

## Lampiran 01. Analisis Tiga Level Representasi Kimia pada Buku Ajar

### Analisis Tiga Level Representasi Kimia pada Materi Larutan Penyangga dalam Buku Ajar Kimia Sma Semester Ganjil

#### **Kimia Untuk SMA/MA Kelas XI Kelompok Peminatan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

Pengarang: Unggul Sudarmo dan Nanik Mitayani

Penerbit: Erlangga

Tahun terbit: 2016

**Makroskopis:** Pada buku ajar ini terdapat percobaan pembuatan larutan penyangga asam dengan cara mencampurkan larutan asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) dan larutan natrium asetat ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ ) dan pembuatan larutan penyangga basa dengan cara mencampurkan larutan amonium hidroksida ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) dan amonium klorida ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ). Pada percobaan tersebut, siswa dapat mengamati larutan penyangga asam dan larutan penyangga basa namun belum dapat membedakan antara larutan penyangga dan larutan bukan penyangga.

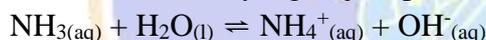
**Submikroskopis:** Belum dijelaskan dan digambarkan komponen-komponen penyusun larutan penyangga asam dan larutan penyangga basa.

**Simbolik:** Pada buku ajar terdapat beberapa persamaan sebagai berikut.

1. Persamaan reaksi yang terjadi pada larutan penyangga asam:



2. Persamaan reaksi yang terjadi pada larutan penyangga basa:



3. Rumus perhitungan pH larutan penyangga asam dan larutan penyangga basa. Dari pernyataan di atas, sudah dijelaskan level simbolik melalui persamaan reaksi kimia dan rumus perhitungan pH larutan penyangga asam dan larutan penyangga basa.

#### **Buku Siswa Kimia Untuk SMA/MA Kelas XI Kelompok Peminatan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

Pengarang: Nurhalimah Umiyati

Penerbit: CV Mediatama

Tahun terbit: 2016

**Makroskopis:** Pada buku ajar terdapat percobaan membuktikan prinsip larutan penyangga dan bukan penyangga pada penambahan sedikit asam, basa, atau pengenceran. Berdasarkan percobaan tersebut, dapat diamati secara kasat mata larutan penyangga asam dan larutan penyangga basa serta dapat diamati pH pada penambahan sedikit asam, basa, maupun pengenceran pada larutan penyangga asam dan larutan penyangga basa.

**Submikroskopis:** Pada buku ajar sudah dijelaskan mengenai komponen penyusun larutan penyangga asam dan larutan penyangga basa.

1. Komponen-komponen larutan penyangga asam (larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  + larutan  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ) komponen penyangganya adalah  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dan  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ .

2. Komponen larutan penyangga basa (larutan  $\text{NH}_3$  + larutan  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) komponen penyangganya adalah  $\text{NH}_3$  dan  $\text{NH}_4^+$ .

Pada pernyataan diatas sudah dijelaskan level submikroskopis pada komponen penyusun larutan penyangga asam maupun basa, namun belum digambarkan secara molekuler komponen-komponen penyusunnya sehingga kurang menarik untuk dibaca.

**Simbolik:** Pada buku ajar terdapat persamaan reaksi dan rumus perhitungan pH pada larutan penyangga asam dan larutan penyangga basa. Sehingga pada buku ajar sudah disajikan level simbolik pada buku kimia.

**Buku Siswa Kimia Untuk SMA/MA Kelas XI Peminatan Matematika dan Ilmu-ilmu Alam Kurikulum 2013**

Pengarang: Erfan Priyambodo, dkk.

Penerbit: Intan Pariwara

Tahun terbit: 2016

Buku ajar ini berisi uraian materi tentang jenis larutan penyangga, sifat larutan penyangga, perhitungan pH larutan penyangga dan manfaat larutan penyangga. Analisis tiga level representasi kimia pada buku ajar ini sebagai berikut.

**Level makroskopis:** Pada buku ajar terdapat percobaan membedakan larutan penyangga dan bukan penyangga. Dari percobaan ini, dapat diamati secara kasat mata larutan penyangga asam dan larutan penyangga basa serta dapat diamati pH pada penambahan sedikit asam, basa, maupun pengenceran pada larutan penyangga asam dan larutan penyangga basa.

**Submikroskopis:** Pada level submikroskopis belum dijelaskan mengenai komponen-komponen yang terdapat dalam larutan penyangga serta prinsip kerja larutan penyangga. Selain itu, pada buku ajar ini belum digambarkan level submikroskopis penyusun larutan penyangga

**Simbolik:** Buku ajar ini sudah terdapat persamaan reaksi dan rumus perhitungan pH pada larutan penyangga asam dan larutan penyangga basa. Pada level simbolik, sudah dijelaskan pada buku ajar ini.

**Buku Siswa Kimia 2 Untuk SMA/MA Kelas XI Peminatan Matematika dan Ilmu-ilmu Alam Edisi Revisi**

Pengarang: Haris Watoni, dkk.

Penerbit: Yrama Widya

Tahun terbit: 2016

Buku ajar ini berisi uraian materi tentang komponen larutan penyangga, sifat larutan penyangga, prinsip kerja larutan penyangga, perhitungan pH larutan penyangga dan manfaat larutan penyangga. Analisis tiga level representasi kimia pada buku ajar ini sebagai berikut.

**Level makroskopis:** Pada buku ajar terdapat percobaan membuat larutan penyangga dan mempelajari sifat larutan penyangga. Dari percobaan ini, dapat diamati secara kasat mata larutan penyangga asam dan larutan penyangga basa

serta dapat diamati pH pada penambahan sedikit asam, basa, maupun pengenceran pada larutan penyangga asam dan larutan penyangga basa.

**Submikroskopis:** Level submikroskopis pada buku ajar dijelaskan pada prinsip kerja larutan penyangga asam saat ditambahkan sedikit asam dan sedikit basa yang digambarkan melalui model penggambaran penambahan asam maupun basa dan reaksi yang terjadi pada sistem larutan penyangga, namun gambar yang disajikan tidak sesuai dengan bentuk molekul dan hanya menggunakan model seperti lingkaran dan persegi panjang sehingga kurang tepat.

**Simbolik:** Buku ajar ini sudah terdapat persamaan reaksi dan rumus perhitungan pH pada larutan penyangga asam dan larutan penyangga basa. Pada level simbolik, sudah dijelaskan pada buku ajar ini.

### **Buku Siswa Kimia Berbasis Eksperimen 2 untuk SMA/MA Kelas XI Peminatan Matematika dan Ilmu-ilmu Alam**

Pengarang: Sentot Budi Rahardjo dan Ispriyanto.

Penerbit: PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri

Tahun terbit: 2016

Buku ajar ini berisi uraian materi tentang komponen larutan penyangga, sifat larutan penyangga, prinsip kerja larutan penyangga, perhitungan pH larutan penyangga dan manfaat larutan penyangga. Analisis tiga level representasi kimia pada buku ajar ini sebagai berikut.

**Level makroskopis:** Pada buku ajar terdapat percobaan membuat larutan penyangga dengan pH tertentu, dari dapat diamati secara kasat mata larutan penyangga asam dan larutan penyangga basa serta dapat diamati pH pada larutan penyangga. Pada buku ajar ini sudah ditampilkan level makroskopis representasi kimia, namun siswa belum dapat mengamati sifat-sifat larutan penyangga secara kasat mata.

**Submikroskopis:** Level submikroskopis pada buku ajar dijelaskan pada prinsip kerja larutan penyangga asam saat ditambahkan sedikit asam dan sedikit basa. Prinsip kerja larutan penyangga yang ditampilkan pada buku ajar ini dijelaskan melalui persamaan reaksi yang terjadi, namun belum digambarkan komponen-komponen yang terdapat pada larutan penyangga asam dan larutan penyangga basa.

**Simbolik:** Buku ajar ini sudah terdapat persamaan reaksi dan rumus perhitungan pH pada larutan penyangga asam dan larutan penyangga basa. Pada level simbolik, sudah dijelaskan pada buku ajar ini.

## Lampiran 02. Angket Analisis Kebutuhan Guru

### ANGKET ANALISIS KEBUTUHAN UNTUK GURU PENGEMBANGAN BUKU AJAR BERBASIS TIGA LEVEL REPRESENTASI KIMIA PADA MATERI LARUTAN PENYANGGA

#### A. IDENTITAS PENELITI

Nama : Ni Putu Darma Yanti

Jurusan/Prodi : Kimia/Pendidikan Kimia

#### B. KETERANGAN ANGKET

Angket ini dimaksudkan untuk memperoleh data yang akan digunakan dalam pengembangan buku ajar untuk kelas XI berbasis tiga level representasi kimia pada materi larutan penyangga.

#### C. PETUNJUK ANGKET

1. Sebelum Bapak/Ibu Guru menjawab pertanyaan yang telah disiapkan, terlebih dahulu mohon mengisi daftar identitas yang telah disediakan.
2. Bacalah dengan teliti sebelum Bapak/Ibu mengisi angket ini.
3. Pilihlah jawaban sesuai pendapat Bapak/Ibu pada tempat yang telah disediakan.
4. Isilah angket ini dengan apa adanya karena jawaban Bapak/Ibu akan membantu penulis dalam pengembangan buku ajar berbasis tiga level representasi kimia.

#### D. IDENTITAS GURU

Nama :

Mengajar di kelas :

Lama Mengajar :

No. HP :

#### E. PENGANTAR

Materi yang diajarkan dalam ilmu kimia sebagian bersifat kasat mata dan sebagian lagi bersifat abstrak. Alfatie (2009) menyatakan bahwa konsep kimia yang abstrak menyebabkan siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi kimia

dan meng gambarkannya ke dalam bentuk konkret. Konsep-konsep abstrak seharusnya disampaikan dengan pendekatan yang dapat menghubungkannya dengan kondisi nyata sehingga lebih mudah dipahami siswa. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk menerangkan konsep abstrak adalah representasi kimia (Puspa, 2017).

Konsep-konsep kimia dapat dijelaskan dengan representasi tiga level, yaitu representasi level makroskopis (sifat-sifat zat), level submikroskopis (partikel materi yang bersifat abstrak), dan level simbolis (rumus kimia, persamaan reaksi, persamaan matematika, dll). Penggunaan ketiga representasi kimia dalam proses pembelajaran sangat membantu siswa dalam memahami konsep-konsep kimia yang sebagian besar bersifat abstrak (Johnstone, 1991). Salah satu materi yang bersifat abstrak adalah larutan penyangga. Pada larutan penyangga level makroskopis dapat direpresentasikan dengan pengamatan pH larutan penyangga, level submikroskopis dapat direpresentasikan dengan komponen-komponen penyusun larutan penyangga, dan level simbolik dapat direpresentasikan dengan persamaan reaksi dan rumus-rumus kimia. Untuk membangun interkoneksi di antara ketiga level kimia tersebut dapat dilakukan dengan penggunaan buku ajar yang memuat ketiga level representasi kimia tersebut. Mengingat buku-buku ajar kimia yang tersedia di sekolah belum memuat ketiga level representasi maka perlu dilakukan pengembangan buku ajar berbasis representasi kimia, termasuk di antaranya untuk materi larutan penyangga.

#### **F. DAFTAR PERTANYAAN**

1. Apakah buku ajar penting dalam pembelajaran kimia di sekolah?
  - Ya
  - Tidak

Berikan alasan Bapak/Ibu

2. Apakah Bapak/Ibu menyarankan siswa untuk menggunakan buku ajar tertentu dalam pembelajaran kimia?
  - Ya
  - Tidak

Berikan alasan Bapak/Ibu

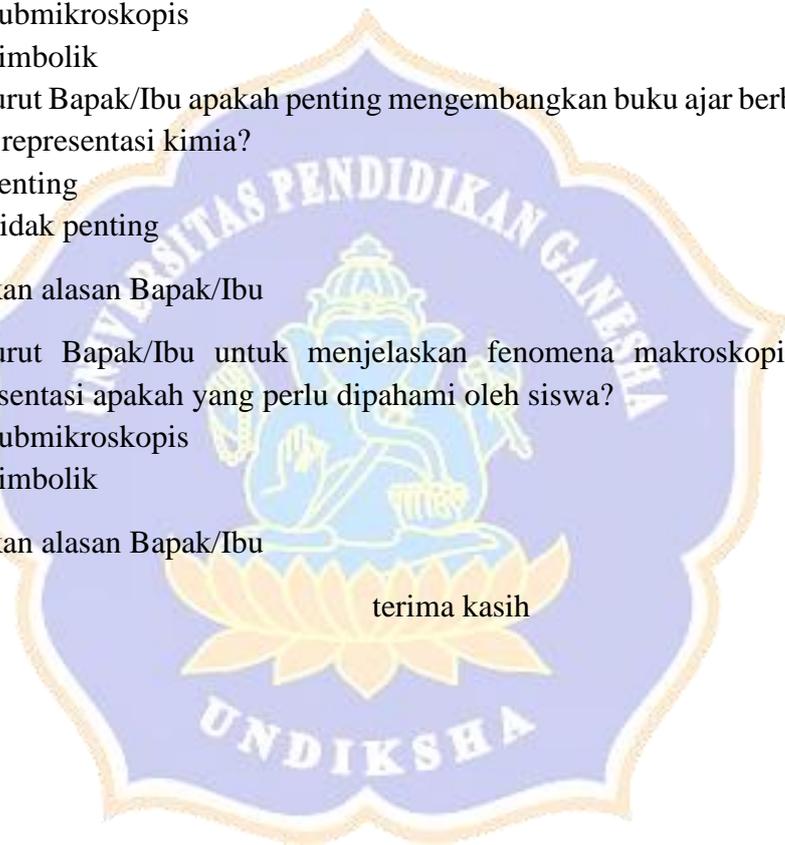
3. Apakah buku yang digunakan di sekolah sudah sesuai dengan tuntutan kurikulum 2013?
  - Ya
  - Tidak
4. Apakah buku ajar yang digunakan siswa saat ini sudah mencakup ketiga level kimia secara utuh?
  - Sudah
  - Belum
5. Jika pertanyaan nomor 4 jawabannya belum, representasi pada level apakah yang paling jarang digunakan dalam buku tersebut?
  - Makroskopis
  - Submikroskopis
  - Simbolik
6. Menurut Bapak/Ibu apakah penting mengembangkan buku ajar berbasis tiga level representasi kimia?
  - Penting
  - Tidak penting

Berikan alasan Bapak/Ibu

7. Menurut Bapak/Ibu untuk menjelaskan fenomena makroskopis kimia, representasi apakah yang perlu dipahami oleh siswa?
  - Submikroskopis
  - Simbolik

Berikan alasan Bapak/Ibu

terima kasih



### Lampiran 03. Angket analisis kebutuhan siswa

## ANGKET ANALISIS KEBUTUHAN UNTUK SISWA PENGEMBANGAN BUKU AJAR BERBASIS TIGA LEVEL REPRESENTASI KIMIA PADA MATERI LARUTAN PENYANGGA

### G. IDENTITAS PENELITI

Nama : Ni Putu Darma Yanti

Jurusan/Prodi : Kimia/Pendidikan Kimia

### H. KETERANGAN ANGKET

Angket ini dimaksudkan untuk memperoleh data yang akan digunakan dalam pengembangan buku ajar untuk kelas XI berbasis tiga level representasi kimia pada materi larutan penyangga.

### I. PETUNJUK ANGKET

5. Sebelum Anda menjawab daftar pertanyaan, terlebih dahulu isi daftar identitas yang telah disediakan.
6. Baca dengan baik setiap pertanyaan sebelum Anda mengisi jawaban.
7. Pilihlah jawaban sesuai pendapat Anda pada tempat yang telah disediakan.

### J. IDENTITAS SISWA

Nama :

Kelas :

### K. PENGANTAR

Materi yang diajarkan dalam ilmu kimia sebagian bersifat kasat mata dan sebagian lagi bersifat abstrak. Alfatie (2009) menyatakan bahwa konsep kimia yang abstrak menyebabkan siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi kimia dan menggambarannya ke dalam bentuk konkret. Konsep-konsep abstrak seharusnya disampaikan dengan pendekatan yang dapat menghubungkannya dengan kondisi nyata sehingga lebih mudah dipahami siswa. Salah satu pendekatan

yang dapat digunakan untuk menerangkan konsep abstrak adalah representasi kimia (Puspa, 2017).

Konsep-konsep kimia dapat dijelaskan dengan representasi tiga level, yaitu representasi level makroskopis (sifat-sifat zat), level submikroskopis (partikel materi yang bersifat abstrak), dan level simbolis (rumus kimia, persamaan reaksi, persamaan matematika, dll). Penggunaan ketiga representasi kimia dalam proses pembelajaran sangat membantu siswa dalam memahami konsep-konsep kimia yang sebagian besar bersifat abstrak (Johnstone, 1991). Untuk membangun interkoneksi di antara ketiga level kimia tersebut dapat dilakukan dengan penggunaan buku ajar yang memuat ketiga level representasi kimia tersebut. Mengingat buku-buku ajar kimia yang tersedia di sekolah belum memuat ketiga level representasi maka perlu dilakukan pengembangan buku ajar berbasis representasi kimia, termasuk di antaranya untuk materi larutan penyangga.

#### L. DAFTAR PERTANYAAN

1. Apakah buku kimia penting untuk digunakan dalam pembelajaran kimia di kelas?
  - Ya
  - Tidak
2. Apakah Anda menggunakan buku yang disarankan oleh guru dalam belajar kimia di rumah dan di sekolah?
  - Ya
  - Tidak

Jika Ya, sebutkan

3. Apakah Anda menggunakan buku kimia selain yang diberikan/disarankan oleh sekolah?
  - o Ya
  - o Tidak

Jika Ya, sebutkan

4. Apakah buku kimia yang Anda miliki sudah membantu anda dalam memahami pelajaran kimia?
  - o Sudah
  - o Belum
  - o Tidak memiliki buku kimia

Berikan alasan anda

5. Apakah buku kimia yang digunakan di sekolah sudah memuat level makroskopis, submikroskopis, dan simbolik secara utuh?
  - Sudah
  - Belum
6. Jika jawaban soal nomor 5 sudah, bagaimana urutan penyampaiannya dalam buku tersebut?
  - Dari level makroskopis ke submikroskopis, kemudian simbolik.
  - Dari level makroskopis ke simbolik, kemudian submikroskopis.
  - Dari level simbolik ke submikroskopis, kemudian makroskopis.
7. Jika jawaban soal nomor 5 belum, representasi level manakah yang paling jarang disampaikan?
  - Makroskopis
  - Submikroskopis
  - Simbolik

-terima kasih-



## Lampiran 04. Angket Keterbacaan

### LEMBAR PENILAIAN KETERBACAAN

#### BUKU AJAR BERBASIS TIGA LEVEL REPRESENTASI KIMIA

Mata Pelajaran : Kimia  
Kelas/Semester : XI/2  
Materi Pelajaran : Larutan Penyangga

#### A. TUJUAN

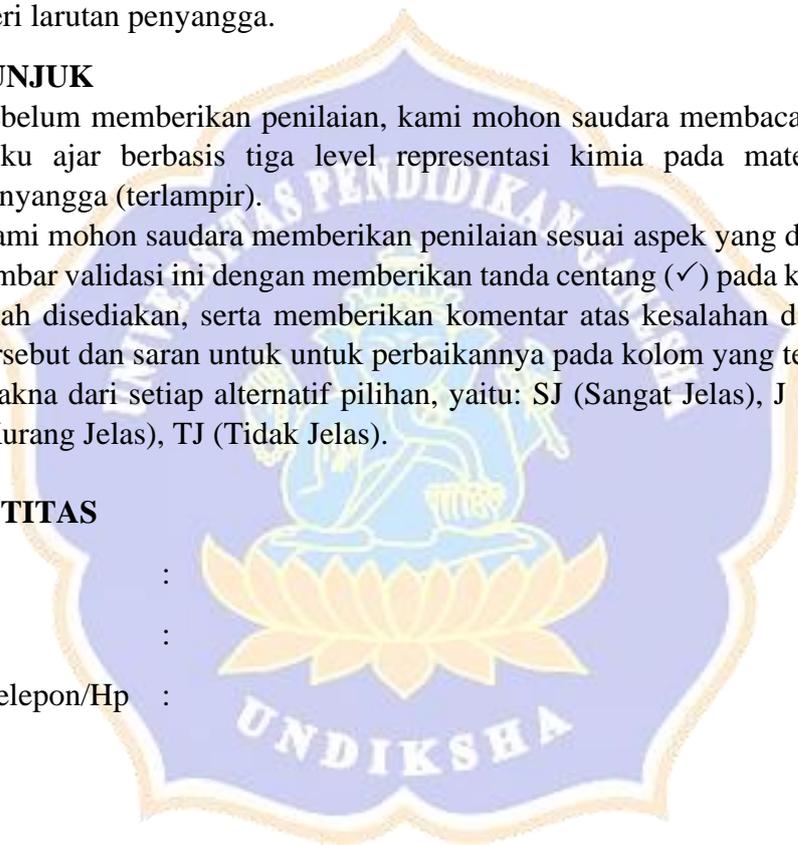
Mengukur keterbacaan bahasa buku ajar berbasis tiga level representasi kimia pada materi larutan penyangga.

#### B. PETUNJUK

1. Sebelum memberikan penilaian, kami mohon saudara membaca buku ajar berbasis tiga level representasi kimia pada materi larutan penyangga (terlampir).
2. Kami mohon saudara memberikan penilaian sesuai aspek yang dinilai pada lembar validasi ini dengan memberikan tanda centang (✓) pada kolom yang telah disediakan, serta memberikan komentar atas kesalahan dalam buku tersebut dan saran untuk diperbaikannya pada kolom yang tersedia.
3. Makna dari setiap alternatif pilihan, yaitu: SJ (Sangat Jelas), J (Jelas), KJ (Kurang Jelas), TJ (Tidak Jelas).

#### C. IDENTITAS

Nama :  
Kelas :  
No. Telepon/Hp :



#### D. PENILAIAN

No	Aspek Penilaian	Alternatif Pilihan			
		SJ	J	KJ	TJ
1.	Kejelasan penggunaan bahasa.				
2.	Kejelasan sistematika penyajian isi/materi.				
3.	Kesesuaian representasi konsep dengan materi yang disajikan.				
4.	Kecukupan contoh-contoh soal latihan pada buku.				
5.	Kesesuaian ukuran tata letak gambar, tabel, dan elemen lainnya.				
6.	Kejelasan isi dan fungsi tabel, gambar, dan informasi/data.				
7.	Kejelasan peta konsep dan rangkuman.				
8.	Penggunaan rumus dan simbol kimia konsisten antar bagian dalam buku.				
9.	Materi yang disajikan mudah dipahami.				



### Lampiran 05. Hasil Analisis Kebutuhan Guru

Kode Guru	Pertanyaan Ke-						
	1	2	3	4	5	6	7
G1	Ya	Ya	Ya	Sudah	-	Penting	Simbolik
G2	Ya	Ya	Ya	Sudah	-	Penting	Simbolik
G3	Ya	Ya	Ya	Belum	Submikroskopis	Penting	Submikroskopis
G4	Ya	Ya	Ya	Belum	Submikroskopis	Penting	Submikroskopis
G5	Ya	Ya	Ya	Belum	Submikroskopis	Penting	Submikroskopis



**Lampiran 06. Hasil Analisis Kebutuhan Siswa**

Kode Siswa	Pertanyaan Ke-						
	1	2	3	4	5	6	7
S1	Ya	Ya	Tidak	Belum	Belum	-	Simbolik
S2	Ya	Ya	Ya	Sudah	Belum	-	Submikroskopis
S3	Ya	Ya	Ya	Sudah	Sudah	Dari level makroskopis ke submikroskopis, kemudian simbolik	-
S4	Ya	Ya	Ya	Sudah	Sudah	Dari level makroskopis ke simbolik, kemudian submikroskopis	-
S5	Ya	Ya	Tidak	Belum	Belum	-	Submikroskopis
S6	Ya	Ya	Tidak	Sudah	Belum	-	Submikroskopis
S7	Ya	Ya	Tidak	Belum	Belum	-	Submikroskopis
S8	Ya	Ya	Ya	Sudah	Sudah	Dari level makroskopis ke submikroskopis, kemudian simbolik	-
S9	Ya	Ya	Ya	Belum	Belum	-	Submikroskopis
S10	Ya	Ya	Tidak	Sudah	Sudah	Dari level simbolik ke submikroskopis, kemudian makroskopis	-
S11	Ya	Ya	Ya	Sudah	Sudah	Dari level makroskopis ke submikroskopis, kemudian simbolik	-
S12	Ya	Ya	Tidak	Sudah	Sudah	Dari level simbolik ke submikroskopis, kemudian makroskopis	-
S13	Ya	Ya	Ya	Sudah	Belum	-	Submikroskopis
S14	Ya	Ya	Tidak	Sudah	Sudah	Dari level makroskopis ke submikroskopis, kemudian simbolik	-
S15	Ya	Ya	Ya	Belum	Belum	-	Submikroskopis
S16	Ya	Tidak	Tidak	Belum	Belum	-	Submikroskopis

S17	Ya	Ya	Ya	Sudah	Sudah	Dari level simbolik ke submikroskopis, kemudian makroskopis	-
S18	Ya	Ya	Ya	Belum	Belum	-	Submikroskopis
S19	Ya	Ya	Ya	Belum	Belum	-	Submikroskopis
S20	Ya	Ya	Ya	Belum	Belum	-	Submikroskopis
S21	Ya	Ya	Tidak	Tidak memiliki buku kimia	Belum	-	Submikroskopis
S22	Ya	Ya	Ya	Sudah	Belum	-	Submikroskopis
S23	Ya	Ya	Tidak	Tidak memiliki buku kimia	Belum	-	Submikroskopis
S24	Ya	Ya	Tidak	Tidak memiliki buku kimia	Belum	-	Submikroskopis
S25	Ya	Ya	Tidak	Tidak memiliki buku kimia	Belum	-	Submikroskopis
S26	Ya	Ya	Ya	Belum	Belum	-	Submikroskopis
S27	Ya	Ya	Tidak	Tidak memiliki buku kimia	Belum	-	Submikroskopis
S28	Ya	Ya	Ya	Belum	Belum	-	Submikroskopis
S29	Ya	Ya	Ya	Belum	Belum	-	Submikroskopis
S30	Ya	Ya	Tidak	Belum	Belum	-	Submikroskopis
S31	Ya	Ya	Ya	Belum	Belum	-	Submikroskopis

**Lampiran 07. Hasil Uji Keterbacaan Produk**

No	Aspek Penilaian	Penilaian															Jumlah	Rata-rata
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15		
1	Kejelasan penggunaan bahasa.	3	3	3	4	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	3	51	3.4
2	Kejelasan sistematika penyajian isi/materi.	3	3	3	4	4	3	4	3	4	3	4	3	3	4	4	52	3.46667
3	Kesesuaian representasi konsep dengan materi yang disajikan.	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3	52	3.46667
4	Kecukupan contoh-contoh soal latihan pada buku.	4	3	4	4	4	3	3	3	4	4	3	4	4	3	4	54	3.6
5	Kesesuaian ukuran tata letak gambar, tabel, dan	3	4	4	3	4	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	50	3.33333

	elemen lainnya.																	
6	Kejelasan isi dan fungsi tabel, gambar, dan informasi/data.	3	4	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	3	3	3	51	3.4
7	Kejelasan peta konsep dan rangkuman.	3	3	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	3	3	4	53	3.53333
8	Penggunaan rumus dan simbol kimia konsisten antar bagian dalam buku.	3	3	4	3	4	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	49	3.26667
9	Materi yang disajikan mudah dipahami.	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	4	3	49	3.26667
<b>Jumlah Rata-rata</b>																	30.7333	
<b>Rata-rata Akhir</b>																	3.41481	
<b>Kategori</b>																	<b>Jelas</b>	

## Lampiran 08. Hasil Validasi Bahasa

### LEMBAR PENILAIAN AHLI BAHASA

#### BUKU AJAR BERBASIS TIGA LEVEL REPRESENTASI KIMIA

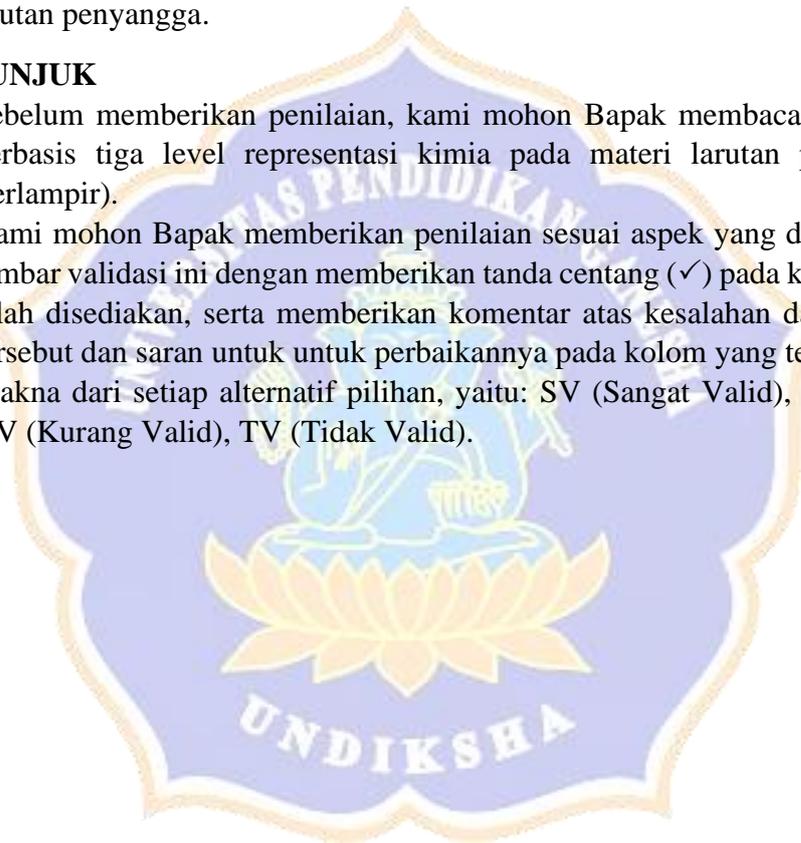
Mata Pelajaran : Kimia  
Kelas/Semester : XI/2  
Materi Pelajaran : Larutan Penyangga

#### E. TUJUAN

Mengukur validitas bahasa buku ajar berbasis tiga level representasi kimia pada materi larutan penyangga.

#### F. PETUNJUK

1. Sebelum memberikan penilaian, kami mohon Bapak membaca buku ajar berbasis tiga level representasi kimia pada materi larutan penyangga (terlampir).
2. Kami mohon Bapak memberikan penilaian sesuai aspek yang dinilai pada lembar validasi ini dengan memberikan tanda centang (✓) pada kolom yang telah disediakan, serta memberikan komentar atas kesalahan dalam buku tersebut dan saran untuk untuk perbaikannya pada kolom yang tersedia.
3. Makna dari setiap alternatif pilihan, yaitu: SV (Sangat Valid), V (Valid), KV (Kurang Valid), TV (Tidak Valid).



## G. PENILAIAN

Indikator Penilaian	No	Butir Penilaian	Alternatif Pilihan				Komentar
			SV	V	KV	TV	
A. Lugas	10.	Menggunakan kalimat efektif.					
	11.	Menggunakan istilah dan kata-kata baku.					<ul style="list-style-type: none"> <li>- “Anda” dalam kalimat, huruf besar</li> <li>- Kata yang dipotong/ tata letak</li> </ul>
	12.	Memotivasi siswa untuk membaca secara tuntas.					
B. Komunikatif	13.	Menggunakan bahasa yang mudah dipahami.					
	14.	Kalimat yang digunakan mewakili isi pesan atau informasi yang hendak disampaikan.					

Indikator Penilaian	No	Butir Penilaian	Alternatif Pilihan				Komentar
			SV	V	KV	TV	
C. Kesesuaian dengan perkembangan peserta didik	15.	Bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif peserta didik.					
	16.	Bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat kematangan emosional peserta didik.					
D. Kesesuaian dengan kaidah bahasa.	17.	Kalimat yang digunakan mengacu pada kaidah tata Bahasa Indonesia.					
	18.	Istilah yang digunakan sesuai dengan Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI).					
	19.	Ejaan yang digunakan mengacu pada PUEBI (Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia)					<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pemotongan kata</li> <li>- Tata tulis</li> </ul>

Indikator Penilaian	No	Butir Penilaian	Alternatif Pilihan				Komentar
			SV	V	KV	TV	
E. Penggunaan istilah, simbol atau rumus.	20.	Istilah yang digunakan konsisten.					Ada istilah belum ada di glosarium
	21.	Simbol yang digunakan konsisten.					
	22.	Rumus yang digunakan konsisten.					Ada font yang tidak sesuai dengan jenis font secara keseluruhan.

Kami berharap Bapak berkenan memberikan saran secara keseluruhan berkaitan dengan aspek kebahasaan buku ini pada kolom yang tersedia. Atas kesediaan Bapak, kami ucapkan terima kasih.

**Komentar:**

1. Secara keseluruhan sudah baik
2. Tata tulis
3. Kata sambung jika....., maka
4. -nya, dan akan perlu dikoreksi
5. Ada font yang tidak sama dengan tulisan keseluruhan

## Kesimpulan

Buku ini dinyatakan \*): 1. Layak diujicobakan tanpa revisi.  
②. Layak diujicobakan dengan revisi.  
3. Tidak layak diujicobakan.

\*) : lingkari salah satu



Singajara, 15/8-2021

Validator

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Dr. I Nyoman Tika', is written over the printed name. The signature is stylized and includes a large, sweeping flourish.

Dr. I Nyoman Tika, M.Si.

NIP 196312311989031026

## Lampiran 09. Hasil Validasi Isi

### LEMBAR PENILAIAN AHLI MATERI

#### BUKU AJAR BERBASIS TIGA LEVEL REPRESENTASI KIMIA

Mata Pelajaran : Kimia  
Kelas/Semester : XI/2  
Materi Pelajaran : Larutan Penyangga

#### H. TUJUAN

Mengukur validitas isi/konten dan penyajian buku ajar berbasis tiga level representasi kimia pada materi larutan penyangga.

#### I. PETUNJUK

4. Sebelum memberikan penilaian, kami mohon Bapak membaca buku ajar berbasis tiga level representasi kimia pada materi larutan penyangga (terlampir).
5. Kami mohon Bapak memberikan penilaian sesuai aspek yang dinilai pada lembar validasi ini dengan memberikan tanda centang (✓) pada kolom yang telah disediakan, serta memberikan komentar atas kesalahan dalam buku tersebut dan saran untuk diperbaikannya pada kolom yang tersedia.
6. Makna dari setiap alternatif pilihan, yaitu: SV (Sangat Valid), V (Valid), KV (Kurang Valid), TV (Tidak Valid).



**J. PENILAIAN**

Indikator Penilaian	No	Butir Penilaian	Alternatif Pilihan				Komentar
			SV	V	KV	TV	
F. Kesesuaian Materi dengan KD	23.	Kelengkapan materi	√				
	24.	Keluasan materi	√				
	25.	Kedalaman materi	√				
G. Keakuratan Materi	26.	Keakuratan konsep dan definisi	√				

	27.	Keakuratan data faktual, konseptual dan prosedural	√				
	28.	Keakuratan contoh-contoh dan ilustrasi		√			
	29.	Keakuratan gambar dan diagram	√				
	30.	Keakuratan istilah-istilah kimia yang digunakan	√				
	31.	Keakuratan notasi, simbol, dan rumus kimia yang digunakan		√			

	32.	Keakuratan sumber informasi yang digunakan		√			
H. Kemuktahiran materi	33.	Kesesuaian materi dengan perkembangan ilmu kimia	√				
	34.	Kemuktahiran pustaka		√			
I. Mendorong keingintahuan	35.	Mendorong keinginan untuk bertanya	√				
	36.	Mendorong keinginan untuk melakukan praktikum kimia		√			

**Kelayakan Penyajian Buku Ajar**

J. Teknik Penyajian	37.	Konsistensi sistematika sajian materi	√				
	38.	Keruntutan konsep (dari sederhana ke kompleks, dari nyata ke abstrak)	√				
	39.	Kemudahan materi untuk dipahami	√				
	40.	Urutan penyajian memperhatikan hirerarki konsep	√				
K. Pendukung Penyajian	41.	Pengantar	√				

	42.	Gambar/tabel membantu memudahkan memahami materi		√			
	43.	Soal latihan akhir bab	√				
	44.	Glosarium	√				
	45.	Daftar pustaka		√			
	46.	Rangkuman	√				

Kami berharap Bapak berkenan memberikan saran secara keseluruhan berkaitan dengan aspek isi/konten buku ini pada kolom yang tersedia. Atas kesediaan Bapak, kami ucapkan terima kasih.

**Komentar:**

Pada gambar: Ion asetat, bukan ion natrium asetat

Gunakan satu saja (penyangga, seperti pada judul buku ajar ini), lihat pada halaman 8.

Cermati pemisahan kata

Lainnya, lihat pada Buku Ajar

### **Kesimpulan,**

buku 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, 23 Agustus 2021  
Validator

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

## Lampiran 10. Hasil Validasi Media

### LEMBAR PENILAIAN AHLI MEDIA

#### BUKU AJAR BERBASIS TIGA LEVEL REPRESENTASI KIMIA

Mata Pelajaran : Kimia  
Kelas/Semester : XI/2  
Materi Pelajaran : Larutan Penyangga

#### K. TUJUAN

Mengukur validitas media buku ajar berbasis tiga level representasi kimia pada materi larutan penyangga.

#### L. PETUNJUK

1. Sebelum memberikan penilaian, kami mohon Bapak membaca buku ajar berbasis tiga level representasi kimia pada materi larutan penyangga (terlampir).
2. Kami mohon Bapak memberikan penilaian sesuai aspek yang dinilai pada lembar validasi ini dengan memberikan tanda centang (✓) pada kolom yang telah disediakan, serta memberikan komentar atas kesalahan dalam buku tersebut dan saran untuk diperbaikannya pada kolom yang tersedia.
3. Makna dari setiap alternatif pilihan, yaitu: SV (Sangat Valid), V (Valid), KV (Kurang Valid), TV (Tidak Valid).



**M. PENILAIAN**

Indikator Penilaian	No	Butir Penilaian	Alternatif Pilihan				Komentar
			SV	V	KV	TV	
L. Ukuran Buku Ajar	47.	Kesesuaian ukuran buku ajar dengan standar ISO.	✓				
	48.	Kesesuaian ukuran buku dengan materi isi buku ajar.	✓				
M. Desain Sampul Buku Ajar	49.	Desain <i>cover</i> dibuat menarik	✓				
	50.	Huruf yang digunakan dalam <i>cover</i> menarik dan mudah dibaca.		✓			Huruf pada cover perlu dipertegas
	51.	Ilustrasi <i>cover</i> menggambarkan isi/materi buku ajar.	✓				

	52.	Ukuran huruf judul buku ajar lebih dominan dan proporsional dibandingkan ukuran huruf lainnya.	✓				
N. Desain Isi Buku Ajar	53.	Penempatan judul, sub judul, ilustrasi dan keterangan gambar tidak mengganggu pemahaman.	✓				
	54.	<i>Font</i> , ukuran dan warna huruf yang digunakan menarik.	✓				Beberapa huruf dan latar perlu lebih dikontraskan
	55.	Penggunaan variasi huruf tidak berlebihan.	✓				
	56.	Ilustrasi (gambar, diagram, tabel, dan lain-lain) sesuai dengan isi teks.	✓				
	57.	Spasi antara teks dan ilustrasi yang digunakan proporsional.	✓				

	58.	Ukuran gambar yang disajikan proporsional.		✓			
	59.	Tata letak gambar atau tabel yang disajikan proporsional.		✓			
	60.	Gambar atau tabel yang disajikan menarik.		✓			

Kami berharap Bapak berkenan memberikan saran secara keseluruhan berkaitan dengan aspek media buku ini pada kolom yang tersedia. Atas kesediaan Bapak, kami ucapkan terima kasih.

**Komentar:**

1. Nama Penyusun diletakkan di bawah judul.
2. Teks judul di-bold atau ditegaskan lagi warnanya agar lebih jelas.
3. Teks dan latar subjudul Contoh Soal 1 dst. kurang kontras karena teks dan latar sama-sama warna gelap. Jika teks warna gelap, maka latarnya warna terang dan sebaliknya.
4. Secara umum buku ajar sangat menarik tampilannya.

**Kesimpulan,**

buku 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*



Singajara,

Validator

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized 'O' followed by a series of loops and a final vertical stroke.

Dr. I Made Tegeh, S.Pd., M.Pd.

NIP 197108152001121001

## Lampiran 11. Lembar Validasi Bahasa

### LEMBAR PENILAIAN AHLI BAHASA

#### BUKU AJAR BERBASIS TIGA LEVEL REPRESENTASI KIMIA

Mata Pelajaran : Kimia  
Kelas/Semester : XI/2  
Materi Pelajaran : Larutan Penyangga

#### N. TUJUAN

Mengukur validitas bahasa buku ajar berbasis tiga level representasi kimia pada materi larutan penyangga.

#### O. PETUNJUK

7. Sebelum memberikan penilaian, kami mohon Bapak membaca buku ajar berbasis tiga level representasi kimia pada materi larutan penyangga (terlampir).
8. Kami mohon Bapak memberikan penilaian sesuai aspek yang dinilai pada lembar validasi ini dengan memberikan tanda centang (✓) pada kolom yang telah disediakan, serta memberikan komentar atas kesalahan dalam buku tersebut dan saran untuk diperbaikannya pada kolom yang tersedia.
9. Makna dari setiap alternatif pilihan, yaitu: SV (Sangat Valid), V (Valid), KV (Kurang Valid), TV (Tidak Valid).



**P. PENILAIAN**

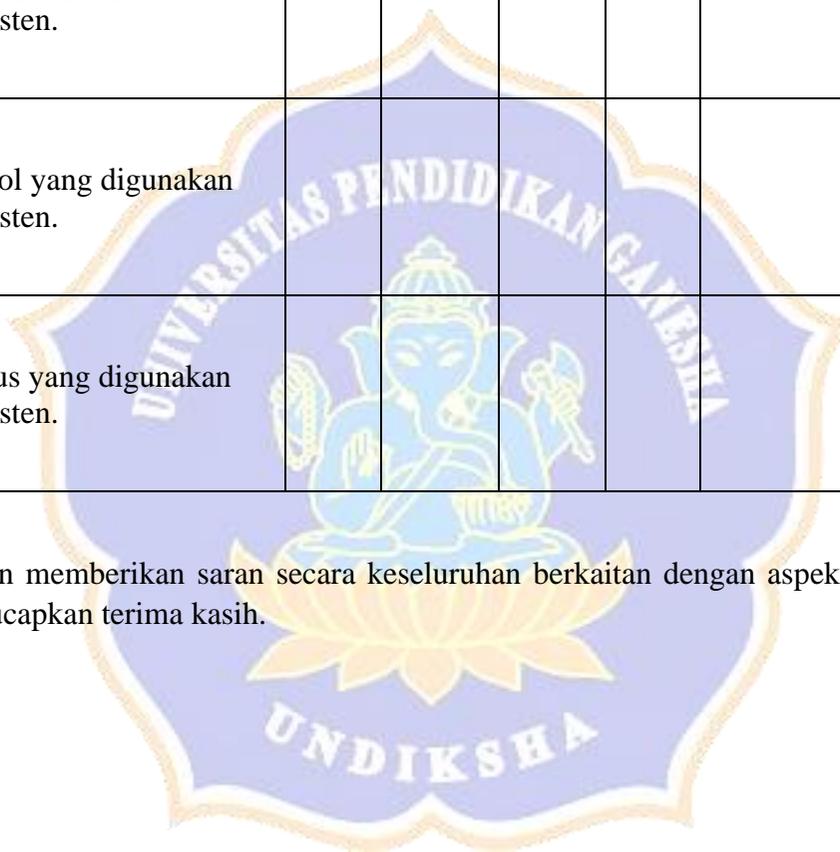
Indikator Penilaian	No	Butir Penilaian	Alternatif Pilihan				Komentar
			SV	V	KV	TV	
O. Lugas	61.	Menggunakan kalimat efektif.					
	62.	Menggunakan istilah dan kata-kata baku.					
	63.	Memotivasi siswa untuk membaca secara tuntas.					
P. Komunikatif	64.	Menggunakan bahasa yang mudah dipahami.					
	65.	Kalimat yang digunakan mewakili isi pesan atau informasi yang hendak disampaikan.					

Indikator Penilaian	No	Butir Penilaian	Alternatif Pilihan				Komentar
			SV	V	KV	TV	
Q. Kesesuaian dengan perkembangan peserta didik	66.	Bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif peserta didik.					
	67.	Bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat kematangan emosional peserta didik.					
R. Kesesuaian dengan kaidah bahasa.	68.	Kalimat yang digunakan mengacu pada kaidah tata Bahasa Indonesia.					
	69.	Istilah yang digunakan sesuai dengan Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI).					
	70.	Ejaan yang digunakan mengacu pada PUEBI (Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia)					

Indikator Penilaian	No	Butir Penilaian	Alternatif Pilihan				Komentar
			SV	V	KV	TV	
S. Penggunaan istilah, simbol atau rumus.	71.	Istilah yang digunakan konsisten.					
	72.	Simbol yang digunakan konsisten.					
	73.	Rumus yang digunakan konsisten.					

Kami berharap Bapak berkenan memberikan saran secara keseluruhan berkaitan dengan aspek kebahasaan buku ini pada kolom yang tersedia. Atas kesediaan Bapak, kami ucapkan terima kasih.

**Komentar:**



## Kesimpulan

Buku ini dinyatakan \*): 1. Layak diujicobakan tanpa revisi.  
2. Layak diujicobakan dengan revisi.  
3. Tidak layak diujicobakan.

\*) : lingkari salah satu



Singajara,

Validator

Dr. I Nyoman Tika, M.Si.

NIP 196312311989031026

## Lampiran 12. Lembar Validasi Isi

### LEMBAR PENILAIAN AHLI MATERI

#### BUKU AJAR BERBASIS TIGA LEVEL REPRESENTASI KIMIA

Mata Pelajaran : Kimia  
Kelas/Semester : XI/2  
Materi Pelajaran : Larutan Penyangga

#### Q. TUJUAN

Mengukur validitas isi/konten dan penyajian buku ajar berbasis tiga level representasi kimia pada materi larutan penyangga.

#### R. PETUNJUK

10. Sebelum memberikan penilaian, kami mohon Bapak membaca buku ajar berbasis tiga level representasi kimia pada materi larutan penyangga (terlampir).
11. Kami mohon Bapak memberikan penilaian sesuai aspek yang dinilai pada lembar validasi ini dengan memberikan tanda centang (✓) pada kolom yang telah disediakan, serta memberikan komentar atas kesalahan dalam buku tersebut dan saran untuk diperbaikannya pada kolom yang tersedia.
12. Makna dari setiap alternatif pilihan , yaitu: SV (Sangat Valid), V (Valid), KV (Kurang Valid), TV (Tidak Valid).



**S. PENILAIAN**

Indikator Penilaian	No	Butir Penilaian	Alternatif Pilihan				Komentar
			SV	V	KV	TV	
T. Kesesuaian Materi dengan KD	74.	Kelengkapan materi					
	75.	Keluasan materi					
	76.	Kedalaman materi					
U. Keakuratan Materi	77.	Keakuratan konsep dan definisi					

	78.	Keakuratan data faktual, konseptual dan prosedural					
	79.	Keakuratan contoh-contoh dan ilustrasi					
	80.	Keakuratan gambar dan diagram					
	81.	Keakuratan istilah-istilah kimia yang digunakan					
	82.	Keakuratan notasi, simbol, dan rumus kimia yang digunakan					

	83.	Keakuratan sumber informasi yang digunakan					
V. Kemuktahiran materi	84.	Kesesuaian materi dengan perkembangan ilmu kimia					
	85.	Kemuktahiran pustaka					
W. Mendorong keingintahuan	86.	Mendorong keinginan untuk bertanya					
	87.	Mendorong keinginan untuk melakukan praktikum kimia					

Kelayakan Penyajian Buku Ajar						
X. Teknik Penyajian	88.	Konsistensi sistematika sajian materi				
	89.	Keruntutan konsep (dari sederhana ke kompleks, dari nyata ke abstrak)				
	90.	Kemudahan materi untuk dipahami				
	91.	Urutan penyajian memperhatikan hirerarki konsep				
Y. Pendukung Penyajian	92.	Pengantar				

	93.	Gambar/tabel membantu memudahkan memahami materi					
	94.	Soal latihan akhir bab					
	95.	Glosarium					
	96.	Daftar pustaka					
	97.	Rangkuman					

Kami berharap Bapak berkenan memberikan saran secara keseluruhan berkaitan dengan aspek isi/konten buku ini pada kolom yang tersedia. Atas kesediaan Bapak, kami ucapkan terima kasih.

**Komentar:**

**Kesimpulan,**

buku 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*



Singajara,

Validator

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

NIP 196801081994031004

## Lampiran 13. Lembar Validasi Media

### LEMBAR PENILAIAN AHLI MEDIA

#### BUKU AJAR BERBASIS TIGA LEVEL REPRESENTASI KIMIA

Mata Pelajaran : Kimia  
Kelas/Semester : XI/2  
Materi Pelajaran : Larutan Penyangga

#### T. TUJUAN

Mengukur validitas media buku ajar berbasis tiga level representasi kimia pada materi larutan penyangga.

#### U. PETUNJUK

4. Sebelum memberikan penilaian, kami mohon Bapak membaca buku ajar berbasis tiga level representasi kimia pada materi larutan penyangga (terlampir).
5. Kami mohon Bapak memberikan penilaian sesuai aspek yang dinilai pada lembar validasi ini dengan memberikan tanda centang (✓) pada kolom yang telah disediakan, serta memberikan komentar atas kesalahan dalam buku tersebut dan saran untuk diperbaikannya pada kolom yang tersedia.
6. Makna dari setiap alternatif pilihan, yaitu: SV (Sangat Valid), V (Valid), KV (Kurang Valid), TV (Tidak Valid).



## V. PENILAIAN

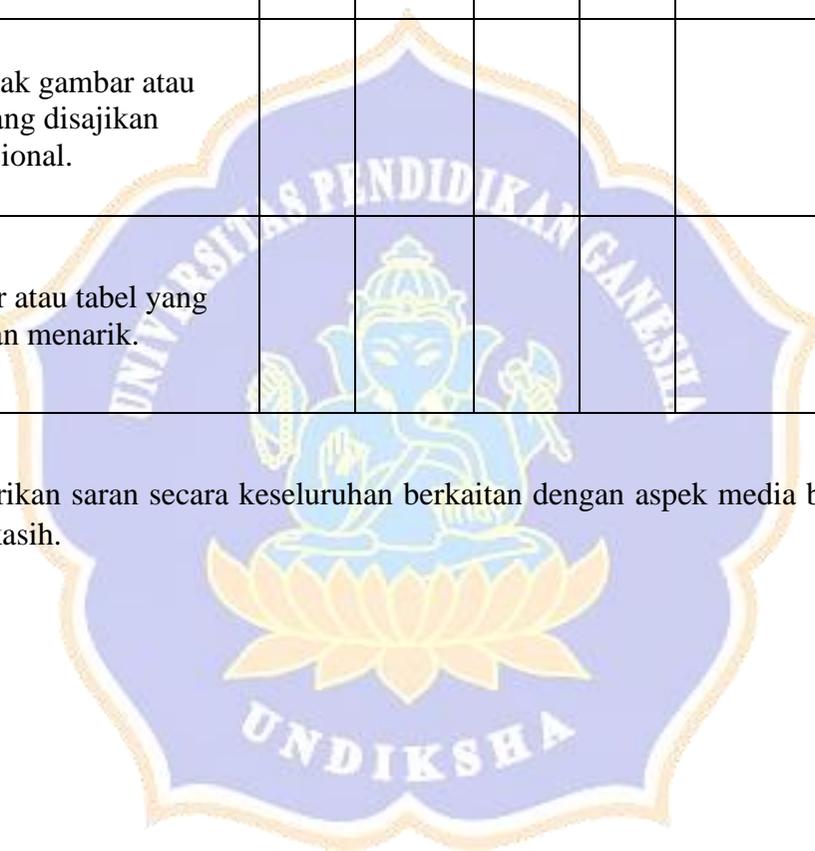
Indikator Penilaian	No	Butir Penilaian	Alternatif Pilihan				Komentar
			SV	V	KV	TV	
Z. Ukuran Buku Ajar	98.	Kesesuaian ukuran buku ajar dengan standar ISO.					
	99.	Kesesuaian ukuran buku dengan materi isi buku ajar.					
AA. Desain Sampul Buku Ajar	100.	Desain <i>cover</i> dibuat menarik					
	101.	Huruf yang digunakan dalam <i>cover</i> menarik dan mudah dibaca.					
	102.	Ilustrasi <i>cover</i> menggambarkan isi/materi buku ajar.					

	103.	Ukuran huruf judul buku ajar lebih dominan dan proporsional dibandingkan ukuran huruf lainnya.					
BB. Desain Isi Buku Ajar	104.	Penempatan judul, sub judul, ilustrasi dan keterangan gambar tidak mengganggu pemahaman.					
	105.	<i>Font</i> , ukuran dan warna huruf yang digunakan menarik.					
	106.	Penggunaan variasi huruf tidak berlebihan.					
	107.	Ilustrasi (gambar, diagram, tabel, dan lain-lain) sesuai dengan isi teks.					
	108.	Spasi antara teks dan ilustrasi yang digunakan proporsional.					

	109.	Ukuran gambar yang disajikan proporsional.					
	110.	Tata letak gambar atau tabel yang disajikan proporsional.					
	111.	Gambar atau tabel yang disajikan menarik.					

Kami berharap Bapak berkenan memberikan saran secara keseluruhan berkaitan dengan aspek media buku ini pada kolom yang tersedia. Atas kesediaan Bapak, kami ucapkan terima kasih.

**Komentar:**



**Kesimpulan,**

buku 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*



Singajara,

Validator

Dr. I Made Tegeh, S.Pd., M.Pd.

NIP 197108152001121001

**Lampiran 14. Surat keterangan melalukan penelitian**

ပိတောက်ပြည်နယ်  
PEMERINTAH PROVINSI BALI  
မိမိပိတောက်ပြည်နယ်  
DINAS PENDIDIKAN KEPEMUDAAN DAN OLARHAGA  
ပိတောက်ပြည်နယ်  
**SMA NEGERI 1 ABIANSEMAL**  
ပိတောက်ပြည်နယ်  
NPSN : 50101704  
ပိတောက်ပြည်နယ်  
Jln. Majapahit, Blahkiuh, Abiansemal, Badung (80352), Telepon (0361) 8311037  
Website: www.sman1abiansemal.sch.id

**SURAT KETERANGAN**  
Nomor : 070/1307/SMAN 1 Abs/2021

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : I Ketut Hariwirawan, S.Pd, M.Pd  
NIP : 19700305 2005011011  
Pangkat/ Golongan : Pembina Tk I, IV/b  
Jabatan : Kepala SMA Negeri 1 Abiansemal

Menerangkan bahwa Mahasiswa Universitas Pendidikan Ganesha di bawah ini:

Nama : Ni Putu Darma Yanti  
NIP : 1713031015  
Program Studi : Pendidikan Kimia

Telah melaksanakan penelitian di SMA N 1 Abiansemal dari tanggal 10 Mei sampai 31 Agustus 2021 yang didampingi oleh :

Nama : Ni Putu Eka Widyastari, S.Pd.  
NIP : 197411262006042029

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Bali, 2 September 2021

Kepala SMA Negeri 1 Abiansemal,  


I Ketut Hariwirawan, S.Pd, M.Pd  
NIP 19700305 200501 1 011

# BUKU AJAR KIMIA

## Larutan Penyangga

Berbasis Tiga Level Representasi Kimia

Penulis:

Ni Putu Darma Yanti



$\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-_{(aq)} + \text{H}^+_{(aq)}$   
 $\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-_{(aq)} + \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$   
 $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$   
 $\text{pH} = -\log K_a \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$   
 $\text{pH} = -\log K_a - \log \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$   
 $\text{pH} = -\text{p}K_a - \log \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$

Penyunting:

Dr. Drs. I Wayan Suja, M.Si.

Dr. I Ketut Sudiana, M. Kes.

Untuk SMA/MA

# XI



## PRAKATA

---

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Buku Ajar Larutan Penyangga Berbasis Tiga Level Representasi Kimia. Penyusunan buku ajar ini merupakan suatu bentuk nyata partisipasi penulis dalam meningkatkan pemahaman siswa terkait ilmu kimia yang sebagian bersifat abstrak dan membantu siswa dalam menggambarkan sifat yang abstrak tersebut ke dalam bentuk konkret.

Ilmu kimia merupakan cabang Ilmu Pengetahuan Alam yang mencari jawaban atas pertanyaan apa, mengapa, dan bagaimana gejala-gejala alam, khususnya berkaitan dengan komposisi, struktur, dan energi yang menyertai perubahan materi. Materi yang diajarkan dalam ilmu kimia sebagian bersifat kasat mata dan sebagian lagi bersifat abstrak. Larutan penyangga merupakan salah satu bahan kajian kimia yang sebagian materinya bersifat abstrak.

Buku ajar ini disusun dengan tujuan menyediakan materi pembelajaran kimia yang dapat dijadikan sumber belajar oleh siswa. Buku ini disusun secara sederhana dengan memperhatikan kurikulum yang berlaku. Dengan kesederhanaan itu diharapkan dapat membantu siswa dalam proses pembelajaran kimia di SMA/MA. terselesaikannya Buku Ajar Berbasis Tiga Level Representasi Kimia ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, untuk itu sudah sepantasnya penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu dalam penyusunan buku ini. Penulis menyadari bahwa buku ajar ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan. Semoga Buku Ajar Larutan Penyangga Berbasis Tiga Level Representasi Kimia ini dapat digunakan dengan baik dan dapat membantu siswa dalam memahami materi kimia.

Singaraja, Maret 2021

Penulis

## PENDAHULUAN

Buku Ajar Berbasis Tiga Level Representasi Kimia ini memiliki perbedaan dengan buku ajar kimia lainnya, yaitu secara khusus mengintegrasikan tiga level representasi kimia ke dalam materi kimia. Representasi adalah istilah yang digunakan untuk penyajian kembali (*re-present*). Representasi merupakan cara untuk menggambarkan suatu fenomena, objek, kejadian, konsep-konsep abstrak, mekanisme proses dan gagasan. Kajian kimia melibatkan tiga level representasi kimia yaitu level makroskopik, level submikroskopik dan level simbolik. Level makroskopik adalah fenomena kimia yang terlihat nyata menggunakan indra penglihatan. Level makroskopik memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengamati fenomena kimia melalui suatu percobaan atau eksperimen. Siswa dapat melihat perubahan kimia secara langsung dengan melakukan observasi. Level ini menjelaskan fenomena yang nyata dalam pengalaman sehari-hari.

Level submikroskopik merupakan level representasi yang bersifat abstrak. Level submikroskopik adalah level yang menjelaskan alasan fenomena kimia yang terjadi pada level makroskopik. Level submikroskopik terdiri atas tingkat partikulat yang tidak kasat mata. Molekul atau atom dijadikan sebagai visualisasi untuk menjelaskan suatu konsep yang diamati pada level makroskopik. Level submikroskopik membutuhkan visualisasi khusus seperti gambar atau ilustrasi animasi yang dapat menggambarkan suatu partikel, atom atau molekul.

Level simbolik terdiri atas berbagai jenis representasi gambar maupun aljabar. Level simbolik ini dapat menjelaskan persamaan reaksi dari hasil eksperimen. Level simbolik biasanya digunakan untuk menjelaskan reaksi kimia pada level makroskopik melalui persamaan kimia. Level simbolik dapat menjelaskan suatu konsep menggunakan berbagai macam representasi simbol-simbol kimia, rumus dan persamaan, diagram, model dan animasi komputer.

Tiga level representasi kimia sangat penting diterapkan dalam pembelajaran kimia mengingat sebagian ilmu kimia bersifat abstrak. Kehadiran Buku Ajar ini diharapkan mampu membantu siswa memahami materi kimia dan menggambarkannya ke dalam bentuk nyata. Penggunaan ketiga level representasi kimia dalam proses pembelajaran sangat membantu siswa dalam memahami konsep-konsep kimia yang sebagian besar bersifat abstrak.

Buku Ajar Berbasis Tiga Level Representasi Kimia ini disajikan dalam satu bab yang secara khusus membahas materi larutan penyangga dengan mengintegrasikan tiga level representasi kimia. Satu bab terdiri atas empat subbab sebagai berikut.

- Subbab 1: Pengertian Larutan Penyangga
- Subbab 2: Sifat-sifat Larutan Penyangga

- Subbab3:Jenis-jenisdanPrinsipKerjaLarutanPenyangga
- Subbab4:MenghitungpHLarutanPenyangga
- Subbab5:ManfaatLarutanPenyangga

Pada akhir bab disajikan latihan untuk menguji pemahaman siswa dalam memahami materi yang telah dipelajari. Buku Ajar Larutan Penyangga Berbasis Tiga Level Representasi Kimiainimasihjauhdarisempurnasehinggakritikdansen yang membangun dari pembaca sangat penulis harapkan untuk menyempurnakan buku ajar ini. Semoga buku ajar ini bermanfaat untuk pembelajaran kimia dan memudahkan siswa dalam memahami materilarutanpenyangga.



## DAFTAR ISI

PRAKATA.....	iii
PENDAHULUAN.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	7
DAFTAR TABEL.....	8
SISTEMATIKA PENYAJIAN BUKU AJAR.....	9
PETA KONSEP.....	2
A. Pengertian Larutan Penyangga.....	3
B. Komponen Larutan Penyangga.....	3
C. Sifat-sifat Larutan Penyangga.....	6
D. Kapasitas Larutan Penyangga.....	7
E. Prinsip Kerja Larutan Penyangga.....	8
F. Menghitung pH Larutan Penyangga.....	11
G. Manfaat Larutan Penyangga.....	21
RANGKUMAN.....	24
UJI KEMAMPUAN.....	26
GLOSARIUM.....	35
DAFTAR PUSTAKA.....	36
INDEKS.....	37



## DAFTAR ISI

<b>Gambar 1</b>	Sel darah merah.....	1
<b>Gambar 2</b>	Komponen-komponen larutan penyangga asam dilihat secara submikroskopik. ....	4
<b>Gambar 3</b>	Komponen-komponen larutan penyangga basa dilihat secara submikroskopik. ....	5
<b>Gambar 4</b>	Larutan penyangga dengan berbagai pH.....	7
<b>Gambar 5.</b>	Larutan penyangga asam yang memiliki pH 4,7 berwarna ungu. (b) larutan penyangga asam setelah ditambahkan sedikit HCl. (c) Larutan asam asetat memiliki pH 4,7 berwarna ungu. (d) larutan asam asetat yang sudah ditambahkan sedikit HCl berwarna kuning (semua lartan sudah ditetesi indikator bromophenol biru). ....	8
<b>Gambar 6</b>	Pengaruh penambahan asam pada larutan penyangga asam dilihat secara submikroskopik. ....	9
<b>Gambar 7</b>	Pengaruh Penambahan basa pada larutan penyangga asam dilihat secara submikroskopik.....	9
<b>Gambar 8</b>	Pengaruh penambahan asam pada larutan penyangga basa dilihat secara submikroskopik.....	10
<b>Gambar 9</b>	Pengaruh penambahan basa pada larutan penyangga basa dilihat secara submikroskopik. ....	10
<b>Gambar 10</b>	pH meter .....	16
<b>Gambar 11</b>	Indikator bromofenol biru.....	16
<b>Gambar 12</b>	Sel darah manusia. ....	22
<b>Gambar 13.</b>	Cara kerja larutan penyangga dalam darah. ....	22

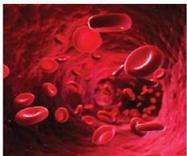
## DAFTAR ISI

<b>Tabel 1.</b> Nama alat.....	18
<b>Tabel 2.</b> Nama Bahan.....	18
<b>Tabel 3.</b> Hasil pengamatan kegiatan 1.....	19
<b>Tabel 4.</b> Hasil pengamatan kegiatan 2.....	20



# DAFTAR ISI

## 1. LARUTAN PENYANGGA



Sumber: Corcoran  
Gambar 1. Sel darah merah

Setiap hari banyak jenis makanan kita konsumsi. Makanan yang kita makan akan dicerna di dalam tubuh menjadi komponen penyusutan. Kemudian, saat proses penyusutan itu akan mengalami proses metabolisme. Banyak makanan yang kita cerna berwujud asam organik basa, seperti asam laktat pada jeruk, asam laktat pada keju dan ammonium hidroksida pada obat maag. Menurut Anda, apa yang akan terjadi jika air es yang berwujud asam atau basa itu dimasukkan dalam? Apakah keberadaan air es itu mempengaruhi nilai pH darah? Akan, perubahan Anda semaksimal, mengapa tubuh Anda tetap dalam kondisi sehat, walaupun darah manusia air es yang berwujud asam atau basa? Dalam bab ini, pembahasan akan dimulai dengan pengertian, sifat, cara kerja larutan penyangga, cara menentukan pH larutan penyangga, dan fungsi larutan penyangga.

Larutan Penyangga Berbasis Tiga Level Representasi Kimia

## 3. PETA KONSEP

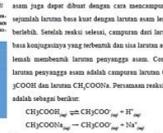


- ### Indikator Pembelajaran
- Terdapat empat indikator pembelajaran untuk diharapkan mampu melakukan hal berikut:
1. Menjelaskan pengertian larutan penyangga
  2. Menjelaskan komposisi-komponen larutan penyangga
  3. Menjelaskan prinsip kerja larutan penyangga
  4. Mengidentifikasi sifat larutan penyangga
  5. Menghitung pH larutan penyangga
  6. Menjelaskan peranan larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup

Larutan Penyangga Berbasis Tiga Level Representasi Kimia

## 5. Larutan penyangga asam

Larutan penyangga asam adalah larutan yang terdiri dari asam lemah dan basa konjugasinya (Clegg, 2007). Larutan penyangga asam dibuat dengan cara menambahkan suatu asam lemah dan basa konjugasinya dalam jumlah yang sama ke dalam air. Larutan penyangga asam juga dapat dibuat dengan cara mencampurkan sejumlah larutan basa kuat dengan larutan asam lemah terkuat. Setelah reaksi selesai, campuran dari larutan basa konjugasinya yang terbentuk dan sisa larutan asam lemah membentuk larutan penyangga asam. Contoh larutan penyangga asam adalah campuran antara  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dan larutan  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ . Penamaan reaksinya adalah sebagai berikut:



Pada gambar 1 diplotkan bahwa asam asetat hanya mengalami ionisasi sebagian kecil membentuk ion hidrogen ( $\text{H}^+$ ) dan ion asetat ( $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ). Berdasarkan prinsip Le Chatelier, jika ion  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  dari garam  $\text{CH}_3\text{COONa}$  ditambahkan ke dalam larutan kesetimbangan asam asetat, posisi kesetimbangan akan bergeser ke kiri sehingga konsentrasi ion hidrogen ( $\text{H}^+$ ) berkurang sebagai penghasil dari berkurangnya persentase asam asetat. Dengan hal yang sama, jika asam asetat dilarutkan ke dalam larutan tertentu asetat, ion asetat ( $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ) dan ion hidrogen ( $\text{H}^+$ ) dari ionisasi asam asetat sehingga menurunkan konsentrasi ( $\text{H}^+$ ). Hal ini adanya penambahan ion asetat

### 1. Judul Bab

Menggambarkan judul materi yang akan anda pelajari dalam tiap bab.

### 2. Pengantar Awal Bab

Berisi gambaran awal untuk membuka wawasan anda tentang materi yang akan dibahas, diawali dengan fenomena dalam kehidupan sehari-hari.

### 3. Peta Konsep

Menggambarkan ruang lingkup materi yang akan dibahas.

### 4. Indikator Pembelajaran

Menjelaskan tentang tujuan pembelajaran yang harus dicapai.

### 5. Uraian Materi

Menjelaskan secara terperinci materi larutan penyangga, dilengkapi juga dengan gambar yang relevan untuk memudahkan Anda dalam memahami materi larutan penyangga dari level makroskopis, submikroskopis dan simbolik.

### 6. Contoh Soal dan Pembahasan

Menyajikan contoh-contoh soal dan penyelesaian secara rinci.

### 7. Latihan Soal

Menyajikan latihan soal untuk mengasah pengetahuan Anda.

#### Contoh Soal 1

Manakah dari campuran dan larutan berikut ini yang dapat membentuk larutan penyangga, dan buktikan larutan penyangga?

a.  $\text{K}_2\text{F}$  dengan  $\text{HF}$  c.  $\text{NH}_3$  dengan  $\text{HCl}$   
b.  $\text{KCl}$  dengan  $\text{HCl}$  d.  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dengan  $\text{CH}_3\text{COO}^-/\text{Ca}$

Penyelesaian:

a. F (dalam  $\text{K}_2\text{F}$ ) adalah basa konjugat dari  $\text{HF}$ . Oleh karena itu, campuran antara larutan  $\text{K}_2\text{F}$  dengan  $\text{HF}$  akan membentuk larutan penyangga.  
b.  $\text{KCl}$  bukan asam lemah, oleh karena itu campuran antara  $\text{KCl}$  dengan  $\text{HCl}$  bukan larutan penyangga.  
c.  $\text{NH}_3$  (basa lemah) dengan  $\text{HCl}$  (asam kuat) bukan pasangan basa lemah-basa konjugat sehingga campurannya tidak membentuk larutan penyangga.  
d. Campuran  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (asam lemah) dengan  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  (basa konjugat) membentuk larutan penyangga.

#### Latihan Soal 1

Manakah dari campuran dan larutan berikut ini yang dapat membentuk larutan penyangga, dan buktikan larutan penyangga?

a.  $\text{KClO}_4$  dengan  $\text{HClO}_4$  c.  $\text{NH}_3$  dengan  $\text{NH}_4^+$   
b.  $\text{KCN}$  dengan  $\text{HCN}$  d.  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dengan  $\text{KCl}$

C. Sifat-sifat Larutan Penyangga

Sifat-sifat larutan penyangga adalah sebagai berikut:  
Pada saat penambahan sedikit asam kuat atau basa kuat pada larutan penyangga

Larutan Penyangga Berbasis Tiga Level Representasi Kimia

### 8. Info Kimia

$\text{CH}_3\text{COO}^-$  dan  $[\text{CH}_3\text{COO}]^-$  sistem penyangga, atau lebih tepatnya  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dan  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  merupakan komponen yang jumlahnya lebih dominan. Dengan demikian, nilai konstanta penyangga asam ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) akan semakin terpengaruh oleh konsentrasi asam ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) dan garam ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ ), sehingga:

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

Jika  $[\text{H}^+]$  air dapat diabaikan, maka pH larutan dapat dihitung berdasarkan persamaan tersebut, menjadi:

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

$$\text{pH} = -\log\left(\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} K_a\right)$$

$$\text{pH} = -\log K_a - \log\left(\frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}\right)$$

### Konsep Teori 2

1. Tentukan pH campuran 100 mL larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,3 M dan 50 mL larutan  $\text{CH}_3\text{COONa}$  0,2 M. ( $K_a = 1,8 \times 10^{-5}$ )

**Pembahasan**  
 pH larutan penyangga dapat dihitung dari konsentrasi asam serta dari garamnya. Dengan asumsi bahwa konsentrasi asam serta dari hidroksi ion sangat sangat kecil. Sehingga jumlah mol basa konjugasi ( $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ) yang diperoleh dari garam  $\text{CH}_3\text{COONa}$ :

a.	10 mmol	-	-	-
b.	10 mmol	10 mmol	10 mmol	-
c.	-	-	10 mmol	10 mmol

### 9. Rupa Tubuh

ion  $\text{NH}_4^+$  hasil ionisasi dari  $\text{NH}_4\text{Cl}$  sehingga konsentrasi ion  $\text{NH}_4^+$  hasil disosiasi  $\text{NH}_4\text{Cl}$  dapat semakini besarlah konsentrasi ion  $\text{NH}_4^+$  dalam campuran tersebut. Karena  $\text{NH}_4^+$  hasil dari basa lemah dan garamnya, maka:

$$K_b = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]}$$

atau  $K_b = \frac{[\text{NH}_3][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{NH}_4^+]}$  maka:

$$[\text{NH}_3] = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{H}_3\text{O}^+]}{K_b}$$

Substitusi ke persamaan penyangga, maka:

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

Jika  $[\text{OH}^-]$  air dapat diabaikan, maka pH larutan dapat dihitung berdasarkan persamaan tersebut, menjadi:

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

$$\text{pH} = -\log K_a - \log\left(\frac{[\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3]}\right)$$

$$\text{pH} = -\log K_a - \log\left(\frac{[\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3]}\right)$$

$$\text{pH} = -\log K_a - \log\left(\frac{[\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3]}\right)$$

$$\text{pH} = 14 - (\text{p}K_b - \log\left(\frac{[\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3]}\right))$$

### 10. Aktivitas Siswa

#### A. Judul Percobaan

Sifat Larutan Penyangga

#### B. Tujuan Percobaan

Menjabarkan larutan penyangga  
 Mengetahui sifat-sifat larutan penyangga.

#### C. Alat dan Bahan

**Tabel 1. Nama alat**

No.	Nama alat	Jumlah
1.	Peluang kecil	4 buah
2.	Bak labung reaktor	1 buah
3.	Gelas ukur	10 mL
4.	Pipet volumetri	5 mL
5.	Pipet tetes	4 buah
6.	Gelas kimia	50 mL
7.	pH meter	1 buah

**Tabel 2. Nama bahan**

No.	Nama bahan	Konsentrasi	Jumlah
1.	Larutan $\text{CH}_3\text{COOH}$	0,1 M	30 mL
2.	Larutan $\text{NaOH}$	0,1 M	4 mL
3.	Larutan $\text{HCl}$	0,1 M	4 mL
4.	Larutan $\text{CH}_3\text{COONa}$	0,1 M	30 mL
5.	Larutan $\text{NH}_4\text{Cl}$	0,1 M	30 mL
6.	Indikator	-	100 mL

#### D. Cara Kerja

Kegiatan 1. Pembuatan larutan penyangga

- Siapkan alat dan bahan.
- Siapkan dan buat labung reaktor dan beri label A dan B.

## 8. Info Kimia

Berisi informasi penting dan konsep kimia terkini yang terkait dengan materi larutan penyangga, untuk memperluas wawasan anda terkait materi larutan penyangga.

## 9. Kabar Tokoh

Menampilkan sosok tokoh yang berperan penting dalam perkembangan dan kemajuan ilmu kimia.

## 10. Aktivitas Siswa

Menampilkan percobaan untuk penguatan konsep terkait materi larutan penyangga.

## 11. Rangkuman

Berisi konsep-konsep penting dalam tiap subbab, bertujuan untuk mengingatkan Anda kembali terhadap materi yang telah dipelajari.

## 12. Kimia dalam Kehidupan Sehari-hari

Berisi contoh penerapan ilmu kimia dalam kehidupan sehari-hari terkait dengan materi larutan penyangga sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna. Hal ini menumbuhkan kesadaran dalam diri Anda bahwa larutan penyangga sangat berguna bagi lingkungan sekitar.

### 11. Rangkuman

Pada pH darah normal, asam amino memiliki struktur seperti pada gambar nomor (1). Ketika keasiditas darah  $\text{CO}_2$  atau asam amino  $\text{NH}_2$  ketika darah mengalami penahanan asam, atau peningkatan ion  $\text{H}^+$ , gugus karboksilat  $\text{COO}^-$  menangkap ion  $\text{H}^+$  menjadi  $\text{COOH}$ . Ketika darah mengalami penahanan basa, atau konsentrasi ion  $\text{OH}^-$  yang tinggi, gugus amino  $\text{NH}_2$  akan menangkap proton  $\text{H}^+$  yang ada di sekitar  $\text{OH}^-$  membentuk  $\text{NH}_3^+$  dan melepaskan  $\text{OH}^-$ .

#### RAKUMAN

- Larutan penyangga adalah larutan yang pH-nya tidak berubah meskipun ditambah sedikit asam, sedikit basa, ataupun diencerkan.
- Larutan penyangga asam terdiri dari suatu asam lemah dengan basa konjugasinya.
- Larutan penyangga basa terdiri dari suatu basa lemah dengan asam konjugasinya.
- Kapasitas penyangga adalah kemampuan suatu buffer dalam suatu sistem penyangga untuk menyangkal penambahan asam atau basa terhadap perubahan pH yang besar, semakin besar konsentrasi komponen sistem penyangga, maka besar kapasitas penyangganya.
- Harga pH larutan penyangga dapat dihitung dengan rumus:

### 12. Kimia dalam Kehidupan Sehari-hari

Sistem Penyangga pada Air Laut

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 konsentrasi seperti kalsium, natrium, kalium, dan fosfor. Sifat penyangga air laut dapat berasal dari  $\text{H}_2\text{CO}_3$  dan gas  $\text{CO}_2$  dan adanya yang terlarut di dalam air laut. Gas  $\text{CO}_2$  terlarut dan bereaksi dengan air membentuk asam karbonat. Peranannya sangatlah sebagai berikut:

$$\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$$

Ohk karena asam karbonat adalah asam lemah dan dalam air laut terkandung garam natrium klorida, maka ketika seseorang itu akan menambahkan larutan penyangga natrium klorida ke dalam air laut.

$$\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$$

Kapasitas  $\text{H}_2\text{CO}_3$  berasal dari gas  $\text{CO}_2$  terlarut dan konsentrasi  $\text{HCO}_3^-$  berasal dari garam yang terkandung dalam air laut. Jika air hujan yang mempunyai banyak asam tercurah ke laut atau air dari sungai-sungai mengalir ke laut dengan berbagai sifat asam dan basa maka sifat asam dan basa ini tidak akan mengubah pH air laut.

**13**

**UJI KEMAMPUAN**

**Pilihlah satu jawaban yang benar!**

1. Contoh pernyataan pernyataan berikut!
  - ii. Larutan penyangga merupakan larutan yang terdiri atas asam lemah dan garamnya dari basa kuat (basa konjugasi) atau basa lemah dan garamnya dari asam kuat (asam konjugasi).
  - iii. Larutan penyangga merupakan larutan yang terdiri atas asam kuat dan garamnya dari basa lemah atau basa kuat dan garamnya dari asam lemah.
  - iv. Larutan penyangga merupakan larutan yang terdiri atas asam lemah dan garamnya dari basa lemah atau basa lemah dan garamnya dari asam lemah.
  - v. Penambahan asam pada larutan penyangga dapat dinetralkan oleh ion hidroksida pada sistem penyangga asam atau oleh ion hidroksida pada sistem penyangga basa.
  - vi. Penambahan basa pada larutan penyangga dapat dinetralkan oleh ion hidrogen pada sistem penyangga asam atau oleh ion asam konjugasi pada sistem penyangga basa.

Kombinasi pernyataan yang menunjukkan definisi larutan penyangga adalah...

- a. i, ii, dan v
- b. i, iii, dan iv
- c. i, iii, dan v
- d. ii, iii, dan iv
- e. ii, iii, dan v

2. Larutan penyangga adalah larutan yang mampu mempertahankan pH pada konsentrasi lemah pada pengaruh ...
  - a. Penambahan air 5 kali semula
  - b. Penambahan sedikit asam lemah
  - c. Penambahan sedikit asam kuat
  - d. Penambahan banyak asam kuat
  - e. Penambahan sedikit basa kuat
3. Larutan penyangga dapat dibuat dengan mencampurkan larutan-larutan...
  - a. Asam lemah dan garamnya
  - b. Sistem hidroksida dan garamnya

36 | *Larutan Penyangga Berbasis Tiga Level Representasi Kimia*

### 13. Uji Kemampuan

Berisi soal-soal untuk melatih kemampuan Anda dalam memahami materi larutan penyangga.

### 14. Glosarium

Berisi daftar kata atau istilah yang perlu dipahami secara mendalam. Setiap kata atau istilah dalam glosarium berkaitan dengan materi larutan penyangga.

### 15. Daftar Pustaka

Berisi refrensi sumber yang digunakan dalam penyusunan buku ini.

**14**

**GLOSARIUM**

**Asam Konjugat** : Asam yang berasal dari basa Bronsted yang menerima proton ( $H^+$ ) dari asam-basa Bronsted-Lowry.

**Asam lemah** : Suatu asam yang hanya terionisasi sebagian dalam air menghasilkan ion  $H^+$  dan merupakan elektrolit lemah.

**Basa konjugat** : Basa yang berasal dari asam Bronsted yang meluluskan proton 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 dan 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.

35 | *Larutan Penyangga Berbasis Tiga Level Representasi Kimia*

### 16. Indeks

Berisi daftar kata atau istilah penting yang terdapat dalam buku, tersusun menurut abjad yang memberikan informasi mengenai halaman tempat kata, nama, dan istilah itu ditemukan. Bagian ini dapat membantu Anda menemukan kata, nama dan istilah dengan cepat.

### Tabel Periodik Unsur

Menampilkan tabel periodik unsur.

**15**

**DAFTAR PUSTAKA**

Chang, R. 2005. *Kimia Dasar: Konsep-konsep Inti Jilid 2*. Terjemahan S.S. Achmad. General Chemistry: The Essential Concepts, 2005. Jakarta: Erlangga.

Herscovi, R. F., S. Mohyani, & T. Radjati. 2013. Pembelajaran Kimia Berbasis Model Representasi Tigaan dan Kemampuan Awal Terhadap Prestasi Belajar Lisis Redoks Siswa SMA Negeri Karanganyar. *Chemia Paksiama*, 2013(2): 1-7.

Jurnal Pendidikan Kimia (JPK), 2(2): 36-41.

Intanon, N., R. K. Gidi, & E. Sunandono. 2009. Understanding Student Models of Diffusion in Thin Solutions. *International Journal of Environment & Science Education*, 2(2): 147-150.

Peterson, R.H. (Ed.). 2011. *Kimia Dasar: Prinsip-prinsip dan Aplikasi Modern Jilid 2*. Terjemahan S.S. Achmad. General Chemistry: Principles Modern Applications Ninth Edition, 2007. Jakarta: Erlangga.

Sutarna, M., Dhadia G., & Dwi H. 2016. *Buku Siswa Aktif dan Kreatif Berbasis Kimia Dasar SMA/MA Kelas XI Kelompok Peminatan: Menemukan dan Dosa Pengolahan Alam*. Jakarta: Grafindo Media Pratama.

Sunaryo, Y. 2012. *Kimia Dasar 2: Berdasarkan Prinsip-Prinsip Kimia Terkini*. Bandung: Yana Widya.

Suryono, L., Yusana, & M. Ibrahim. 2011. Supporting Indexes to Learning with Multiple Representations on Support Student Master Models on Atomic Structure. *Science Education International*, 24(2): 104-115.

Syahril. 1999. *Kimia Dasar 2: Binding*. Pustaka ITB.

Wawati, H., Dwi, K., & Mita, I. 2016. *Kimia Dasar SMA/MA Kelas XI*. Bandung: Yana Widya.

36 | *Larutan Penyangga Berbasis Tiga Level Representasi Kimia*

**16**

**INDEKS**

A	S
asam	Senyawa
asam konjugasi	lisis
B	
anion	
basa	
basa konjugasi	
buffer	
I	
indikator	
ionisasi	
M	
model	
P	
partikel	
penyangga asam	
penyangga basa	
penyangga buffer	
penyangga berkapasitas	
penyangga karbonat	
prokai	
proton	

37 | *Larutan Penyangga Berbasis Tiga Level Representasi Kimia*

**17**

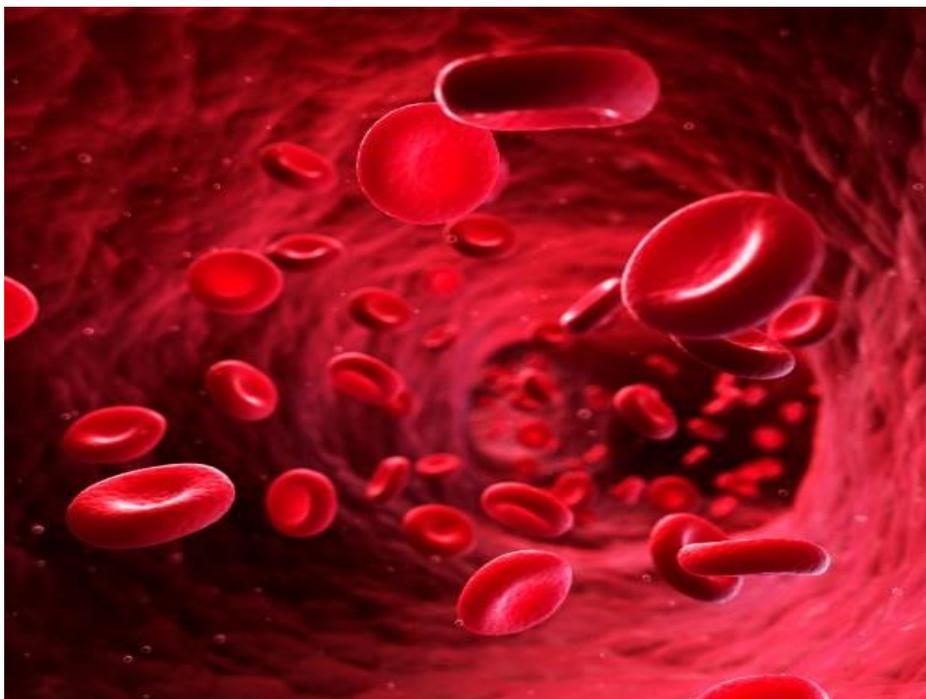
**TABEL PERIODIK UNSUR**

The Periodic Table of the Elements

38 | *Larutan Penyangga Berbasis Tiga Level Representasi Kimia*



# LARUTAN PENYANGGA

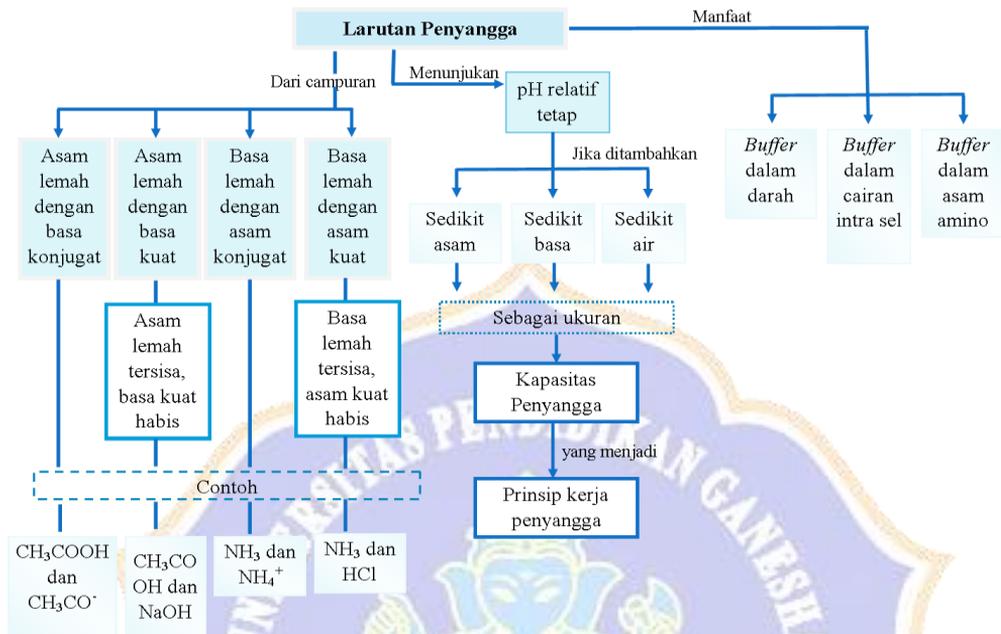


Sumber: Canva.com

Gambar 1. Sel darah merah

Setiap hari banyak jenis makanan kita konsumsi. Makanan yang kita makan akan dicerna di dalam tubuh melalui sistem pencernaan. Kemudian, hasil proses pencernaan itu akan mengalami proses metabolisme. Banyak makanan yang kita cerna bersifat asam maupun basa, seperti asam sitrat pada jeruk, asam laktat pada keju dan aluminium hidroksida pada obat maag. Menurut Anda, apa yang akan terjadi jika zat-zat yang bersifat asam atau basa itu memasuki darah? Apakah keberadaan zat-zat itu mempengaruhi nilai pH darah? Atau, pernahkah Anda memikirkan, mengapa tubuh Anda tetap dalam kondisi sehat, walaupun darah menerima zat-zat yang bersifat asam atau basa? Dalam buku ini, pembahasan akan dimulai dengan pengertian, sifat, cara kerja larutan penyangga, cara menentukan pH larutan penyangga, dan fungsi larutan penyangga.

# PETA KONSEP



## Indikator Pembelajaran

Setelah mengikuti pembelajaran siswa diharapkan mampu melakukan hal berikut.

1. Menjelaskan pengertian larutan penyangga
2. Menjelaskan komponen-komponen larutan penyangga
3. Menjelaskan prinsip kerja larutan penyangga
4. Menganalisis sifat larutan penyangga
5. Menghitung pH larutan penyangga
6. Menjelaskan peranan larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup

## A. Pengertian Larutan Penyangga

Suatu reaksi kimia kadang-kadang hanya dapat berlangsung pada kondisi lingkungan yang mempunyai pH tertentu. Suatu larutan ketika ditambah asam akan mengalami penurunan pH karena konsentrasi  $H^+$  diperbesar. Jika ditambah basa, maka pH larutan akan naik karena konsentrasi  $OH^-$  nya meningkat. Jika suatu larutan asam atau basa ditambah air, maka pH larutan tersebut akan berubah karena konsentrasi asam atau basanya mengecil. Akan tetapi, ada larutan yang ditambah sedikit asam, basa, atau air tidak mengalami perubahan pH yang signifikan. Larutan yang dapat mempertahankan pH dengan menahan perubahan pH sekecil mungkin terhadap penambahan sedikit asam, basa, ataupun pengenceran disebut sebagai larutan penyangga atau larutan *buffer*. Larutan penyangga adalah larutan yang dapat mempertahankan pH tertentu terhadap usaha mengubah pH. Larutan penyangga mengandung zat terlarut yang bersifat sebagai penyangga. Penyangga memiliki komponen asam dan basa. Komponen asam mengatasi kenaikan pH, sedangkan komponen basa mengatasi penurunan pH. Jika pH larutan penyangga diubah menjadi asam, maka komponen penyangga yang bersifat basa akan mempertahankan pH. Sebaliknya, jika pH larutan penyangga diubah menjadi basa, maka komponen penyangga yang bersifat asam akan mempertahankan pH sehingga larutan tidak menjadi basa. Asam dan basa dalam larutan penyangga ini merupakan suatu pasangan konjugasi.

## B. Komponen Larutan Penyangga

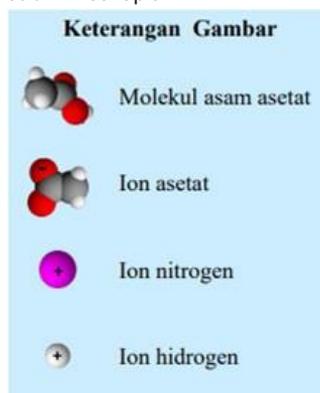
Penyangga adalah campuran zat-zat terlarut yang dapat menahan perubahan pH larutan. Sistem penyangga dapat menahan perubahan pH Larutan yang mengandung campuran zat terlarut ini disebut sebagai larutan penyangga. Sistem penyangga dapat menahan perubahan pH ketika sedikit asam atau sedikit basa ditambahkan ke dalam larutan yang mengandung sistem penyangga. Larutan penyangga dapat dibagi menjadi dua, yaitu larutan penyangga asam dan larutan penyangga basa.



Sumber: Dokumentasi Penulis

Gambar 2.

Komponen-komponen larutan penyangga asam dilihat secara submikroskopis



## 1. Larutan penyangga asam

Larutan penyangga asam adalah larutan yang terdiri dari asam lemah dan basa konjugasinya. Larutan penyangga asam dibuat dengan cara menambahkan suatu asam lemah dan basa konjugasinya dalam jumlah yang sama ke dalam air. Larutan penyangga asam juga dapat dibuat dengan cara mencampurkan sejumlah larutan basa kuat dengan larutan asam lemah berlebih. Setelah reaksi selesai, campuran dari larutan basa konjugasinya yang terbentuk dan sisa larutan asam lemah membentuk larutan penyangga asam. Contoh larutan penyangga asam adalah campuran larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dan larutan  $\text{CH}_3\text{COONa}$ . Persamaan reaksi dapat dituliskan sebagai berikut:



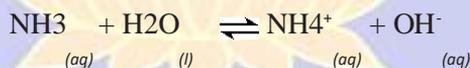
bahwa asam asetat hanya mengalami ionisasi sebagian kecil membentuk ion nitrogen ( $\text{H}^+$ ) dan ion asetat ( $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ). Berdasarkan prinsip Le Chatelier, jika ion  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  (dari garam  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ) ditambahkan ke dalam sistem kesetimbangan asam asetat, maka posisi kesetimbangan bergeser ke kiri dan konsentrasi ion hidrogen ( $\text{H}^+$ ) berkurang sebagai pengaruh dari berkurangnya penguraian asam asetat. Dengan hal yang sama, jika asam asetat dilarutkan ke dalam larutan natrium asetat, maka ion asetat ( $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ) dan ion hidrogen ( $\text{H}^+$ ) dari ionisasi asam asetat bergeser ke kanan dan menurunkan konsentrasi ( $\text{H}^+$ ). Jadi adanya penambahan ion asetat ( $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ) menahan ionisasi asam asetat sehingga larutan menjadi kurang asam (pH bertambah) hal ini yang menyebabkan larutan penyangga asam memiliki sifat asam yang mempertahankan pH < 7.



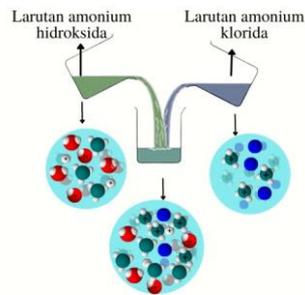
## 2. Larutan penyangga basa

Larutan penyangga basa adalah larutan yang terdiri dari basa lemah dan asam konjugasinya (garam). Larutan penyangga basa dibuat dengan cara menambahkan suatu basa lemah dan asam konjugasinya dalam jumlah yang sama ke dalam air. Larutan penyangga basa juga dapat dibuat dengan cara mencampurkan sejumlah larutan asam kuat dengan larutan basa lemah berlebih. Setelah reaksi selesai, campuran dari larutan asam konjugasinya yang terbentuk dan sisa larutan basa lemah membentuk larutan penyangga basa. Pada larutan penyangga basa terbentuk suatu sistem kesetimbangan spesi di dalam larutan yang melibatkan adanya kesetimbangan air dan kesetimbangan basa lemah. Contoh larutan penyangga basa adalah campuran larutan  $\text{NH}_3$  dan larutan  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . Pada gambar 3 sistem larutan penyangga basa terdapat beberapa spesi, yaitu molekul  $\text{NH}_3$  dari hasil reaksi reaksi, ion  $\text{NH}_4^+$  hasil ionisasi sebagian kecil  $\text{NH}_3$  dan

$\text{NH}_4\text{Cl}$ , Ion  $\text{OH}^-$  hasil ionisasi sebagian kecil  $\text{NH}_3$ , serta ion  $\text{Cl}^-$  hasil ionisasi  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .  
Persamaan reaksi dapat dituliskan sebagai berikut:



Larutan penyangga basa memiliki sifat basa yang mempertahankan  $\text{pH} > 7$ . Hal ini dikarenakan kation amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) bereaksi dengan anion hidroksida menghasilkan amoniak ( $\text{NH}_3$ ) sehingga mengakibatkan larutan memiliki sifat basa yang berasal dari amoniak.



Sumber.: Dokumentasi Penulis

Gambar 3.

Komponen-komponen larutan penyangga basa dilihat dari secara submikroskopis

Keterangan Gambar	
	Molekul amoniak
	Ion amonium
	Ion klorida
	Ion hidrogen

### Contoh Soal 1

Manakah dari campuran dua larutan berikut ini yang dapat membentuk larutan penyangga, dan bukan larutan penyangga?

- a. KF dengan HF
- b. KCl dengan HCl
- c.  $\text{NH}_3$  dengan HCl
- d.  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dengan  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$

#### Penyelesaian:

- a.  $\text{F}^-$  (dalam KF) adalah basa konjugat dari HF. Oleh karena itu, campuran antara larutan KF dengan HF akan membentuk larutan penyangga.
- b. HCl bukan asam lemah, oleh karena itu campuran antara KCl dengan HCl bukan larutan penyangga.
- c.  $\text{NH}_3$  (basa lemah) dengan HCl (asam kuat) bukan pasangan basa lemah-asam konjugat sehingga campurannya tidak membentuk larutan penyangga.
- d. Campuran  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (asam lemah) dengan  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  (basa konjugat) membentuk larutan penyangga.

### Latihan Soal 1

Manakah dari campuran dua larutan berikut ini yang dapat membentuk larutan penyangga, dan bukan larutan penyangga?

- a.  $\text{KClO}_4$  dengan  $\text{HClO}_4$
- b. KCN dengan HCN
- c.  $\text{NH}_3$  dengan  $\text{NH}_4^+$
- d.  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dengan KCl

## C. Sifat-sifat Larutan Penyangga

Sifat-sifat larutan penyangga adalah sebagai berikut.

1. Pada saat penambahan sedikit asam kuat atau basa kuat pada larutan penyangga

hanya mengubah sedikit pH larutan dan dapat diabaikan sehingga pH dianggap tetap.

2. Pengenceran pada larutan penyangga tidak mengubah harga pH larutan. Jika larutan penyangga diencerkan, maka secara teoritis harga pH larutan tidak berubah karena pengenceran tidak mempengaruhi harga ([asam atau basa lemah])/ ([ion garam dari asam atau basa lemah]). Jika pengenceran terlalu besar, maka harga pH larutan penyangga akan berubah. Hal ini disebabkan harga



Sumber.: <https://thebiology-notes.com/buffer-solutions/.jpg>

Gambar 4. Larutan Penyangga dengan berbagai pH

[H<sup>+</sup>] atau [OH<sup>-</sup>] yang sangat kecil mengakibatkan harga [H<sup>+</sup>] atau [OH<sup>-</sup>] dari air sebagai pelarut juga harus diperhitungkan.

3. Larutan penyangga harus mengandung konsentrasi asam yang cukup tinggi untuk bereaksi dengan ion OH<sup>-</sup> yang ditambahkan dan harus mengandung konsentrasi basa yang sama tingginya untuk bereaksi dengan ion H<sup>+</sup> yang ditambahkan. Selain itu, komponen dari asam dan basa dari larutan penyangga tidak boleh saling menghabiskan dalam reaksi netralisasi. Syarat ini dipenuhi oleh pasangan asam basa konjugasi.
4. Semakin banyak jumlah konsentrasi komponen penyangga, semakin besar kemampuan untuk mempertahankan pH larutan. Jika komponen asam terlalu sedikit, maka penambahan sedikit basa dapat mengubah pH larutan. Sebaliknya, jika komponen basanya terlalu sedikit, maka penambahan sedikit asam akan mengubah pH larutan.

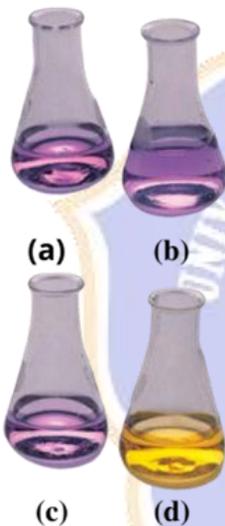
## D. Kapasitas Penyangga

Kapasitas penyangga adalah kemampuan atau keefektifan suatu sistem penyangga untuk mencegah terjadinya perubahan pH akibat penambahan asam atau basa. Kapasitas penyangga juga dapat diartikan sebagai konsentrasi maksimum asam atau basa yang ditambahkan pada sistem penyangga sebelum pH larutan berubah secara signifikan. Kapasitas penyangga bergantung pada jumlah asam lemah dan basa

konjugat atau basa lemah dan asam konjugatnya lebih tinggi dari jumlah asam atau basa yang ditambahkan, pH relatif tetap. Makin besar jumlah komponen penyangga, makin tinggi kapasitas penyangga. Keterbatasan penambahan asam dan basa ke dalam sistem penyangga mengakibatkan larutan penyangga mempunyai daerah pH tertentu, ketentuannya sebagai berikut.

- Larutan penyangga asam untuk daerah pH lebih kecil dari 7.
- Larutan penyangga basa untuk daerah pH lebih besar dari 7.

Perbandingan nilai konsentrasi asam/basa dan garam tidak dapat melebihi 10, atau lebih kecil dari 1/10. Karena itu, suatu larutan penyangga dapat menahan perubahan pH sebesar 100x semula. Perubahan pH yang diperbolehkan hanya sekitar 2, sehingga larutan penyangga memiliki daerah pH tertentu yang disebut daerah penyangga.



Sumber: Chang, 2005

**Gambar 5.** (a) Larutan penyangga asam yang memiliki pH 4,7 berwarna ungu. (b) larutan penyangga asam setelah ditambahkan sedikit HCl. (c) Larutan asam asetat memiliki pH 4,7 berwarna ungu. (d) larutan asam asetat yang

sudah ditambahkan sedikit HCl berwarna kuning (semua larutan sudah ditetes indikator bromofenol biru)

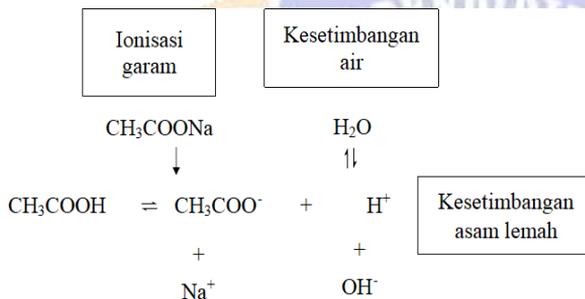
## E. Prinsip Kerja Penyangga

Larutan penyangga memiliki pH yang tidak berubah, meskipun ke dalam larutan ditambahkan sedikit air, sedikit asam, ataupun sedikit basa. Hal tersebut berbeda dengan bukan larutan penyangga. Sebagai contoh, amati gambar 5. Indikator asam basa bromofenol biru yang ditambahkan pada semua larutan pada gambar 5 untuk menggambarkan kerja penyangga. Warna indikator adalah biru-ungu di atas pH 4,6 dan kuning di bawah pH 3,0. Gambar (a) adalah larutan penyangga yang dibuat dari larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dan  $\text{CH}_3\text{COONa}$ . Larutan ini memiliki pH 4,7. Setelah penambahan indikator pada larutan (a) warna larutan berubah menjadi warna biru-ungu. Gambar (b) sesudah penambahan sedikit larutan HCl ke dalam larutan (a) dan warna larutan tetap biru-ungu. Gambar (c) merupakan larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  setelah penambahan indikator yang pH larutan asam asetat 4,7 memiliki warna

biru-ungu. Gambar (d) menunjukkan bahwa sesudah penambahan sedikit larutan HCl warna larutan berubah menjadi kuning. Hal ini menunjukkan bahwa tanpa kerja buffer pH larutan menurun dengan cepat di bawah 3,0 jika ditambahkan sedikit asam. Prinsip kerja larutan penyangga dapat dijelaskan berikut ini.

### 1. Larutan penyangga asam

Larutan penyangga asam dapat mempertahankan pH karena mengandung ion garam, kesetimbangan asam lemah dan kesetimbangan air yang membentuk suatu sistem seperti gambar di bawah ini.



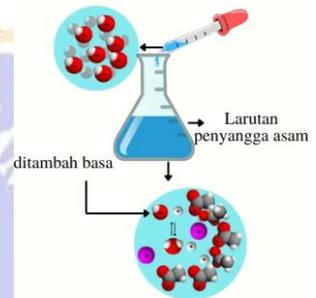
Jika dilihat dari gambar di atas, penambahan asam maupun basa ke dalam larutan penyangga asam, berdasarkan asas Le Chatelier akan berlaku sebagai berikut.

1. Larutan penyangga asam ditambahkan ion  $\text{H}^+$  (asam), ion  $\text{H}^+$  (asam) bereaksi dengan  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  (basa konjugasi) membentuk  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (asam lemah) sehingga kesetimbangan asam lemah bergeser ke kiri dan kesetimbangan air tidak terganggu.



Sumber.: Dokumentasi Penulis

Gambar 6. Pengaruh penambahan asam pada larutan penyangga asam dilihat secara submikroskopis



Sumber.: Dokumentasi Penulis

Gambar 7. Pengaruh penambahan basa pada larutan penyangga asam dilihat secara submikroskopis

**Keterangan Gambar**

	Molekul asam asetat
	Ion asetat
	Ion nitrogen
	Ion hidrogen



Sumber.: Dokumentasi Penulis

**Gambar 8.** Pengaruh penambahan asam pada larutan penyangga basa dilihat secara submikroskopis



Sumber.: Dokumentasi Penulis

**Gambar 9.** Pengaruh penambahan basa pada larutan penyangga basa dilihat secara submikroskopis

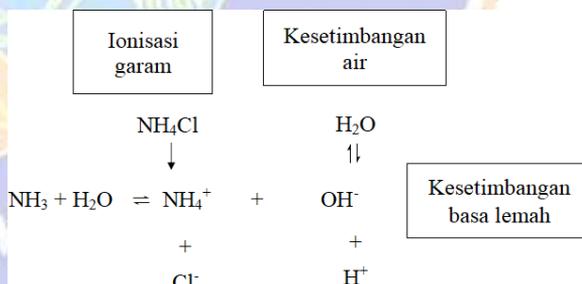
**Keterangan Gambar**

-  Molekul amoniak
-  Ion amonium
-  Ion clorida
-  Ion hidrogen

- Larutan penyangga asam ditambahkan ion  $\text{OH}^-$  (basa) bereaksi dengan  $\text{H}^+$  membentuk  $\text{H}_2\text{O}$  (air) sehingga kesetimbangan air bergeser ke atas dan  $\text{H}^+$  berkurang. Kekurangan ini menyebabkan kesetimbangan asam lemah bergeser ke kanan karena  $\text{CH}_3\text{COOH}$  membentuk  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  dan  $\text{H}^+$  agar ( $\text{H}^+$ ) relatif tetap.
- Jika larutan penyangga asam diencerkan, maka konsentrasi masing-masing komponen ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{H}^+$ , dan  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ) akan berubah, tetapi perbandingan  $[\text{CH}_3\text{COOH}]$  dan  $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$  tetap. Dengan demikian,  $[\text{H}^+]$  dalam larutan juga tetap dan pH sistem relatif tetap.

## 2. Larutan penyangga basa

Larutan penyangga basa dapat mempertahankan pH-nya karena mengandung ion garam, kesetimbangan basa lemah dan kesetimbangan air yang membentuk suatu sistem seperti gambar di bawah ini.



Jika dilihat dari bagan di atas, maka penambahan asam maupun basa ke dalam larutan penyangga asam, berdasarkan asas Le Chatelier sebagai berikut.

- Larutan penyangga basa ditambahkan ion  $\text{H}^+$

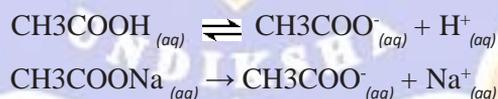
(asam), ion  $H^+$  akan bereaksi dengan  $OH^-$  sehingga kesetimbangan air bergeser ke atas dan  $OH^-$  berkurang. Kekurangan ini menyebabkan kesetimbangan basa lemah bergeser ke kanan karena  $NH_4OH$  membentuk  $NH_4^+$  dan  $OH^-$  agar  $(OH^-)$  relatif tetap.

2. Larutan penyangga basa ditambah ion  $OH^-$  (basa) akan bereaksi dengan  $NH_4^+$  (asam konjugasi) membentuk  $NH_4OH$  (basa lemah) sehingga kesetimbangan basa lemah akan bergeser ke kiri dan kesetimbangan air tidak terganggu.
3. Jika larutan penyangga basa diencerkan, maka konsentrasi masing-masing komponen ( $NH_4OH$ ,  $OH^-$ , dan  $NH_4^+$ ) akan berubah, tetapi perbandingan  $[NH_4OH]$  dan  $[NH_4^+]$  tetap. Dengan demikian,  $[OH^-]$  dalam larutan juga tetap, sehingga pH sistem relatif tetap.

## F. Menghitung pH larutan Penyangga

### 1. Larutan penyangga asam

Pada materi sebelumnya, larutan penyangga asam dibuat dengan mencampurkan asam lemah dan garamnya, ataupun mereaksikan asam lemah berlebih dengan basa kuat, yang nantinya terdapat asam lemah (sisa reaksi) dan basa konjugasinya yang berasal dari garam yang terbentuk. Larutan  $CH_3COOH$  dan  $CH_3COONa$  yang bercampur merupakan larutan penyangga asam,  $CH_3COOH$  dalam larutannya akan terionisasi secara tidak sempurna yang reaksinya membentuk sistem kesetimbangan. Larutan garam  $CH_3COONa$  yang merupakan garam di dalamnya terdisosiasi menjadi ion  $CH_3COO^-$  dan  $Na^+$ . Persamaan reaksi dituliskan sebagai berikut.



Konsentrasi ion  $CH_3COO^-$  hasil ionisasi  $CH_3COOH$  jauh lebih kecil daripada konsentrasi ion  $CH_3COO^-$  hasil disosiasi  $CH_3COONa$ , sehingga konsentrasi ion  $CH_3COO^-$  hasil disosiasi  $CH_3COONa$  dapat mewakili keseluruhan ion  $CH_3COO^-$  dalam larutan tersebut. Oleh karena  $CH_3COO^-$  berasal dari asam lemah dan garamnya, maka:



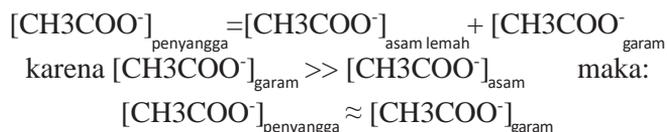
## Info Kimia

### Larutan Penyangga pada Obat Tetes Mata

Obat tetes mata yang kita gunakan sehari-hari menggunakan sistem larutan penyangga agar pada saat ditetaskan ke mata, dapat diterima oleh kondisi tubuh manusia. Suasana pH pada obat tetes mata tersebut disesuaikan dengan kondisi pH manusia agar tidak menimbulkan bahaya.



Sumber: <https://helo sehat.com/mata/perawatan-mata/bahaya-obat-tetes-mata-steroid/>



jadi dalam sistem penyangga, asam lemah  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dan basa konjugat  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  merupakan komponen yang lebih dominan. Dengan demikian, untuk larutan penyangga asam  $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$  dalam persamaan tetapan kesetimbangan asam ( $K_a$ ) adalah  $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$  dari garam  $\text{CH}_3\text{COONa}$ , sehingga:

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

Jika  $[\text{H}^+]$  air dapat diabaikan, maka pH larutan dapat dihitung berdasarkan persamaan tersebut, menjadi:

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

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

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

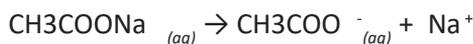
$$\text{pH} = -\text{p}K_a - \log \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$$

## Contoh Soal 2

1. Tentukan pH campuran 100 mL larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,5 M dan 50 mL larutan  $\text{CH}_3\text{COONa}$  0,2 M ( $K_a = 1,8 \times 10^{-5}$ )!

### Penyelesaian

pH larutan penyangga dapat dihitung dari konsentrasi asam asetat dan garamnya, dengan asumsi bahwa ionisasi asam asetat dan hidrolisis ion asetat sangat kecil. Sehingga jumlah mol basa konjugasi ( $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ) yang diperoleh



m: 10 mmol - -

b: 10 mmol 10 mmol 10 mmol

$$\begin{aligned}
 \text{s:} \quad & \quad \quad \quad 10 \text{ mmol} \quad \quad 10 \text{ mmol} \\
 [\text{CH}_3\text{COOH}] &= 0,05 \text{ mol}, \quad [\text{CH}_3\text{COO}^-] = 0,01 \text{ mol} \\
 \text{pH} &= \text{pKa} - \log \frac{\text{jumlah mol CH}_3\text{COOH}}{\text{jumlah mol CH}_3\text{COO}^-} \\
 \text{pH} &= -\log 1,8 \times 10^{-5} - \log \frac{0,05 \text{ mol}}{0,01 \text{ mol}} \\
 \text{pH} &= 5 - \log 9 \\
 \text{pH} &= 4,045
 \end{aligned}$$

2. Diketahui campuran 1000 mL larutan CH<sub>3</sub>COOH 0,1 M dan 1000 mL larutan CH<sub>3</sub>COONa 0,1 M (K<sub>a</sub> = 1,8 × 10<sup>-5</sup>). Tentukan pH larutan:

- sebelum penambahan,
- setelah penambahan 10 mL HCl 0,1 M,
- setelah penambahan 20 mL NaOH 0,05 M,
- setelah penambahan 4 L air.

### Penyelesaian

a. pH larutan sebelum penambahan

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0,1 \text{ M} \times 1000 \text{ mL} = 100 \text{ mmol}$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = 0,1 \text{ M} \times 1000 \text{ mL} = 100 \text{ mmol}$$

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

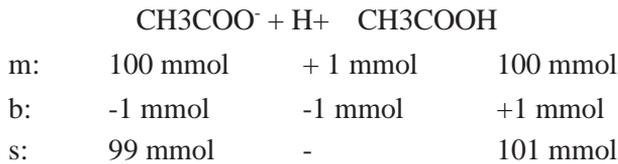
$$[\text{H}^+] = 1,8 \times 10^{-5} \times \frac{100 \text{ mmol}}{100 \text{ mmol}} = 1,8 \times 10^{-5}$$

$$\text{pH} = -\log 1,8 \times 10^{-5}$$

$$\text{pH} = 4,745$$

b. pH larutan setelah penambahan 10 mL HCl 0,1 M

Ketika ke dalam larutan penyangga ditambahkan 10 mL HCl 0,1 M, HCl akan terionisasi menghasilkan ion H<sup>+</sup>. Kemudian, ion H<sup>+</sup> yang dihasilkan dinetralkan oleh CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> sehingga konsentrasi CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> akan berkurang dan konsentrasi CH<sub>3</sub>COOH akan bertambah. H<sup>+</sup> yang dihasilkan dari penambahan 10 mL HCl 0,1 M = 10 mL × 0,1 M = 1 mmol.



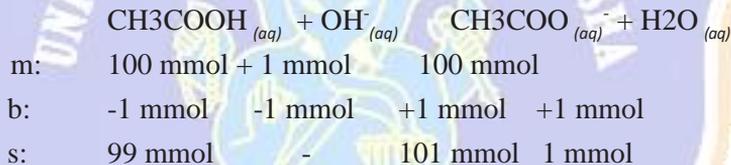
$$[\text{H}^+] = K_a \times \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}, [\text{H}^+] = 1,8 \times 10^{-5} \times \frac{101 \text{ mmol}}{99 \text{ mmol}} = 1,836 \times 10^{-5}$$

$$\text{pH} = 4,736$$

selisih pH sebelum penambahan dengan setelah penambahan = 4,745- 4,736 =0,014. Selisih tersebut sangat kecil sehingga dapat diabaikan.

c. pH larutan setelah penambahan 20 mL NaOH 0,05 M

Ketika ke dalam larutan penyangga ditambahkan 20 mL NaOH 0,05 M, NaOH akan terionisasi menghasilkan ion OH<sup>-</sup>. Lalu, ion OH<sup>-</sup> segera dinetralkan oleh CH<sub>3</sub>COOH sehingga konsentrasi CH<sub>3</sub>COOH akan berkurang, sedangkan konsentrasi CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> akan bertambah. [OH<sup>-</sup>] yang dihasilkan dari penambahan 20 mL NaOH 0,05 M= 20 mL × 0,05 M = 1 mmol.



$$[\text{H}^+] = K_a \times \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}, [\text{H}^+] = 1,8 \times 10^{-5} \times \frac{101 \text{ mmol}}{99 \text{ mmol}} = 1,836 \times 10^{-5}$$

$$\text{pH} = 4,736.$$

selisih pH sebelum penambahan dengan setelah penambahan = 4,745- 4,736 =0,014. Selisih tersebut sangat kecil sehingga dapat diabaikan.

d. Sebelum diencerkan, volume larutan 2 Liter. Volume setelah diencerkan=2+4=6 Liter.

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = \frac{1 \text{ L} \times 0,1 \text{ M}}{6 \text{ L}} = 0,017 \text{ M}$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = \frac{1 \text{ L} \times 0,1 \text{ M}}{6 \text{ L}} = 0,017 \text{ M}$$

$$[\text{H}^+] = K_a \times \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}, [\text{H}^+] = 1,8 \times 10^{-5} \times \frac{0,017 \text{ M}}{0,017 \text{ M}} = 1,8 \times 10^{-5}$$

$$\text{pH} = 4,745$$

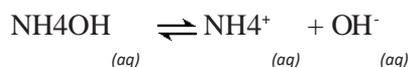
Jadi pH larutan sebelum dan setelah penambahan air tidak

## Latihan Soal 2

1. Jika sebanyak 100 mL larutan HF 0,1 M ( $K_a = 6,8 \times 10^{-4}$ ) dicampur dengan 50 mL larutan NaOH 0,1 M, apakah larutan hasil pencampuran ini merupakan larutan penyangga? Berapakah pH yang diperoleh? Bagaimana sifatnya, asam atau basa?
2. Larutan penyangga dengan pH= 3,17 dapat diperoleh melalui pencampuran larutan HF 0,05 M dengan larutan CaF 0,05 M. Berapakah perbandingan volume kedua larutan tersebut yang harus

## 2. Larutan penyangga basa

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. Larutan  $\text{NH}_4\text{OH}$  dan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  yang bercampur merupakan larutan penyangga basa,  $\text{NH}_4\text{OH}$  di dalamnya terionisasi secara tidak sempurna dengan reaksi membentuk sistem kesetimbangan. Persamaan reaksi dituliskan sebagai berikut.



Larutan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  merupakan garam yang dalam larutannya akan terdisosiasi menjadi



Sumber.: <https://wikipewdia.pHmeter/.jpg>

Gambar 10. pH meter



### Kabar Tokoh

Max F. Perutz seorang ahli biokimia berkebangsaan Inggris melakukan penelitian tentang hemoglobin. Selain itu, Perutz juga fokus pada penelitian tentang struktur kristal pada garam, mineral, dan struktur protein.



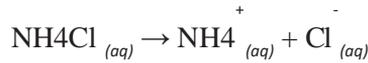
Sumber: [https://p2k.um-surabaya.ac.id/id3/2-3053-2942/Max-F-Perutz\\_50962\\_um-surabaya\\_p2k-um-surabaya.jpg](https://p2k.um-surabaya.ac.id/id3/2-3053-2942/Max-F-Perutz_50962_um-surabaya_p2k-um-surabaya.jpg)



Sumber.: <https://biofar.id>

Gambar 11. Indikator bromofenol biru

ion  $\text{NH}_4^+$  dan  $\text{Cl}^-$ . Persamaan reaksi dituliskan sebagai berikut.



Konsentrasi ion  $\text{NH}_4^+$  hasil ionisasi  $\text{NH}_4\text{OH}$  jauh lebih kecil daripada konsentrasi ion  $\text{NH}_4^+$  hasil ionisasi dari  $\text{NH}_4\text{Cl}$  sehingga konsentrasi ion  $\text{NH}_4^+$  hasil disosiasi  $\text{NH}_4\text{Cl}$  dapat mewakili keseluruhan ion  $\text{NH}_4^+$  dalam campuran tersebut. Karena  $\text{NH}_4^+$  berasal dari basa lemah dan garamnya, maka:

$$[\text{NH}_4^+]_{\text{penyangga}} = [\text{NH}_4^+]_{\text{basa lemah}} + [\text{NH}_4^+]_{\text{garam}}$$

karena  $[\text{NH}_4^+]_{\text{garam}} \gg [\text{NH}_4^+]_{\text{asam}}$  maka:

$$[\text{NH}_4^+]_{\text{penyangga}} \approx [\text{NH}_4^+]_{\text{garam}}$$

jadi dalam sistem penyangga, basa lemah  $\text{NH}_3$  dan asam konjugat  $\text{NH}_4^+$  merupakan komponen yang jumlahnya lebih dominan. Dengan demikian, untuk larutan penyangga basa  $[\text{NH}_4^+]$  dalam persamaan tetapan kesetimbangan basa ( $K_b$ ) adalah  $[\text{NH}_4^+]$  dari garam  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , sehingga:

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

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

jika  $[\text{OH}^-]$  air dapat diabaikan, maka pH larutan dapat dihitung berdasarkan persamaan tersebut, menjadi:

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

$$pOH = -\log K_b \frac{\text{jumlah mol basa lemah}}{\text{jumlah mol kation garam}}$$

$$pOH = -\log K_b - \log \frac{\text{jumlah mol basa lemah}}{\text{jumlah mol kation garam}}$$

$$pOH = pK_b - \log \frac{\text{jumlah mol basa lemah}}{\text{jumlah mol kation garam}}$$

$$pH = 14 - pOH$$

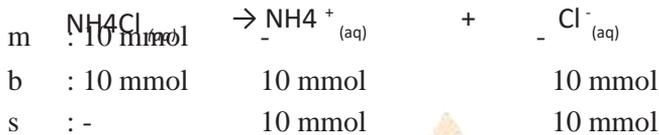
$$pH = 14 - \left( pK_b - \log \frac{\text{jumlah mol basa lemah}}{\text{jumlah mol kation garam}} \right)$$



### Contoh Soal 3

Ke dalam 100 mL larutan  $\text{NH}_3$  0,1 M ditambahkan 100 mL larutan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  0,1 M. Berapakah pH larutan yang terbentuk? ( $K_b \text{ NH}_3 = 1,8 \times 10^{-5}$ )?

#### Penyelesaian



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

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

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

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

$$pOH = 4,744$$

$$pH = 14 - pOH$$

$$pH = 14 - 4,744$$

$$pH = 9,255$$

### Latihan Soal 3

1. Tuliskan reaksi yang terjadi, jika sistem penyangga  $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$  ditambahkan dengan sedikit HCl dan sedikit NaOH!
2. Hitunglah pH sistem penyangga 100 mL  $\text{NH}_3$  0,3 M dan 100 mL  $\text{NH}_4\text{Cl}$  0,3 M. Berapakah pH sistem penyangga ini setelah penambahan 10 mL NaOH 0,05 M dan 10 mL HCl 0,05 M?



## Aktivitas Kimia

### A. Judul Percobaan

Sifat Larutan Penyangga

### B. Tujuan Percobaan

Membuat larutan penyangga

Mempelajari sifat-sifat larutan penyangga.

### C. 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 Alat	Spesifikasi	Jumlah
1.	Larutan CH <sub>3</sub> COOH	0,1 M	30 mL
2.	Larutan NaOH	0,1 M	6 mL
3.	Larutan HCl	0,1 M	6 mL
4.	Larutan CH <sub>3</sub> COONa	0,1 M	30 mL
5.	Larutan NH <sub>4</sub> Cl	0,1 M	30 mL
6.	Aquades	-	100 mL

### D. Cara 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  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 M dengan pipet volumetri dan masukan ke dalam tabung reaksi A.
4. Tambahkan 5 mL larutan  $\text{CH}_3\text{COONa}$  0,1 M dengan pipet volumetri ke dalam tabung reaksi A.
5. Ambilah 5 mL larutan  $\text{NH}_4\text{OH}$  0,1 M dengan pipet volumetri dan masukan ke dalam tabung reaksi B.
6. Tambahkan 5 mL larutan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  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 2. 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  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .
5. Isilah tabung 4 dengan 5 mL larutan  $\text{CH}_3\text{COONa}$ .
6. Isilah tabung 5 dengan 5 mL larutan  $\text{NH}_4\text{OH}$ .
7. Isilah tabung 6 dengan 5 mL larutan  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

### **E. Data Hasil Pengamatan**

Tabel 3. Hasil pengamatan kegiatan 1

No Tabung	Larutan	pH
A	Campuran 5 mL larutan $\text{CH}_3\text{COOH}$ 0,1 M + 5 mL larutan $\text{CH}_3\text{COONa}$	0,1 M
B	Campuran 5 mL larutan $\text{NH}_4\text{OH}$ 0,1 M + 5 mL larutan $\text{NH}_4\text{Cl}$	0,1 M

Tabel 4. Hasil pengamatan kegiatan 2

Tabung	Larutan	pH awal	pH Setelah Penambahan		
			HCl	NaOH	Aquades
1	Campuran 5 mL larutan $\text{NH}_4\text{OH}$ 0,1 M + 5 mL larutan $\text{NH}_4\text{Cl}$ (larutan tabung A pada kegiatan 1)				
2	Campuran 5 mL larutan $\text{NH}_4\text{OH}$ 0,1 M + 5 mL larutan $\text{NH}_4\text{Cl}$ 0,1 M (larutan tabung B pada kegiatan 1)				
3	Larutan $\text{CH}_3\text{COOH}$ 0,1 M 5 mL				
4	Larutan $\text{CH}_3\text{COO}^- \text{Na}^+$ 0,1 M 5 mL				
5	Larutan $\text{NH}_4\text{OH}$ 0,1 M 5 mL				
6	Larutan $\text{NH}_4\text{Cl}$ 0,1 M 5 mL				

#### F. Analisis 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?

## G. Kesimpulan

## G. Manfaat Larutan Penyangga

Pada umumnya reaksi-reaksi biokimia dalam tubuh makhluk hidup sangat sensitif dengan perubahan pH. Oleh karena itu, cairan tubuh harus merupakan larutan penyangga agar pH dengan senantiasa konstan ketika metabolisme berlangsung. Dalam kondisi normal, pH cairan tubuh termasuk darah berkisar antara 7,35 hingga 7,45. Adanya penyimpangan pH yang besar dari rentang ini sangat berbahaya. Jika nilai pH darah lebih besar dari 7,8 atau kurang dari 6,8 akan dapat menyebabkan kerusakan permanen pada organ tubuh atau bahkan berakibat kematian.

Setiap kondisi dimana pH darah turun di bawah 7,35 dikenal sebagai asidosis. Sementara itu, jika pH darah naik di atas 7,45 disebut alkalosis. Untuk mencegah asidosis dan alkalosis, tubuh bergantung pada sistem penyangga dalam cairan tubuh terutama darah. Di dalam tubuh terdapat beberapa larutan penyangga alami untuk mempertahankan kestabilan pH darah. Sistem penyangga alami ini terdiri atas larutan penyangga karbonat dan larutan penyangga fosfat.

### A. Sistem penyangga karbonat dalam darah

Darah memiliki fungsi penting dalam mendistribusikan oksigen dari sari-sari makanan ke seluruh tubuh, mengangkut limbah metabolisme tubuh, seperti CO<sub>2</sub>, urea dan asam laktat untuk dibuang melalui alat ekskresi tubuh, menjaga suhu tubuh, dan lain-lain. Secara garis besar, keberadaan sistem penyangga karbonat-bikarbonat dapat digambarkan dalam persamaan reaksi berikut.



Darah mempunyai pH yang relatif tetap, yaitu sekitar 7,4. Hal ini dikarenakan adanya sistem penyangga H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>/HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> sehingga meskipun darah termasuk berbagai zat yang bersifat asam maupun basa, pengaruhnya terhadap perubahan pH

## Info Kimia

### Larutan Penyangga dalam air ludah

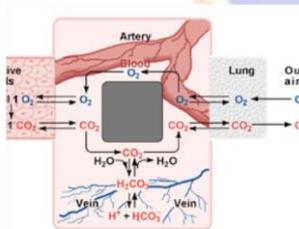
Air ludah selain berfungsi untuk menjaga kelembapan mulut ternyata berperan sebagai larutan penyangga. Air ludah dapat mempertahankan pH dalam mulut tetap berada pada kisaran 6,8. Air ludah mengandung larutan penyangga fosfat yang dapat mencegah kerusakan gigi akibat kikisan asam-asam yang terbentuk akibat sisa-sisa makanan yang membusuk di sela-sela gigi.

Sumber: <https://docplayer.info/30332108-Aplikasi-larutan-buffer-dalam-kehidupan-sehari-hari.html>



Sumber: Biofar.id

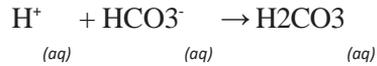
Gambar 12. sel darah merah manusia



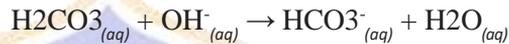
Sumber.: Dokumentasi Penulis

Gambar 13. Carakerjalarutan penyangga dalam darah

dapat dinetralkan. Jika darah termasuk zat yang bersifat asam, ion  $H^+$  dari asam tersebut akan bereaksi dengan ion  $HCO_3^-$ . Persamaan reaksi ionisasinya adalah sebagai berikut.



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



Apabila metabolisme tubuh meningkat (misalnya akibat olah raga), maka pada proses metabolisme tersebut banyak dihasilkan zat-zat yang bersifat asam masuk ke dalam aliran darah sehingga akan bereaksi dengan  $HCO_3^-$  dalam darah menghasilkan  $H_2CO_3$ , kemudian  $H_2CO_3$  akan terurai menjadi karbon dioksida  $CO_2$  dan  $H_2O$ . Akibatnya adalah pernapasan berlangsung lebih cepat agar darah dapat membuang  $CO_2$  ke dalam paru-paru dengan cepat.

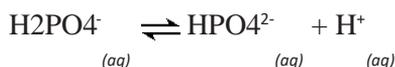
Hal yang sebaliknya akan terjadi jika pada kondisi tertentu darah banyak mengandung basa. Adanya basa akan diikat oleh  $H_2CO_3$  yang selanjutnya berubah menjadi  $HCO_3^-$ . Dengan demikian, gas  $CO_2$  dari paru-paru akan larut ke dalam darah membentuk  $H_2CO_3$ . Hal ini juga akan menyebabkan pernafasan menjadi lebih cepat.

Jika mekanisme pengaturan pH dalam tubuh gagal, misalnya saat sakit dan pH darah turun sampai  $< 7$  atau naik sampai  $> 7,8$  dapat menyebabkan kerusakan permanen pada organ tubuh atau bahkan kematian. Penyakit dimana pH darah terlalu rendah disebut asidosis. Asidosis disebabkan oleh penyakit jantung,

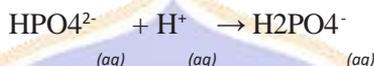
penyakit ginjal, diabetes melitus, diare hebat dan lain-lain, sedangkan bila pH darah terlalu tinggi disebut alkalosis. Alkalosis dapat terjadi sebagai akibat dari muntah hebat, ataupun hiperventilasi yang merupakan bernafas terlalu berlebihan.

## B. Sistem penyangga fosfat dalam cairan intra sel

Penyangga fosfat merupakan penyangga yang berada di dalam sel. Penyangga ini adalah campuran dari asam lemah, yaitu ion dihidrogen fosfat ( $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$ ).



Jika dari proses metabolisme sel dihasilkan banyak zat yang bersifat asam, maka akan segera bereaksi dengan ion  $\text{HPO}_4^{2-}$ . Reaksinya adalah sebagai berikut.



Jika pada proses metabolisme sel menghasilkan senyawa yang bersifat basa, maka ion  $\text{OH}^-$  akan bereaksi dengan ion  $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$ .



Perbandingan  $[\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}]/[\text{HPO}_4^{2-}]$  selalu tetap dan akibatnya pH tetap pada kisarannya.

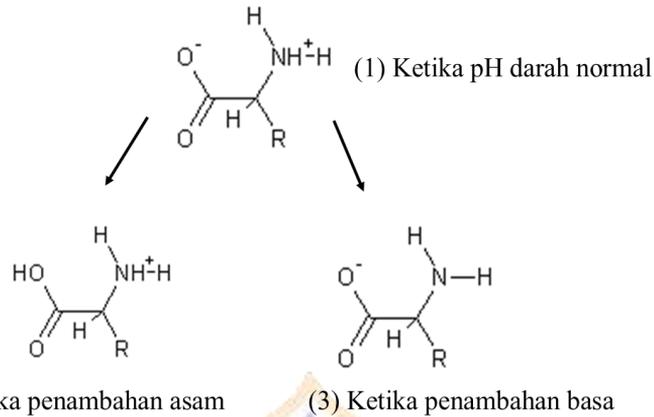
## C. Sistem penyangga asam amino

Protein adalah senyawa organik yang terdiri atas asam amino yang terangkai (seperti sebuah rantai) yang merupakan komponen utama struktur tiap organ dari makhluk hidup. Asam amino mempunyai gugus fungsi amino ( $-\text{NH}_2$ ) dan karboksil ( $-\text{COOH}$ ) yang terikat pada atom karbon yang sama, sehingga kedua gugus tersebut dapat membentuk ion positif (asam) dan membentuk ion negatif (basa) yang disebut switter ion (bersifat amfoter yang memiliki struktur berbeda dalam suasana asam dan basa). Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut.



Gugus karboksil pada pH darah normal adalah  $-\text{COO}^-$  dan gugus aminonya  $-\text{NH}_3^+$ . Apabila tubuh kelebihan asam maka kelebihan ion  $\text{H}^+$  akan diikat oleh gugus  $-\text{COO}^-$  membentuk  $-\text{COOH}$ , demikian pula sebaliknya jika ada kelebihan ion  $\text{OH}^-$  maka akan diikat oleh gugus  $-\text{NH}_3^+$  dan akan melepaskan ion  $\text{H}^+$  dan berubah menjadi gugus  $-\text{NH}_2$ . Ion  $\text{H}_2^+$  akan dilepaskan oleh  $-\text{NH}_3^+$  akan bereaksi dengan ion  $\text{OH}^-$  membentuk air. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada struktur asam amino dan

perubahannya pada gambar di bawah ini.



Pada pH darah normal, asam amino memiliki struktur seperti pada gambar nomor (1). Gugus karboksilnya adalah  $\text{-COO}^-$  dan gugus amino  $\text{-NH}_3^+$ . Ketika darah mengalami penambahan asam, atau peningkatan konsentrasi ion  $\text{H}^+$ , gugus karboksil  $\text{COO}^-$  mengikat ion  $\text{H}^+$  membentuk gugus  $\text{-COOH}$  (seperti gambar nomor 2). Ketika darah mengalami penambahan basa atau peningkatan konsentrasi ion  $\text{OH}^-$ , gugus amino  $\text{-NH}_3^+$  akan melepaskan ion  $\text{H}^+$  dan berubah menjadi gugus  $\text{NH}_2$  (seperti gambar nomor 3). Ion  $\text{H}^+$  yang dilepaskan oleh  $\text{-NH}_3^+$  akan bereaksi dengan ion  $\text{OH}^-$  membentuk air, dan tetap menjaga pH di sekitar 7,4.

## RANGKUMAN

- Larutan penyangga adalah larutan yang pH-nya tidak berubah meskipun ditambah sedikit asam, sedikit basa, ataupun diencerkan.
- Larutan penyangga asam terdiri dari suatu asam lemah dengan basa konjugasinya.
- Larutan penyangga basa terdiri dari suatu basa lemah dengan asam konjugasinya.
- Kapasitas penyangga adalah kemampuan atau keefektifan suatu sistem penyangga untuk mencegah penambahan asam atau basa terhadap perubahan pH yang besar . semakin besar konsentrasi komponen sistem

$$\text{Penyangga asam: } pH = pK_a - \log \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol anion garam}}$$

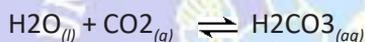
$$\text{Penyangga basa: } pOH = pK_b - \log \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol kation garam}}$$

- Larutan penyangga dalam makhluk hidup terdiri atas larutan karbonat, larutan penyangga fosfat, dan larutan penyangga protein.

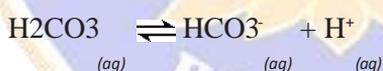
## Kimia dalam Kehidupan Sehari-hari

### Sistem Penyangga pada Air Laut

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  $\text{NaHCO}_3$  dan gas  $\text{CO}_2$  dari udara yang terlarut. Di dalam air laut, gas  $\text{CO}_2$  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:



Sumber.: Dokumentasi Penulis

Gambar 14. Air laut

Konsentrasi  $\text{H}_2\text{CO}_3$  berasal dari gas  $\text{CO}_2$  terlarut dan konsentrasi  $\text{HCO}_3^-$  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.

## Uji Kemampuan

**Pilihlah satu jawaban yang benar!**

1. Larutan penyangga adalah larutan yang pHnya...
  - a. mudah sekali berubah ketika ditambahkan asam, basa, dan pengenceran
  - b. relatif tidak berubah ketika ditambahkan sedikit asam, sedikit basa, dan pengenceran
  - c. tidak berubah ketika ditambahkan asam atau basa, tetapi berubah ketika diencerkan
  - d. mudah sekali berubah ketika ditambahkan sedikit asam atau sedikit basa
  - e. tidak berubah ketika ditambahkan asam, berubah ketika ditambahkan basa dan diencerkan.
2. Cermati pernyataan-pernyataan berikut!
  - i. Larutan penyangga merupakan larutan yang terdiri atas asam lemah dan garamnya dari basa kuat (basa konjugasi) atau basa lemah dan garamnya dari asam kuat (asam konjugasi).
  - ii. Larutan penyangga merupakan larutan yang terdiri atas asam kuat dan garamnya dari basa lemah atau basa kuat dan garamnya dari asam lemah.
  - iii. Larutan penyangga merupakan larutan yang terdiri atas asam lemah dan garamnya dari basa lemah atau basa lemah dan garamnya dari asam lemah.
  - iv. Penambahan asam pada larutan penyangga dapat dinetralisasi oleh ion basa konjugasi pada sistem penyangga asam atau oleh molekul basa pada penyangga basa.
  - v. Penambahan basa pada larutan penyangga dapat dinetralisasi oleh molekul asam pada sistem penyangga asam atau oleh ion asam konjugasi pada sistem penyangga basa.

Kombinasi pernyataan yang membangun definisi larutan penyangga adalah...

- a. i, ii, dan v
- b. i, iii, dan iv
- c. i, iv, dan v
- d. ii, iii, dan iv



- e. ii, iii, dan v
3. Larutan penyangga adalah larutan yang mampu mempertahankan pH pada kisarannya kecuali pada pengaruh ....
- Penambahan air 5 kali semula
  - Penambahan sedikit asam lemah
  - Penambahan sedikit asam kuat
  - Penambahan banyak asam kuat
  - Penambahan sedikit basa kuat
4. Dalam sebuah praktikum tentang sifat larutan penyangga, seorang siswa menyampurakan 100 mL ammonium hidroksida ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) 0,1 M dengan 50 mL asam klorida ( $\text{HCl}$ ) 0,1 M. Kemudian, pH larutan hasil pencampuran tersebut diukur. Larutan tersebut kemudian ditambahkan sedikit asam atau sedikit basa, kemudian pH-nya diukur lagi. Berikut adalah data hasil pengukuran pH larutan tersebut.

Perlakuan	pH
Sebelum	9,26
Setelah ditetesi sedikit asam	9,24
Setelah ditetesi sedikit basa	9,28

Berdasarkan data pH di atas, larutan tersebut adalah larutan penyangga. Komponen larutan penyangga tersebut adalah....

- $\text{NH}_4\text{OH}$  dan  $\text{HCl}$
  - $\text{NH}_4\text{Cl}$  dan  $\text{HCl}$
  - $\text{NH}_4\text{OH}$  dan  $\text{H}_2\text{O}$
  - $\text{NH}_4\text{OH}$  dan  $\text{NH}_4^+$
  - $\text{H}_2\text{O}$  dan  $\text{HCl}$
5. Diketahui data percobaan adalah sebagai berikut.

Larutan	pH awal	pH larutan setelah Penambahan		
		Air	Sedikit asam	Sedikit basa
1	4,17	5,25	3,00	7,00
2	4,23	6,70	3,55	8,50

3	4,50	4,90	2,32	11,00
4	5,00	4,45	4,25	13,00
5	4,25	4,20	4,19	4,50

Dari data percobaan di atas, yang menunjukkan sifat larutan penyangga adalah....

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

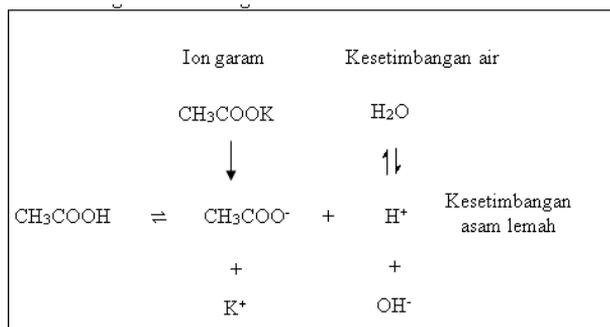
6. Perhatikan tabel berikut!

Larutan	pH awal	pH larutan 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	4,00	4,75	3,25	6,25
S	8,00	9,26	6,00	11,00
T	2,00	2,50	1,70	3,40

Dari data percobaan di atas, yang menunjukkan sifat larutan penyangga adalah...

- P
- Q
- R
- S
- T

7. Perhatikan bagan kesetimbangan asam lemah dan air dalam sistem berikut.



Apa yang terjadi jika dalam sistem tersebut ditambahkan sedikit basa...

- ion  $\text{OH}^-$  (basa) akan bereaksi dengan  $\text{H}^+$  membentuk  $\text{H}_2\text{O}$  (air) sehingga kesetimbangan air bergeser ke atas dan  $\text{H}^+$  berkurang
  - Ion  $\text{OH}^-$  (basa) akan bereaksi dengan  $\text{K}^+$  membentuk  $\text{NaOH}$ , sehingga kesetimbangan tidak bergeser.
  - Ion  $\text{OH}^-$  (basa) akan tetap berada dalam sistem larutan, sehingga kesetimbangan tidak bergeser.
  - Ion  $\text{OH}^-$  (basa) akan bereaksi dengan  $\text{H}^+$  membentuk  $\text{H}_2\text{O}$  (air) sehingga kesetimbangan air bergeser ke bawah dan  $\text{H}^+$  bertambah.
  - Ion  $\text{OH}^-$  (basa) akan tetap berada dalam sistem larutan, sehingga kesetimbangan air bergeser ke bawah dan  $\text{H}^+$  bertambah
8. Sebanyak 50 mL larutan  $\text{NH}_3$  0,1 M ( $K_b = 10^{-5}$ ) dicampur dengan 100 mL larutan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  0,5 M. Berapakah pH larutan tersebut...
- 3
  - 9
  - 8
  - 6
  - 5
9. Perbandingan volume  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 M ( $K_a = 10^{-5}$  M) dan  $\text{NaOH}$  0,1 M yang harus dicampurkan untuk memperoleh larutan penyangga dengan pH = 6 adalah....
- 2 : 1
  - 2 : 10
  - 10 : 1

- d. 11 :1
- e. 11 :10

10. Larutan basa lemah LOH ditambahkan padatan garam  $\text{L}_2\text{SO}_4$ , sehingga konsentrasi LOH menjadi 0,1 M dan konsentrasi  $\text{L}_2\text{SO}_4$  sebesar 0,05 M. Bila  $K_b \text{ LOH} = 10^{-5}$  maka pH campuran adalah...

- a. 11
- b. 5
- c.  $9 + \log 2$
- d.  $5 - \log 2$
- e. 9

11. Terdapat beberapa larutan berikut.

- 1) 50 mL  $\text{NH}_4\text{OH}$  0,3 M
- 2) 50 mL  $\text{HCN}$  0,5 M
- 3) 50 mL  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,2 M
- 4) 50 mL  $\text{HCl}$  0,3 M
- 5) 50 mL  $\text{KOH}$  0,1 M

Pasangan larutan yang jika dicampurkan dapat membentuk larutan penyangga adalah adalah...

- a. 1 dan 4
- b. 2 dan 4
- c. 3 dan 5
- d. 2 dan 3
- e. 4 dan 5

12. Perhatikan pasangan larutan berikut ini.

- 1) 50 mL  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,2 M dan 50 mL  $\text{NaOH}$  0,1 M
- 2) 50 mL  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,2 M dan 100 mL  $\text{NaOH}$  0,1 M
- 3) 50 mL  $\text{H}_2\text{CO}_3$  0,2 M dan 100 mL  $\text{NH}_3$  0,1 M
- 4) 50 mL  $\text{HCl}$  0,1 M dan 100 mL  $\text{NH}_4\text{OH}$  0,1 M
- 5) 50 mL  $\text{HCl}$  0,1 M dan 50 mL  $\text{NaOH}$  0,2 M

Pasangan larutan yang pH-nya tidak akan berubah apabila ditambahkan sedikit asam, basa, atau dengan pengenceran adalah...

- a. 1 dan 2
- b. 1 dan 3



- c. 1 dan 4
- d. 1 dan 5
- e. 2 dan 3

13. Campuran asam sitrat dan natrium sitrat dapat berfungsi untuk mengatur keasaman makanan/minuman. Campuran tersebut adalah larutan penyangga sebagai sistem kesetimbangan asam yang mengandung...

- a. Banyak molekul asam sitrat yang dapat bereaksi dengan  $\text{OH}^-$  dan banyak anion sitrat yang dapat bereaksi dengan  $\text{H}^+$ .
- b. Banyak molekul asam sitrat yang dapat menghasilkan ion  $\text{H}^+$  tetapi sedikit ion  $\text{H}^+$  yang mampu bereaksi dengan ion  $\text{OH}^-$ .
- c. Banyak anion sitrat yang mampu bereaksi dengan  $\text{H}^+$  tetapi sedikit ion  $\text{H}^+$  yang mampu bereaksi dengan ion  $\text{OH}^-$ .
- d. Banyak molekul asam sitrat yang mampu menghasilkan ion  $\text{OH}^-$  dan banyak ion  $\text{K}^+$  yang mampu bereaksi dengan ion  $\text{OH}^-$ .
- e. Banyak ion anion sitrat yang mampu bereaksi dengan ion  $\text{H}^+$  tetapi tidak ada ion  $\text{H}^+$  yang mampu bereaksi dengan ion  $\text{OH}^-$ .

14. Jika zat-zat yang terdapat dalam obat-obatan yang dikonsumsi dalam kehidupan sehari-hari bersifat basa masuk ke dalam tubuh, maka ion  $\text{OH}^-$  dari zat tersebut akan bereaksi dengan...

- a.  $\text{CO}_2$
- b.  $\text{H}_2\text{CO}_3^-$
- c.  $\text{H}_2\text{O}$
- d.  $\text{CO}_3^-$
- e.  $\text{H}_2\text{CO}_3$

15. Adanya larutan penyangga menyebabkan produk-produk buatan pabrik semakin bervariasi. Perkembangan produk buatan pabrik berjalan sesuai dengan perkembangan teknologi, diantaranya...

- 1) teknologi pembuatan obat kumu
- 2) teknologi pembuatan obat tetes mata
- 3) teknologi pembuatan makanan/minuman kemasan
- 4) teknologi pembuatan minyak kelapa

Teknologi yang menerapkan konsep larutan penyangga adalah...

- a. 1 dan 4

- b. 1, 2, dan 3
- c. 1, 2, dan 4
- d. 1, 3, dan 4
- e. 2, 3, dan 4

ESSAY

1. 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!
  - a.  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COOK}$
  - b.  $\text{NH}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
  - c.  $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$

Jawab: .....

.....

.....

.....

2. Hitunglah pH larutan penyangga asam yang dibuat dengan mencampurkan 50 mL larutan asam asetat 0,2 M dengan 25 mL larutan natrium hidroksida 0,3 M! ( $K_a \text{CH}_3\text{COOH} = 1,8 \times 10^{-5}$ )

Jawab: .....

.....

.....

.....

3. 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!

Jawab: .....

.....





.....  
.....

4. 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?

Jawab: .....

.....

.....

.....

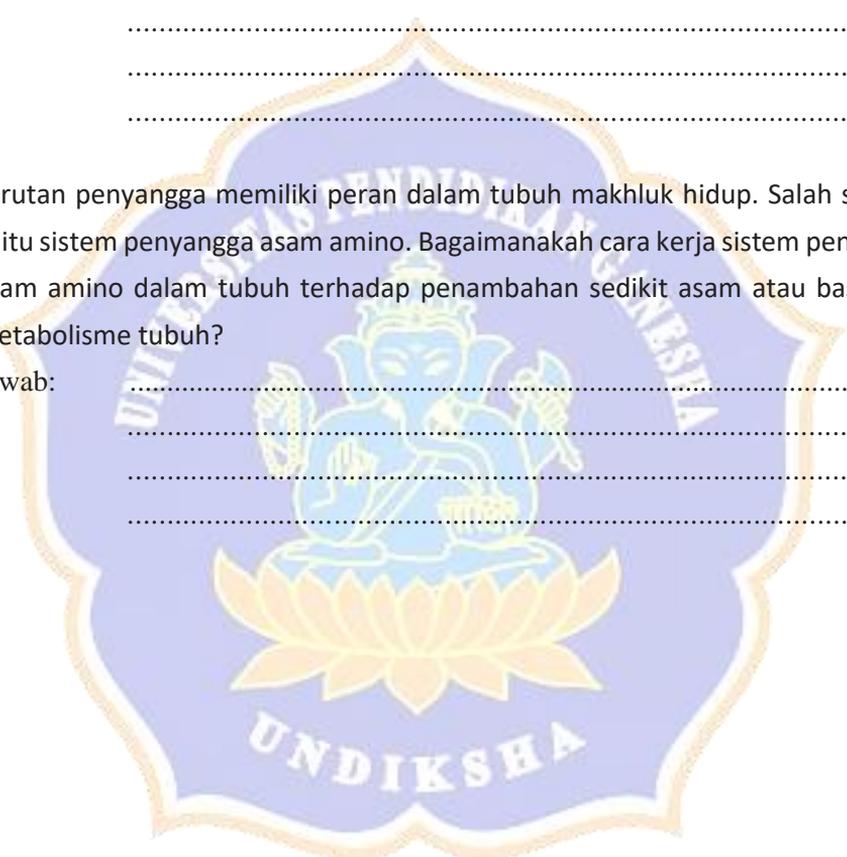
5. Larutan penyangga memiliki peran dalam tubuh makhluk hidup. Salah satunya yaitu sistem penyangga asam amino. Bagaimanakah cara kerja sistem penyangga asam amino dalam tubuh terhadap penambahan sedikit asam atau basa hasil metabolisme tubuh?

Jawab: .....

.....

.....

.....



## KUNCI JAWABAN

### Latihan Soal 1

- Bukan larutan penyangga
- Bukan larutan penyangga
- Larutan penyangga
- Bukan larutan penyangga

### Latihan Soal 2

- Merupakan larutan penyangga yang memiliki pH 3,167 dan bersifat asam
- 1:1

### Latihan Soal 3

- $$\text{HCl}_{(aq)} + \text{NH}_3_{(aq)} \rightarrow \text{NH}_4\text{OH}_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$$
$$\text{NaOH}_{(aq)} + \text{NH}_4^+_{(aq)} \rightarrow \text{NH}_4\text{OH}_{(aq)} + \text{Na}^+_{(aq)}$$
- Setelah penambahan NaOH pH= 9,2704  
Setelah penambahan HCL pH= 9,2704

### Uji Kemampuan

Pilihan ganda

- |      |       |       |
|------|-------|-------|
| 1. B | 6. B  | 11. C |
| 2. C | 7. A  | 12. C |
| 3. D | 8. C  | 13. A |
| 4. D | 9. D  | 14. E |
| 5. E | 10. E | 15. A |

Essay

- Komponen-komponennya adalah.
  - CH<sub>3</sub>COOH (asam lemah) + CH<sub>3</sub>COOK (garam/basa konjugasinya) dan termasuk larutan penyangga asam.
  - NH<sub>3</sub> (basa lemah) + (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (garam/asam konjugasinya) dan termasuk larutan penyangga basa.
  - H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (asam lemah) + NaHCO<sub>3</sub> (garam/basa konjugasinya) dan termasuk larutan penyangga asam.

2.  $\text{pH} = 5,22$

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  $\text{H}^+$  (asam), ion  $\text{H}^+$  tersebut akan bereaksi dengan ion  $\text{HPO}_4^{2-}$  membentuk  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  sehingga pH menjadi relatif stabil.

4. Komponen penyangga fosfat :  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  dan  $\text{HPO}_4^{2-}$  komponen penyangga karbonat yaitu :  $\text{H}_2\text{CO}_3$  dan  $\text{HCO}_3^-$

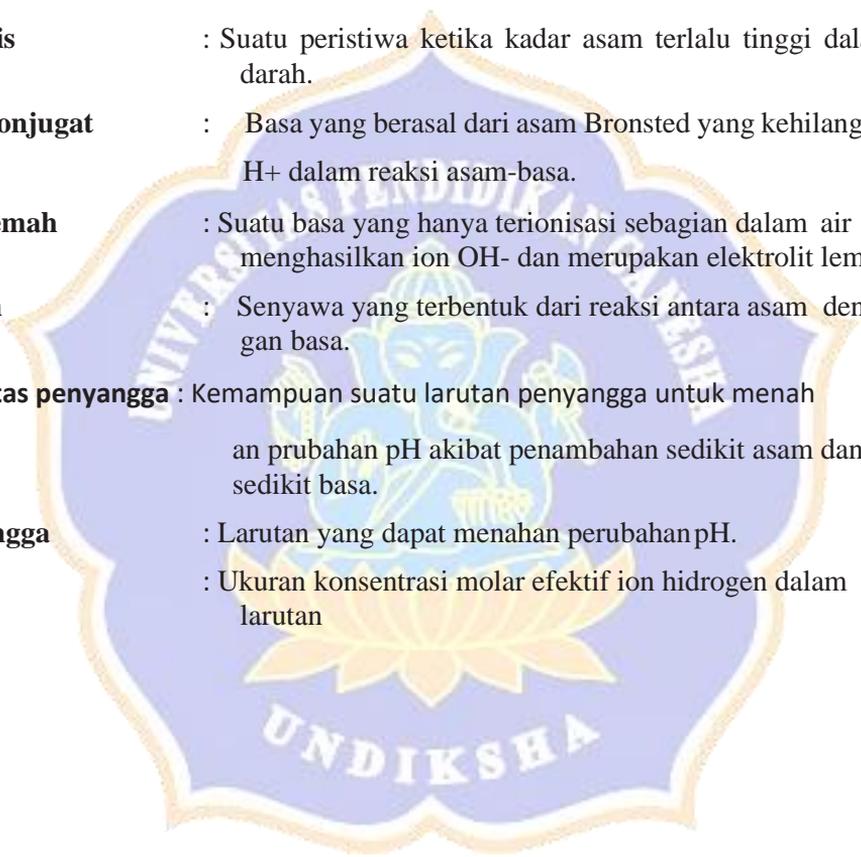
5. Asam amino bersifat basa, oleh karena itu dapat berfungsi sebagai larutan penyangga dalam tubuh. Apabila terdapat kelebihan ion  $\text{H}^+$  dalam tubuh akan diikat oleh gugus pada asam amino yang bersifat basa. Bila ada kelebihan ion  $\text{OH}^-$  akan diikat oleh gugus yang bersifat asam, sehingga 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
- 



## GLOSARIUM

Chang, R. 2005. *Kimia Dasar: Konsep-konsep Inti Jilid 2*. Terjemahan S.S. Achmadi.

General Chemistry: The Essential Concepts. 2003. Jakarta: Erlangga.

Herawati, R. F., S. Mulyani, & T. Redjeki. 2013. Pembelajaran Kimia Berbasis Multiple Representasi Ditinjau dari Kemampuan Awal Terhadap Prestasi Belajar Laju Reaksi Siswa SMA Negeri Karanganyar Tahun Pelajaran 2011/2012. *Jurnal Pendidikan Kimia (JPK)*, 2(2): 38-43.

Jansoon, N., R. K. Coll, & E. Somsook. 2009. Understanding Mental Models of Dilution in Thai Students. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(2): 147-168.

Pemayun, T. I. A. T. D. 2020. Pengembangan Unit Kegiatan Belajar Berorientasi Percobaan Pembuktian Pada Materi Larutan Penyangga. *Skripsi*. Program Studi Pendidikan Kimia. Universitas Pendidikan Ganesha.

Sutresna, N., Dindin S., & Tati, H. 2016. *Buku Siswa Aktif dan Kreatif Belajar Kimia Untuk SMA/MA Kelas XI Kelompok Peminatan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*. Jakarta: Grafindo Media Pratama.

Sunarya, Y. 2012. *Kimia Dasar 2 Berdasarkan Prinsip-Prinsip Kimia Terkini*.

Bandung: Yrama Widya.

Sunyono, L. Yuanita, & M. Ibrahim. 2015. Supporting Student in Learning with Multiple Representation to Improve Student Mental Models on Atomic Structure. *Science Education International*, 26(2): 104-125. Syukri. 1999. *Kimia Dasar 2*. Bandung: Penerbit ITB.

Watoni, H., Dini, K., & Meta, J. 2016. *Kimia Untuk SMA/MA Kelas XI*. Badung: Yrama Widya.

## GLOSARIUM

### A

asam 1-12,16,17,18,20-30

asam konjugasi 5, 11, 15

anion 11,25

### B

basa 1-15, 19, 20, 25-30

basa konjugasi 4, 7, 11, 12

buffer 1-20, 25, 27

### I

indikator 8,16

ionisasi 16, 17, 18, 20

### M

molekul 5

### P

partikel 1

penyangga asam 4, 8, 9, 10, 11, 12

penyangga basa 5, 6, 7, 13, 14, 15

penyangga fosfat 23

penyangga karbonat 21, 22

protein 23

# GLOSARIUM





## BIODATA PENULIS

Ni Putu Darma Yanti lahir di Sakti Buana pada tanggal 13 Juni 1999. Penulis lahir dari pasangan suami istri Bapak Ketut Sudarsana dan Ibu Made Sudarmi. Penulis Berkebangsaan Indonesia dan Beragama Hindu. Kini penulis beralamat di Sakti Buana, Kecamatan Seputih Banyak, Kabupaten Lampung Tengah, Provinsi Lampung. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SD Negeri 2 Sakti Buana dan lulus pada tahun 2011. Kemudian penulis melanjutkan di SMP Negeri 2 Way Seputih dan lulus pada tahun 2014. Pada tahun 2016, penulis lulus dari SMA Negeri 1 Seputih Banyak dan melanjutkan ke S1 Jurusan Kimia, Program Studi Pendidikan Kimia. Pada semester akhir tahun 2021 penulis telah menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Pengembangan Buku Ajar Berbasis Tiga Level Representasi Kimia pada Materi Larutan Penyangga".



## RIWAYAT HIDUP



Ni Putu Darma Yanti lahir di Sakti Buana pada tanggal 13 Juni 1999. Penulis lahir dari pasangan suami istri Bapak Ketut Sudarsana dan Ibu Made Sudarmi. Penulis berkebangsaan Indonesia dan beragama Hindu. Kini penulis beralamat di Banjar Pale Sari, Desa Sakti Buana, Kecamatan Seputih Banyak, Kabupaten Lampung Tengah, Provinsi Lampung. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SD Negeri 2 Sakti Buana dan lulus pada tahun 2011. Kemudian penulis melanjutkan di SMP Negeri 2 Way Seputih dan lulus pada tahun 2014. Pada tahun 2017, penulis lulus dari SMA Negeri 1 Seputih Banyak. Setelah lulus SMA, penulis melanjutkan kuliah S1 Pendidikan Kimia di Universitas Pendidikan Ganesha. Mulai tahun 2017 sampai dengan penulisan skripsi ini, penulis masih terdaftar sebagai mahasiswa Program S1 Pendidikan Kimia di Universitas Pendidikan Ganesha.

