M. Berapakah pH campuran tersebut? ($K_b \text{NH}_3 = 10^{-5}$)

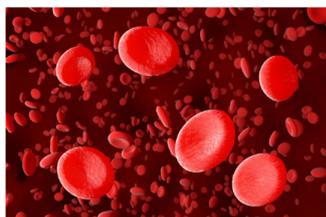


F. PERAN LARUTAN PENYANGGA DALAM KEHIDUPAN

1. Larutan Penyangga Dalam Tubuh Makhluk Hidup

Dalam setiap cairan tubuh, terdapat pasangan asam basa konjugasi yang berfungsi sebagai larutan penyangga. Sistem penyangga ini penting untuk mempertahankan nilai pH cairan tubuh, baik pada tingkat intraseluler maupun ekstraseluler. Beberapa sistem penyangga dalam tubuh melibatkan mekanisme yang mendukung keseimbangan pH, sehingga memastikan fungsi normal sel-sel dan proses biokimia dalam organisme.

a) Sistem penyangga karbonat dalam darah

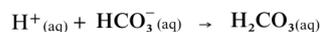


Gambar. Sel darah merah
Sumber. Canva

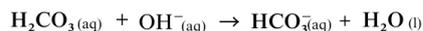
Darah memiliki fungsi penting dalam mendistribusikan oksigen dari sari-sari makanan ke seluruh tubuh, mengangkut limbah metabolisme tubuh, seperti CO_2 , urea dan asam laktat untuk dibuang melalui alat ekskresi tubuh, menjaga suhu tubuh, dan lain sebagainya. Darah memiliki pH yang relatif tetap yaitu sekitar 7,4. Hal ini dikarenakan adanya sistem penyangga karbonat-bikarbonat yang dapat digambarkan dalam persamaan sebagai berikut.



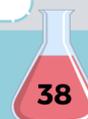
Jika darah kemasukan zat yang bersifat asam, ion H^+ dari asam akan bereaksi dengan HCO_3^- . Adapun persamaan reaksi ionisasinya adalah sebagai berikut.



Sebaliknya, jika darah kemasukan zat yang bersifat basa, ion OH^- dari basa tersebut akan bereaksi dengan H_2CO_3 (asam karbonat). Adapun persamaan reaksinya adalah sebagai berikut.



Ion OH^- akan bereaksi dengan H_2CO_3 membentuk HCO_3^- sehingga darah memerlukan gas CO_2 dari paru-paru untuk menggantikan H_2CO_3 . Hal ini mengakibatkan pernafasan berlangsung lebih cepat.



2. Sistem penyangga fosfat dalam cairan intra sel

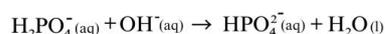
Cairan ini sel merupakan cairan yang terkandung di dalam sel dan berfungsi sebagai pengangkut zat makanan dan pelarut dalam reaksi kimia. Reaksi tersebut dapat dipercepat oleh enzim yang bekerja aktif pada pH tertentu. Penyangga fosfat adalah penyangga yang berada di dalam sel. Penyangga ini adalah campuran dari asam lemah yaitu ion di hidrogen fosfat (H_2PO_4^-).



Jika dalam proses metabolisme sel dihasilkan banyak zat yang bersifat asam, maka ion H^+ akan segera bereaksi dengan ion HPO_4^{2-} . Reaksinya adalah sebagai berikut.



Jika dalam proses metabolisme dihasilkan banyak zat yang bersifat basa, maka ion OH^- akan bereaksi dengan ion H_2PO_4^- . Reaksinya adalah sebagai berikut.



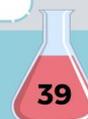
Dengan demikian perbandingan $[\text{H}_2\text{PO}_4^-] / [\text{HPO}_4^{2-}]$ akan selalu tetap, dan ini akan menyebabkan pH larutan tetap (Sudarmo, 2017)

c) Sistem penyangga Asam Amino



Gambar 11. Sumber Protein
Sumber. Canva

Asam amino mengandung gugus yang bersifat asam dan gugus yang bersifat basa, sehingga dapat berperan sebagai penyangga dalam tubuh. Sehingga jika terdapat ion H^+ berlebih maka akan diikat oleh gugus yang bersifat basa, sebaliknya jika terdapat ion OH^- berlebih maka akan diikat oleh gugus yang bersifat asam. Oleh karena itu, asam amino dapat berfungsi sebagai sistem penyangga di dalam tubuh.



2. Larutan Penyangga pada Lingkungan Sekitar

a) Menjaga keseimbangan pH tanaman

Metode penanaman dengan menggunakan media selain tanah, yang umumnya dilakukan dalam kamar kaca dengan memanfaatkan medium air yang mengandung zat hara, dikenal sebagai hidroponik. Untuk memastikan pertumbuhan optimal, setiap tanaman memerlukan pH tertentu. Oleh karena itu, penggunaan larutan penyangga menjadi penting dalam hidroponik untuk menjaga stabilitas pH dan mendukung kondisi lingkungan yang ideal bagi pertumbuhan tanaman.



Gambar 12. Tanaman Hidroponik
Sumber. Canva

b) Larutan penyangga pada obat-obatan



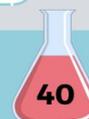
Gambar 13. Obat Tablet dan Cair
Sumber. Canva

Asam asetilsalisilat, sebagai komponen utama dalam tablet aspirin, berfungsi sebagai obat penghilang rasa nyeri. Kehadiran asam dalam aspirin dapat memicu perubahan pH di dalam lambung, yang kemudian mempengaruhi pembentukan hormon. Perubahan pH tersebut dapat menghambat stimulasi penggumpalan darah, sehingga risiko pendarahan menjadi tidak terhindarkan. Oleh karena itu, dalam formulasi aspirin, ditambahkan MgO untuk mengatasi kelebihan asam.

MgO berperan sebagai zat penyangga yang mentransfer dan menetralkan asam berlebih, menjaga keseimbangan pH lambung sehingga efek samping yang mungkin timbul dapat diminimalkan.

c) Larutan penyangga dalam industri farmasi

Dalam konteks industri farmasi, larutan penyangga memiliki peran krusial dalam proses pembuatan obat-obatan dengan tujuan mengatur pH dari zat aktif dalam formulasi tersebut. Salah satu jenis larutan penyangga yang sering digunakan dalam industri farmasi adalah larutan asam basa konjugasi yang mengandung senyawa fosfat. Larutan penyangga ini membantu mempertahankan stabilitas pH yang diinginkan untuk optimalitas formulasi obat dan memastikan efektivitas serta keamanan produk farmasi yang dihasilkan.



d) Larutan penyangga dalam mikrobiologi industri

Dalam ranah mikrobiologi industri, larutan penyangga seringkali dimanfaatkan sebagai pengatur pH dalam medium pertumbuhan mikroorganisme.

e) Larutan penyangga dalam biologi

Dalam konteks biologi, larutan penyangga sering digunakan untuk mengoptimalkan kinerja enzim.

f) Larutan penyangga dalam analisis imia

Digunakan dalam analisis kualitatif dan kuantitatif, pemisahan senyawa dan unsur, serta reaksi kimia dengan pengendalian pH.





Tanaman Hidroponik Buah Strawberry

Strawberry (*Fragaria sp.*) merupakan salah satu jenis buah yang memiliki nilai jual yang tinggi dan mempunyai banyak manfaat. Buah stroberi sangat banyak disukai dikalangan banyak orang dikarenakan karena warnanya yang menarik dan rasanya yang segar. Namun, pembudidayaan tanaman stroberi sangat bergantung pada cuaca, dan keadaan tanah. Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi pertanian yang semakin maju, kini tanaman stroberi dapat dibudidayakan di daerah yang beriklim tropis termasuk Indonesia. Hidroponik merupakan salah satu cara untuk tetap bisa membudidayakan tanaman stroberi yang tidak bergantung pada cuaca maupun keadaan tanah, dikarenakan media tanam hidroponik yaitu berupa air dan ditempatkan pada rumah kaca (*green house*).



Gambar14. Tanaman Hidroponik Strawberry

Sumber. <https://bibitbunga.com/cara-menanam-strawberry-hidroponik/>

Pembuatan tanaman hidroponik tidak terlepas oleh keberadaan larutan penyangga. Penyangga yang terdapat di dalamnya adalah penyangga fosfat ($\text{H}_3\text{PO}_4/\text{H}_2\text{PO}_4^-$) dimana H_3PO_4 berperan sebagai asam lemah dan H_2PO_4^- berperan sebagai basa konjugasi. Dalam proses penanaman hidroponik buah stroberi, kadar keasaman buah stroberi berada pada kisaran sebesar 5,8-6,5. Untuk menjaga kadar keasaman pH buah stroberi maka diperlukan suatu sistem yang dapat mempertahankan pH. Sebab apabila kadar pH berlebih dapat mengganggu pertumbuhan tanaman stroberi, misalnya kerusakan membran akar, warna buah menjadi lebih kuning dan buah yang dihasilkan kurang manis. Namun kadar pH yang kurang juga dapat menyebabkan stroberi menjadi tidak mampu menyerap nutrisi yang dibutuhkan. Penyangga fosfat termasuk ke dalam penyangga asam, sehingga mampu mempertahankan pH pada kondisi asam ($\text{pH} < 7$).





Pengendalian kadar keasaman hidroponik strawberry menggunakan kontroler PID (*Proportional Integral Derivative*) berbasis Arduino Uno



Gambar 15. Arduino Uno

Sumber. <https://www.arduinoindonesia.id/2017/02/arduino-uno.html>

Pengendalian kadar keasaman pada hidroponik strawberry umumnya cenderung basa, sehingga tidak memenuhi kadar keasaman ideal pada buah strawberry yaitu sebesar 5,8-6,5. Oleh sebab itu, diperlukan alat yang mampu mengendalikan kadar keasaman pada hidroponik strawberry agar berada pada kisaran tersebut. Proses pengendalian kadar keasaman pada buah strawberry dirancang menggunakan kontroler PID (*Proportional Integral Derivative*). PID merupakan kontroler yang terdiri dari gabungan proposional, kontroler integral dan kontroler differensial. Arduino Uno merupakan sebuah board mikrokontroler yang berperan sebagai perangkat pengendali kadar keasaman air hidroponik. Pengendalian kadar keasaman dirancang untuk mengendalikan agar kadar keasaman air hidroponik sesuai dengan kadar pH strawberry dengan cara mengendalikan kecepatan putaran pompa yang berisi cairan asam dan basa. Komponen pengendalian yang digunakan berbasis Arduino Uno, sehingga alat ini dapat diaplikasikan pada tempat pembudidayaan strawberry.





Perancangan Modul Hidroponik Tanaman Strawberry

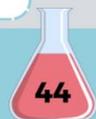


Gambar 16. Skema Konstruksi Hidroponik Stroberi



Gambar 17. Arduino Shield

Perancangan modul hidroponik strawberry meliputi pembuatan perangkat keras dan juga perangkat lunak. Perangkat keras terdiri dari perancangan hidroponik dan perancangan rangkaian Arduino *shield*. *Shield* merupakan modul tambahan pada arduino dengan cara menumpuk di bagian atas arduino (tameng/perisai). Arduino *shield* terdiri atas rangkaian pengondisian sinyal dan regulator tegangan. Sedangkan perangkat lunak meliputi pembuatan program pada Arduino UNO untuk keperluan analisis sistem dengan membangkitkan sinyal PRBS (*Pseudo Random Binary Sequence*) dan program control PWM motor pompa. pemrograman keseluruhan sistem menggunakan bahasa pemrograman C++ dengan *software* Arduino 1.0.5.



M A T H E M A T I C S

Menentukan Nilai pH Pada Penyangga Fosfat

Kadar keasaman ideal pada buah strawberry ialah sebesar 5,8-6,5. Untuk menjaga kadar keasaman pH buah strawberry agar berada pada kisaran tersebut, maka diperlukan suatu sistem yang dapat mempertahankan pH. Sistem tersebut akan membentuk suatu persamaan yang dapat membantu kita dalam menentukan nilai pH dalam suatu larutan. Persamaan tersebut ialah sebagai berikut:

Penyangga sitrat terbentuk dari $C_6H_8O_7$ yang berperan sebagai asam lemah dan ion $C_6H_7O_7^-$ yang berperan sebagai basa konjugasi.



Dari reaksi kesetimbangan didapat:

$$K_a = \frac{[H^+][H_2PO_4^-]}{[H_3PO_4]}$$

Sehingga konsentrasi ion H^+ dalam sistem dapat dinyatakan:

$$[H^+] = K_a \times \frac{[C_6H_8O_7]}{[C_6H_7O_7^-]}$$



Kegiatan Belajar STEM

Perhatikan wacana berikut!



Gambar. Minuman berkarbonasi
Sumber: Canva

Minuman ringan berkarbonasi adalah minuman yang dibuat dengan mengabsorpsi karbondioksida ke dalam air dan mengandung gas CO_2 yang larut dalam air. Dalam proses pembuatannya, minuman berkarbonasi menggunakan prinsip kerja penyangga. Dalam minuman berkarbonasi terdapat buffer, yaitu ion karbonat yang mempertahankan pH minuman tersebut, sehingga minuman dapat tahan lebih lama dalam penyimpanan. Asam sitrat dan natrium bikarbonat merupakan bahan

utama dalam pembuatan minuman berkarbonasi. Asam sitrat bereaksi dengan natrium bikarbonat membentuk asam karbonat. Asam karbonat dapat menciptakan efek extra sparkle dengan ciri khas sentuhan soda di mulut (*mouthfeel*) dan perasaan menggigit (*bite*) ketika dikonsumsi.

Mengidentifikasi

Apa senyawa penyangga yang digunakan dalam proses pembuatan minuman berkarbonasi? Apa yang terjadi jika penyangga tersebut direaksikan dengan sedikit asam maupun sedikit basa? Buktikan dengan persamaan reaksi!



Menginvestigasi

Dalam proses pembuatan minuman berkarbonasi, pencampuran asam sitrat dan natrium bikarbonat akan menghasilkan gas CO_2 . Untuk mengabsorpsi gas CO_2 digunakan alat yang disebut karbonator. Cari tahu cara mempertahankan soda pada minuman berkarbonasi tanpa menggunakan karbonator!

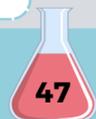
Merancang

Buatlah rancangan pembuatan minuman berkarbonasi tanpa menggunakan karbonator!

Alat:

Bahan:

Langkah-langkah:



Membuat

Buatlah minuman berkarbonasi sesuai dengan rancangan yang kamu buat!

Dokumentasi

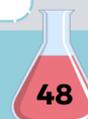
Menguji

Keberadaan penyangga dalam minuman berkarbonasi dapat diketahui melalui reaksi dengan larutan tertentu. Manakah diantara larutan-larutan berikut yang dapat bereaksi membentuk penyangga dengan 100 mL larutan asam sitrat 0,1 M? Mengapa?

- 50 mL NaOH 0,1 M
- 50 mL NH_4OH 0,1 M
- 100 mL NaOH 0,1 M
- 100 mL NH_4OH 0,1 M

Memodifikasi

Apakah terbentuk soda pada minuman berkarbonasi yang kamu buat? Jika tidak, carilah solusi agar soda dapat terbentuk. Kemudian buatlah rancangan lain dari produk yang menggunakan prinsip kerja penyangga!



Kegiatan Pembelajaran 3

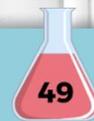


PEMBUATAN LARUTAN PENYANGGA

Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 3 ini, peserta didik diharapkan mampu melakukan hal berikut.

- Peserta didik mampu merancang percobaan pembuatan larutan penyangga
- Peserta didik dapat membuat larutan penyangga dengan pH tertentu



G. PEMBUATAN LARUTAN PENYANGGA

Amati data percobaan berikut!

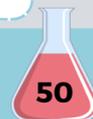
Larutan	Nilai pH		
	Awal	Penambahan larutan	Akhir
A	5,5	HCl 0,1 M	5,3
		NaOH 0,1 M	5,8
		Aquades	5,5
B	6,9	HCl 0,1 M	5,5
		NaOH 0,1 M	8,0
		Aquades	7,1
C	8,3	HCl 0,1 M	8,1
		NaOH 0,1 M	8,5
		Aquades	8,4



Berdasarkan percobaan diatas, manakah yang termasuk ke dalam larutan penyangga? Berikan alasanmu!



Bagaimanakah cara membuat larutan penyangga asam dan penyangga basa?





Aktivitas Kimia



Pembuatan Larutan Penyangga

A. Tujuan percobaan

- Membuat larutan penyangga
- Mempelajari sifat-sifat larutan penyangga.

B. Alat dan bahan

Tabel 1. Nama alat

No	Nama alat	Spesifikasi	Jumlah
1.	Tabung reaksi	-	6 buah
2.	Rak tabung reaksi	-	1 buah
3.	Gelas ukur	10 mL	1 buah
4.	Pipet volumetri	5 mL	1 buah
5.	Pipet tetes	-	4 buah
6.	Gelas kimia	50 mL	6 buah
7.	pH meter	-	1 buah

Tabel 2. Nama bahan

No	Nama Bahan	Spesifikasi	Jumlah
1.	Larutan CH_3COOH	0,1 M	30 mL
2.	Larutan NaOH	0,1 M	6 mL
3.	Larutan HCl	0,1 M	6 mL
4.	Larutan CH_3COONa	0,1 M	30 mL
5.	Larutan NH_4Cl	0,1 M	30 mL
6.	Aquades	-	100 mL

C. Prosedur kerja

Kegiatan 1. Pembuatan larutan penyangga

1. Siapkan alat dan bahan
2. Siapkan dua buah tabung reaksi dan beri label A dan B
3. Ambilah 5 mL larutan CH_3COOH 0,1 M dengan pipet volumetri dan masukan ke dalam tabung reaksi A.



4. Tambahkan 5 mL larutan CH_3COONa 0,1 M dengan pipet volumetri ke dalam tabung reaksi A.
5. Ambil 5 mL larutan NH_4OH 0,1 M dengan pipet volumetri dan masukan ke dalam tabung reaksi B.
6. Tambahkan 5 mL larutan NH_4Cl 0,1 M dengan pipet volumetri ke dalam tabung reaksi B.
7. Ukur pH pada kedua tabung reaksi tersebut dan catat pada tabel hasil pengamatan.
8. Simpan kedua larutan ini untuk percobaan selanjutnya.

Kegiatan 1. Sifat larutan penyangga

1. Siapkan enam buah tabung reaksi yang bersih dan kering dan beri label 1-6
2. Isilah tabung 1 larutan yang terdapat pada tabung A.
3. Isilah tabung 2 dengan larutan yang terdapat pada tabung B.
4. Isilah tabung 3 dengan 5 mL larutan CH_3COOH .
5. Isilah tabung 4 dengan 5 mL larutan CH_3COONa .
6. Isilah tabung 5 dengan 5 mL larutan NH_4OH .
7. Isilah tabung 6 dengan 5 mL larutan NH_4Cl .

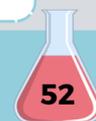
D. Data hasil pengamatan

Tabel 3. Hasil pengamatan kegiatan 1

Tabung	Spesifikasi	pH
A	Campuran 5 mL larutan CH_3COOH 0,1 M + 5 mL larutan CH_3COONa	
B	Campuran 5 mL larutan NH_4OH 0,1 M + 5 mL larutan NH_4Cl	

Tabel 4. Hasil pengamatan kegiatan 2

Tabung	Larutan	pH awal	pH setelah penambahan		
			HCl	NaOH	Aquades
1	Campuran 5 mL larutan NH_4OH 0,1 M + 5 mL larutan NH_4Cl (larutan tabung A pada kegiatan 1)				
2	Campuran 5 mL larutan NH_4OH 0,1 M + 5 mL larutan NH_4Cl 0,1 M (larutan tabung B pada kegiatan 1)				
3	Larutan CH_3COOH 0,1 M 5 mL				



4	Larutan CH_3COONa 0,1 M 5 mL				
5	Larutan NH_4OH 0,1M 5 mL				
6	Larutan NH_4Cl 0,1 M 5mL				

Unsur STEM

<i>Science</i>	<i>Technology</i>	<i>Engineering</i>	<i>Mathematics</i>
Mengetahui cara Membuat dan sifat-sifat larutan penyangga.	<i>Technology</i> merupakan inovasi atau alat yang dapat digunakan oleh manusia dalam melakukan pekerjaan dengan mudah.	<i>Engineering</i> merupakan langkah kerja yang dilakukan untuk keberhasilan dalam sebuah eksperime. Dalam hal ini langkah kerja dalam praktikum pembuatan larutan penyangga.	<i>Mathematics</i> merupakan data yang diolah berdasarkan hasil dari perhitungan dalam eksperimen. Dalam hal ini yaitu perhitungan pH larutan penyangga yang terbentuk.

E. Analisi data

1. Pada kegiatan 1, larutan penyangga yang dihasilkan pada tabung A dan B termasuk dalam larutan penyangga asam atau basa?
2. Komponen apa sajakah yang terdapat dalam kedua larutan yang dihasilkan pada kegiatan 1?
3. Hitunglah pH larutan penyangga yang terbentuk pada tabung A dan tabung B secara teoritis!
4. Berdasarkan data hasil pengamatan kegiatan 2, larutan manakah yang termasuk larutan penyangga dan bukan penyangga?
5. Larutan manakah yang relatif tidak mengalami perubahan pH pada kegiatan 2 dan mengapa hal tersebut bisa terjadi?

F. Kesimpulan



RANGKUMAN

- Larutan penyangga adalah larutan yang pH nya tidak berubah meskipun ditambah sedikit asam, sedikit basa, ataupun diencerkan.
- Berdasarkan komponen penyusunnya, larutan penyangga terbagi atas dua bagian, yakni: penyangga asam dan penyangga basa.
- Larutan penyangga asam terdiri dari suatu asam lemah dengan basa konjugasinya.
- Larutan penyangga basa terdiri dari suatu basa lemah dengan asam konjugasinya
- Prinsip kerja dari larutan penyangga yaitu : Larutan penyangga asam atau basa yang ditambahkan sedikit asam, H⁺ akan dinetralisir oleh komponen basa, OH⁻ akan dinetralisir oleh komponen asam. Sedangkan ketika larutan penyangga ditambahkan air (pengenceran) akan terjadi pergeseran keseimbangan pada larutan penyangga, sehingga tidak terjadi perubahan pH.
- Nilai pH penyangga asam dapat ditentukan dengan rumus:

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

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

- Nilai pH penyangga basa dapat ditentukan dengan rumus:

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

$$[pOH] = -\log [OH^-]$$

$$pH = 14 - pOH$$

- Larutan penyangga yang terdapat dalam tubuh manusia, yakni larutan karbonat, larutan penyangga fosfat, dan larutan penyangga protein.
- Larutan penyangga dalam kehidupan sehari-hari, seperti obat tetes mata, obat magh, obat tablet dan cair, hidroponik, industri makanan dan minuman, dan detergen.



REFLEKSI

Setelah mempelajari materi ini dan mengerjakan kegiatan-kegiatan didalamnya, apakah kamu telah menguasai sub materi ini? Untuk membantumu menilai diri, isi kolom tabel berikut dengan tanda centang sesuai dengan keadaan yang sebenarnya.

No	Kemampuan yang diharapkan	Sudah mampu	Belum mampu
1.	Mampu menjelaskan pengertian dan jenis larutan penyangga		
2.	Mampu menjelaskan sifat-sifat larutan penyangga		
3.	Mampu menjelaskan bagaimana prinsip kerja larutan penyangga		
4.	Mampu menghitung pH larutan penyangga asam		
5.	Mampu menghitung pH larutan penyangga basa		
6.	Mampu menjelaskan cara pembuatan larutan penyangga		
7.	Mampu menjelaskan peran larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup maupun dalam kehidupan sehari-hari		

Apabila pada semua pertanyaan diatas kalian menjawab “sudah mampu”, maka itu artinya kalian dianggap sudah menguasai materi larutan penyangga dan di persilahkan untuk melanjutkan materi pelajaran kimia berikutnya. Namun, apabila kalian masih menjawab “belum mampu”, maka silahkan untuk mempelajari lagi materi yang belum dipahami. Tetap semangat!!!



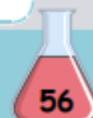
EVALUASI AKHIR

A. Pilihan Ganda

- Pernyataan yang benar tentang larutan penyangga adalah
 - mempertahankan pH sistem agar tetap
 - memiliki komponen asam dan basa yang selalu berupa pasangan konjugasi
 - mampu mengatasi penambahan asam dan basa dalam jumlah banyak
 - memiliki kapasitas tertentu
 - pengenceran tidak mengubah konsentrasi ion H^+ dan OH^-
- Campuran di bawah ini merupakan komponen larutan penyangga, *kecuali*
 - NH_4Cl dan NH_3
 - CH_3COONa dan CH_3COOH
 - CH_3COOH dan $NaOH$
 - $NaOH$ dan $NaHCO_3$
 - $NaOH$ dan HCl
- Campuran larutan di bawah ini yang dapat membentuk campuran penyangga adalah
 - larutan HCl dengan larutan NH_4Cl
 - larutan CH_3COOH dengan larutan C_6H_5COOK
 - larutan C_2H_5OH dengan larutan C_2H_5ONa
 - larutan $HCOOH$ dengan larutan $HCOONa$
 - larutan $Ca(OH)_2$ dengan larutan $CaCl_2$
- Diketahui data percobaan adalah sebagai berikut.

Larutan	pH awal	pH dengan penambahan sedikit	
		Basa	Asam
I	5,60	6,00	5,00
II	5,40	5,42	5,38
III	5,20	5,25	5,18
IV	8,20	8,80	7,80
V	9,20	9,60	8,70

Larutan yang mempunyai sifat penyangga adalah ...



- A. I dan II
- B. II dan III
- C. III dan IV
- D. III dan V
- E. IV dan V

5. Perhatikan tabel berikut!

Larutan	pH awal	pH setelah penambahan		
		air	Sedikit asam	Sedikit basa
P	2,25	2,35	1,50	4,25
Q	4,75	4,75	4,74	4,76
R	4,75	4,75	3,25	6,25
S	9,26	9,26	6,00	11,00
T	2,50	2,50	1,70	3,40

Dari data percobaan diatas, yang menunjukkan sifat larutan penyangga adalah.....

- A. P
 - B. Q
 - C. R
 - D. S
 - E. T
6. Pasangan larutan berikut ini yang menghasilkan larutan penyangga adalah
- A. 100 mL NH_4OH 0,2 M + 100 mL HCl 0,3 M
 - B. 100 mL NaOH 0,2 M + 100 mL CH_3COOH 0,2 M
 - C. 100 mL NH_4OH 0,2 M + 100 mL HCl 0,1 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
7. Sistem larutan penyangga dapat dibuat dengan mencampurkan 100 mL larutan CH_3COOH 0,1 M dengan larutan
- A. 80 mL NaOH 0,1 M
 - B. 100 mL NaOH 0,1 M
 - C. 120 mL HCl 0,1 M
 - D. 120 mL NaOH 0,1 M



8. Hitunglah pH larutan yang dibuat dari campuran 100 ml larutan NH_4OH 0,1 M dengan 50 mL larutan HCl 0,1 M ($K_b NH_4OH = 1 \times 10^{-5}$)
- 9
 - 8
 - 6
 - 5
 - 4
9. Suatu larutan penyangga dibuat dengan mencampurkan 50 mL larutan CH_3COOH 0,1 M dengan larutan 50 mL CH_3COONa 0,1 M ($K_a CH_3COOH = 1,8 \times 10^{-5}$). Jika ke dalam larutan penyangga tersebut ditambahkan 10 mL larutan HCl 0,1 M, maka pH larutan penyangga tersebut adalah....
- 4,74
 - 4,71
 - 4,77
 - 4,54
 - 4,57
10. Sistem penyangga bikarbonat dari asam karbonat dan garamnya (ion positif dengan ion bikarbonat) dalam darah adalah sistem penyangga yang memiliki peranan terpenting dalam menjaga pH darah. Berikut adalah persamaan reaksi kesetimbangan larutan penyanggan asam karbonat dengan garamnya dari ion bikarbonat terkait dengan pH larutan.



Ketika darah menerima CO_2 yang merupakan hasil metabolisme dari sel tubuh, CO_2 akan segera larut dalam fase cair darah dan berubah menjadi H_2CO_3 , namun pH darah tetap di sekitar 7,4. Pernyataan yang paling tepat untuk menjelaskan fenomena ketahanan pH darah....

- Ion H^+ dari tambahan H_2CO_3 tidak berpengaruh karena bereaksi dengan komponen padat darah
- Ion H^+ dari tambahan H_2CO_3 diikat oleh komponen oksigen yang sebelumnya ada dalam darah untuk dibuang melalui urine
- Ion H^+ dari tambahan H_2CO_3 akan bereaksi dengan ion HCO_3^- , sehingga peningkatan konsentrasi H^+ (penurunan pH) dapat dicegah
- Kesetimbangan H_2CO_3 dan HCO_3^- sudah sangat stabil terhadap penambahan ion H^+ apalagi pada campuran yang pekat seperti darah.
- Tambahan H_2CO_3 yang berasal dari CO_2 tidak terion dalam darah, sehingga tidak merubah pH darah



B. Essay

- Perhatikan beberapa contoh larutan penyangga di bawah, identifikasilah komponen-komponen utama pembentuk kesetimbangan asam/basa lemah dalam larutan penyangga berikut dan kelompokkan ke dalam larutan penyangga asam atau larutan penyangga basa!
 - $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COOK}$
 - $\text{NH}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- Suatu campuran mengandung 100 ml larutan CH_3COOH 0,1 M dengan 100 ml larutan NaOH 0,05 M. Hitung pH larutan campuran yang dihasilkan jika $K_a = 10^{-5}$!
- Air ludah memiliki pH dalam mulut sekitar 6,8. Air ludah dapat menetralisasi asam yang masuk ke dalam mulut sehingga email gigi tidak mudah rusak. Jelaskan bagaimana cara kerja air ludah sebagai larutan penyangga dan apa kandungan sistem penyangga yang terdapat dalam air ludah!
- Darah memiliki pH sekitar 7,4 dan di dalam darah terdapat sistem penyangga yang dapat menjaga kestabilan pH darah. Sistem penyangga yang berperan dalam menjaga pH darah adalah sistem penyangga fosfat dan karbonat. Jelaskan komponen-komponen penyusun sistem penyangga fosfat dan sistem penyangga karbonat?
- Larutan penyangga memiliki peran dalam tubuh makhluk hidup. Salah satunya yaitu sistem penyangga asam amino. Bagaimanakah cara kerja sistem penyangga asam amino dalam tubuh terhadap penambahan sedikit asam atau basa hasil metabolisme tubuh?

UMPAN BALIK

Cocokkanlah hasil jawaban anda dengan kunci jawaban evaluasi akhir dan hitunglah jawaban yang benar, dengan ketentuan sebagai berikut:

Bagian A: Benar, skor 5

Bagian B: Benar, skor 10

Gunakan rumus dibawah ini untuk mengukur tingkat pemahaman anda terhadap materi larutan penyangga.

$$\text{Tingkat Pemahaman} = \text{Jumlah Skor}$$

Kriteria:

90-100 = Baik sekali

80-89 = Baik

70-79 = Cukup

<70 = Kurang



KUNCI JAWABAN

A. Pilihan Ganda

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

B. Essay

1. Komponen-komponennya yaitu:
 - a. CH_3COOH (asam lemah) + CH_3COOK (garam/basa konjugasinya) dan termasuk larutan penyangga asam.
 - b. NH_3 (basa lemah) + $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (garam/asam konjugasinya) dan termasuk larutan penyangga basa.
2. Mol $\text{CH}_3\text{COOH} = 100 \text{ ml} \times 0,1 \text{ M} = 10 \text{ mmol}$
 Mol $\text{NaOH} = 100 \text{ ml} \times 0,05 = 5 \text{ mmol}$

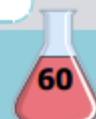


Mula-mula	:	10mmol	5mmol	-	-
Reaksi	:	5 mmol	5 mmol	5 mmol	5mmol
Sisa	:	5 mmol	-	5 mmol	5mmol

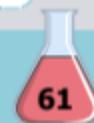
$$[\text{H}^+] = 10^{-5} \times \frac{5}{5}$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-5}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$



3. Air ludah mengandung larutan penyangga fosfat yang dapat menetralkan asam yang terbentuk dari fermentasi sisa-sisa makanan. Cara kerjanya yaitu: ketika ditambahkan sedikit ion H^+ (asam), ion H^+ tersebut akan bereaksi dengan ion HPO_4^{2-} membentuk $H_2PO_4^-$ sehingga pH menjadi relatif stabil.
4. Komponen penyangga fosfat : $H_2PO_4^-$ dan HPO_4^{2-}
Komponen penyangga karbonat yaitu : H_2CO_3 dan HCO_3^-
5. Asam amino bersifat basa, oleh karena itu dapat berfungsi sebagai larutan penyangga dalam tubuh. Apabila terdapat kelebihan ion H^+ dalam tubuh akan diikat oleh gugus pada asam amino yang bersifat basa. Bila ada kelebihan ion OH^- akan diikat oleh gugus yang bersifat asam, sehingga pH relatif tetap.



GLOSARIUM

Asam Konjugat	Asam yang berasal dari basa Bronsted yang menerima 1 H^+ dari asam dalam reaksi asam-basa Bronsted-Lowry.
Asam Lemah	Suatu asam yang hanya terionisasi sebagian dalam air menghasilkan ion H^+ dan merupakan elektrolit lemah.
Alkalosis	Suatu peristiwa ketika kadar basa terlalu tinggi dalam darah.
Asidosis	Suatu peristiwa ketika kadar asam terlalu tinggi dalam darah.
Basa Konjugat	Basa yang berasal dari asam Bronsted yang kehilangan 1 H^+ dalam reaksi asam-basa.
Basa Lemah	Suatu basa yang hanya terionisasi sebagian dalam air menghasilkan ion OH^- dan merupakan elektrolit lemah.
Garam	Senyawa yang terbentuk dari reaksi antara asam dengan basa.
Kapasitas Penyangga	Kemampuan suatu larutan penyangga untuk menahan perubahan pH akibat penambahan sedikit asam dan sedikit basa.
Penyangga	Larutan yang dapat menahan perubahan pH.
pH	Ukuran konsentrasi molar efektif ion hidrogen dalam larutan.



DAFTAR PUSTAKA

- Chang, R. 2005. *Kimia Dasar: Konsep-konsep Inti Jilid 2*. Terjemahan
S.S. Achmadi. General Chemistry: The Essential Concepts. 2003. Jakarta: Erlangga.
- Keenan, C.W. (1992). *Ilmu Kimia Untuk Universitas*. Jakarta: Erlangga.
- Kustanti, I. 2014. *Pengendalian kadar keasaman (pH) pada sistem hidroponik stroberi menggunakan kontroler PID berbasis Arduino Uno* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Goldberg, D. E. 2008. *Kimia untuk pemula*. Jakarta: Erlangga
- Johari, J.M.C., & Rachmawati, M. (2009). *Kimia SMA dan MA*. Jakarta: Erlangga.
- Purba, M. 2006. *Kimia untuk SMA Kelas XI*. Jakarta: Erlangga.
- Sudarmo, Unggul. (2014). *Kimia Untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta: Erlangga.
- Syukri, S. 1999. *Kimia Dasar 2*. Bandung: ITB Press.
- Watoni, H., Dini, K., & Meta, J. 2016. *Kimia Untuk SMA/MA Kelas XI*. Bandung: Yrama Widya.



RIWAYAT HIDUP



Ayu Asmara Waruwu lahir di Bangkinang pada tanggal 06 Februari 2001. Penulis lahir dari pasangan suami istri Bapak Aluizisokhi Waruwu dan Ibu Ratiani Lase. Penulis berkebangsaan Indonesia dan beragama Kristen Protestan. Kini penulis beralamat di Jalan Nusa Indah No 11,

Kelurahan Kaliuntu, Kecamatan Buleleng, Kabupaten Buleleng, Provinsi Bali.

Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SD Negeri 071143 Afulu dan lulus pada tahun 2012. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 1 Afulu dan lulus pada tahun 2015. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikannya di SMA Negeri 1 Afulu dan lulus pada tahun 2018. Pada tahun 2018 sampai dengan penulisan skripsi ini, penulis masih terdaftar sebagai mahasiswa program S1 Jurusan Kimia Program Studi Pendidikan Kimia di Universitas Pendidikan Ganesha.