

# E-LKPD LARUTAN PENYANGGA

Berorientasi Inkuiiri Terbimbing  
Pertemuan 2



Disusun oleh:

**Intan Nanda W**

Dosen Pembimbing

**Prof. Dr. Hj. Rudiana Agustini, M.Pd.**

## KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

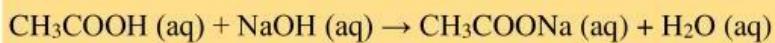
### Tujuan Pembelajaran

- 11.18.4 Peserta didik dapat menjelaskan prinsip kerja larutan penyangga
- 11.18.5 Peserta didik dapat menganalisis peran larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup dan kehidupan sehari-hari
- 11.19.3 Peserta didik dapat melakukan percobaan untuk membuat larutan penyangga pH tertentu
- 11.19.4 Peserta didik dapat menyimpulkan dan menyajikan hasil percobaan untuk membuat larutan penyangga pH tertentu

### Ringkasan Materi Pembelajaran

Derajat keasaman (pH) suatu larutan penyangga bergantung pada harga tetapan ionisasi asam lemah ( $K_a$ ) atau tetapan ionisasi basa lemah ( $K_b$ ), dan konsentrasi asam dan basa konjugasinya, atau basa dan asam konjugasinya.

**Larutan penyangga asam lemah dan basa konjugasinya** dapat dibuat dengan mereaksikan asam lemah  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dengan basa kuat  $\text{NaOH}$ . Hasil reaksi yang terbentuk adalah  $\text{CH}_3\text{COONa}$ . Campuran antara  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dan  $\text{CH}_3\text{COONa}$  berperan sebagai larutan penyangga (*buffer*).



Jika  $\text{NaOH}$  habis bereaksi, maka dalam kesetimbangan akan terbentuk campuran  $\text{CH}_3\text{COONa}$  dengan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  sisa. Dalam air, kedua campuran tersebut akan mengalami reaksi ionisasi sebagai berikut:

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

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

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

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

$pK_a = -\log K_a$ , maka:

$$pH = pK_a - \log \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]}$$

$$pH = pK_a - \log \frac{\text{sisa asam}}{\text{garam}}$$

Jika konsentrasi dinyatakan sebagai banyaknya mol per liter, maka persamaan di atas dapat dituliskan:

$$[H^+] = K_a \times \frac{\text{mol sisa asam}}{\text{mol garam}}$$

$$[H^+] = K_a \times \frac{na}{ng}$$

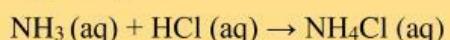
Keterangan:

$[H^+]$  = konsentrasi ion  $H^+$

$K_a$  = tetapan ionisasi asam

$pH$  = derajat keasaman

**Larutan penyangga basa lemah dan asam konjugasinya** dapat dibuat dengan mereaksikan basa lemah  $NH_3$  dengan asam kuat  $HCl$ . Hasil reaksi yang terbentuk adalah  $NH_4Cl$ . Campuran antara  $NH_3$  dan  $NH_4Cl$  berperan sebagai larutan penyangga (*buffer*).



Jika  $HCl$  habis bereaksi, maka dalam kesetimbangan akan terbentuk campuran  $NH_4Cl$  dengan  $NH_4OH$  sisa. Dalam air, kedua campuran tersebut akan mengalami reaksi ionisasi sebagai berikut:

$$K_b = \frac{[NH_4^+] [OH^-]}{[NH_3]}$$

$$[OH^-] = K_b \times \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$$

$$-\log [OH^-] = -\log K_b - \log \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$$

Dimisalkan bahwa  $pOH = -\log [OH^-]$  dan  $pKb = -\log Kb$ , maka:

$$pOH = pKb - \log \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$$

$$pOH = pKb - \log \frac{[sisa basa]}{[garam]}$$

Jika konsentrasi dinyatakan sebagai banyaknya mol per liter, maka persamaan di atas dapat dituliskan:

$$[OH^-] = Kb \times \frac{mol sisa basa}{mol garam}$$

$$[OH^-] = Kb \times \frac{nb}{ng}$$

Keterangan:

$[OH^-]$  = konsentrasi ion  $OH^-$

$Kb$  = tetapan ionisasi basa

$pOH$  = derajat kebasaan

## RINSIP KERJA LARUTAN PENYANGGA

Prinsip kerja larutan penyangga adalah terbentuknya keseimbangan antara asam lemah dan basa kuat atau basa lemah dan asam kuat. Ketika asam atau basa ditambahkan ke dalam larutan penyangga, maka akan terjadi perubahan keseimbangan tetapi konsentrasi ion hidrogen ( $H^+$ ) tetap stabil. Hal ini diakibatkan oleh adanya reaksi kimia yang terjadi antara asam atau basa dengan garam yang ada dalam larutan penyangga

## PERANAN LARUTAN PENYANGGA DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI

### A. Peranan Larutan Penyangga dalam Tubuh Makhluk Hidup

#### Pengontrol pH darah manusia

Darah memiliki senyawa penyangga  $H_2CO_3$  yang bersifat asam dan  $HCO_3^-$  sebagai basa konjugasi. Masuknya ion  $OH^-$  dan  $H^+$  saat

mengonsumsi makanan dapat bereaksi dengan larutan penyanga dalam darah sehingga pH darah tetap stabil.

#### **Pengontrol pH air liur manusia**

Makanan yang masuk ke dalam mulut, tentu akan memengaruhi tingkat keasaman di dalamnya. Kadar pH di dalam mulut harus selalu konstan agar tidak merusak email gigi. Larutan penyanga dalam air liur manusia membantu menjaga pH mulut tetap normal.

### **B. Peranan Larutan Penyanga dalam Industri**

#### **Industri farmasi**

Larutan penyanga berperan membantu menjaga suasana sehingga sesuai dengan kondisi yang diperlukan oleh zat aktif yang terkandung dalam obat. Di bidang farmasi (obat-obatan), banyak zat aktif yang harus berada dalam keadaan pH stabil. pH obat-obatan tersebut harus disesuaikan dengan pH cairan tubuh.

#### **Industri kosmetik**

Larutan penyanga sangat dibutuhkan dalam industri kosmetik, yang berperan dalam menyeimbangkan kebutuhan pH dari suatu produk yang akan digunakan oleh manusia.

#### **Industri makanan dan minuman**

Bahan pengawet dalam makanan dan minuman kaleng berasal dari larutan penyanga. Misalnya larutan penyanga yang berupa asam sitrat dan natrium sitrat. Keduanya biasa ditambahkan pada makanan yang dikalengkan. Kalau pH terjaga, tentunya produk makanan tersebut nggak akan mudah rusak oleh bakteri.

#### **Penetrat pH limbah industri**

Supaya limbah industri tidak menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan, dapat digunakan larutan penyanga untuk menetralisir nilai pH yang terlalu besar sifat asam atau basanya.



**Fase 1:** Memusatkan perhatian peserta didik dan menjelaskan proses inkui



**Gambar 1.** Larutan Penyangga pada Obat Tetes Mata

Obat tetes mata merupakan salah satu aplikasi dari larutan penyangga dalam industri farmasi. Obat tetes mata yang diteteskan pada selaput lendir mata di sekitar kelopak mata dan bola mata harus memiliki pH yang sama dengan air mata, yaitu sekitar 7,4. Dengan demikian, maka tidak akan menimbulkan rasa nyeri, pedih atau rasa terbakar pada mata. Obat tetes mata mengandung larutan penyangga asam borat. Asam borat mampu mempertahankan pH sehingga sesuai dengan pH air mata.



Model pembelajaran yang akan digunakan untuk mempelajari materi larutan penyangga adalah inkui terbimbing. Peserta didik akan dibagi menjadi beberapa kelompok, masing-masing kelompok akan diberikan *e-LKPD* yang di dalamnya terdapat fenomena. Berdasarkan fenomena tersebut, peserta didik diminta untuk membuat rumusan masalah, merumuskan hipotesis, melakukan percobaan yang alat dan bahan serta prosedurnya telah tercantum di dalam *e-LKPD*. Setelah melakukan percobaan, peserta didik diminta untuk menganalisis hasil percobaan yang telah dilakukan kemudian membuat kesimpulan. Selanjutnya peserta didik diminta untuk merefleksikan kesesuaian kesimpulan yang didapat dengan hipotesis dan fenomena.

## Fenomena

Fase 2: Menyajikan masalah/fenomena

### Perhatikan fenomena di bawah ini!

Nanda dan teman-temannya ingin tahu lebih lanjut mengenai larutan penyingga, mereka hendak melakukan penyelidikan ilmiah mengenai pembuatan larutan penyingga beserta kemampuannya mempertahankan pH. Setelah mencari tau melalui beberapa literatur, Nanda dan teman-temannya mengetahui bahwa apabila ingin membuat larutan penyingga dapat dibuat dari asam dan basa konjugasinya ataupun basa dan asam konjugasinya.

Nanda dan teman-temannya kemudian pergi ke laboratorium kimia di sekolahnya untuk mencari informasi tentang alat dan bahan apa sajakah yang diperlukan apabila ingin melakukan penyelidikan membuat larutan penyingga. Di laboratorium kimia tersedia larutan asam lemah  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dan basa konjugasinya yaitu  $\text{CH}_3\text{COONa}$  dengan  $K_a = 1,8 \times 10^{-5}$ , selain itu juga terdapat larutan basa lemah  $\text{NH}_4\text{OH}$  0,1 M dan asam konjugasinya  $\text{NH}_4\text{Cl}$  0,1 M dengan  $K_b = 1,8 \times 10^{-5}$ . Bahan-bahan tersebut bisa digunakan untuk membuat larutan penyingga asam dan larutan penyingga basa. Lalu juga tersedia  $\text{HCl}$  0,01 M dan  $\text{NaOH}$  0,01 M yang dapat digunakan sebagai pengujian penambahan asam kuat dan basa kuat. Selanjutnya Nanda dan teman-temannya mencari alat-alat untuk melakukan percobaan seperti indikator universal, gelas kimia, gelas ukur, pipet tetes, batang pengaduk.

pH meter yang ada di laboratorium sekolah mereka sedang rusak sehingga mereka tidak bisa menggunakan alat tersebut, mereka hanya bisa menggunakan indikator universal untuk mengukur pH. Akhirnya Nanda dan teman-temannya membandingkan nilai pH yang didapatkan ketika percobaan menggunakan indikator universal dengan nilai pH melalui perhitungan.



### Rumusan Masalah

KBK: Interpretasi

- Pilihlah rumusan masalah berikut yang sesuai dengan fenomena dan alat bahan yang tersedia di laboratorium sekolah Nanda
- Tuliskan di tempat yang telah disediakan! (Jawaban lebih dari 1)

Bagaimana perbandingan pH larutan penyanga melalui perhitungan dan melalui percobaan?

Bagaimana pengaruh penambahan asam kuat, basa kuat, dan pengenceran terhadap campuran larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dan  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ?

Bagaimana pengaruh penambahan asam kuat, basa kuat, dan pengenceran terhadap campuran larutan  $\text{NH}_4\text{OH}$  dan basa kuat  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ?

Bagaimana apabila larutan penyanga dalam obat tetes mata tidak ada?



### Hipotesis

Fase 3: Merumuskan hipotesis

KBK: Interpretasi

Dari rumusan masalah di atas, buatlah hipotesis yang sesuai!

### Variabel Percobaan

Sebelum melakukan percobaan, tentukan variabel-variabel percobaan berdasarkan fenomena di atas!

Variabel Kontrol



Variabel Bebas



Variabel Respon



Percobaan

- Konsentrasi HCl
- Konsentrasi NaOH
- Indikator universal
- Jenis minuman
- Campuran CH<sub>3</sub>COOH dan CH<sub>3</sub>COONa
- Campuran NH<sub>4</sub>OH dan NH<sub>4</sub>Cl
- pH larutan

Kegiatan di bawah ini merupakan kegiatan praktikum yang akan membantu kalian untuk mengumpulkan data guna membuktikan hipotesis yang telah kalian tulis. Lakukan kegiatan praktikum dengan baik dan benar.

**Kegiatan Praktikum:** Membuat Larutan Penyangga pH tertentu

Alat	Bahan
<ul style="list-style-type: none"><li>● Indikator universal</li><li>● Gelas kimia</li><li>● Gelas ukur</li><li>● Pipet tetes</li><li>● Batang pengaduk</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● CH<sub>3</sub>COOH</li><li>● CH<sub>3</sub>COONa</li><li>● NH<sub>4</sub>OH</li><li>● NH<sub>4</sub>Cl</li><li>● HCl</li><li>● NaOH</li><li>● Aquades</li></ul>

### Prosedur Percobaan

Percobaan	Prosedur
A	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Masukkan 20 mL larutan <math>\text{CH}_3\text{COOH}</math> 0,1 M ke dalam gelas kimia</li><li>2. Tambahkan 20 mL <math>\text{CH}_3\text{COONa}</math> 0,1 M, lalu ukur pH larutan dengan menggunakan indikator universal</li><li>3. Masukkan campuran larutan <math>\text{CH}_3\text{COOH}</math> dan <math>\text{CH}_3\text{COONa}</math> ke dalam gelas kimia 1, 2, dan 3 masing-masing 10 mL</li><li>4. Pada gelas kimia 1, tambahkan 2 mL larutan <math>\text{HCl}</math> 0,01 M lalu ukur pH nya</li><li>5. Pada gelas kimia 2, tambahkan 2 mL larutan <math>\text{NaOH}</math> 0,01 M lalu ukur pH nya</li><li>6. Pada gelas kimia 3, tambahkan 5 mL aquades lalu ukur pH nya</li></ol>
B	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Masukkan 20 mL larutan <math>\text{NH}_4\text{OH}</math> 0,1 M ke dalam gelas kimia</li><li>2. Tambahkan 20 mL <math>\text{NH}_4\text{Cl}</math> 0,1 M, lalu ukur pH larutan dengan menggunakan indikator universal</li><li>3. Masukkan campuran larutan <math>\text{NH}_4\text{OH}</math> dan <math>\text{NH}_4\text{Cl}</math> ke dalam gelas kimia 1, 2, dan 3 masing-masing 10 mL</li><li>4. Pada gelas kimia 1, tambahkan 2 mL larutan <math>\text{HCl}</math> 0,01 M lalu ukur pH nya</li><li>5. Pada gelas kimia 2, tambahkan 2 mL larutan <math>\text{NaOH}</math> 0,01 M lalu ukur pH nya</li><li>6. Pada gelas kimia 3, tambahkan 5 mL aquades lalu ukur pH nya</li></ol>

### Membuat Penjelasan Lebih Lanjut

Catatlah hasil percobaan yang sudah dilakukan dan isi tabel di bawah ini untuk membantu mempermudah menjawab pertanyaan selanjutnya.

### Tabel Pengamatan

Fase 4: Mengumpulkan data

Buatlah penyajian data secara sistematis dari percobaan yang sudah dilakukan!

Percobaan	pH Awal	pH Setelah Penambahan			Larutan Penyangga	
		HCl	NaOH	Aquades	Ya	Tidak
A						
B						



### Analisis Data

KBK: Analisis

Analisislah data hasil pengamatan kalian dengan menjawab pertanyaan di bawah ini

1. Berapakah pH larutan penyangga asam dan larutan penyangga basa sebelum ditambahkan HCl, NaOH, dan aquades berdasarkan percobaan?

2. Berapakah pH larutan penyangga asam dan larutan penyangga basa setelah ditambahkan HCl, NaOH, dan aquades berdasarkan percobaan?

3. Berapakah pH larutan penyangga asam sebelum ditambahkan HCl, NaOH, dan aquades berdasarkan perhitungan? ( $K_a = 1,8 \times 10^{-5}$ )

4. Berapakah pH larutan penyanga asam setelah ditambahkan HCl berdasarkan perhitungan?

5. Berapakah pH larutan penyanga asam setelah ditambahkan NaOH berdasarkan perhitungan?

6. Berapakah pH larutan penyanga asam setelah ditambahkan aquades berdasarkan perhitungan?

7. Berapakah pH larutan penyanga basa sebelum ditambahkan HCl, NaOH, dan aquades berdasarkan perhitungan? ( $K_b = 1,8 \times 10^{-5}$ )

8. Berapakah pH larutan penyanga basa setelah ditambahkan HCl berdasarkan perhitungan?

9. Berapakah pH larutan penyanga basa setelah ditambahkan NaOH berdasarkan perhitungan?

10. Berapakah pH larutan penyanga basa setelah ditambahkan aquades berdasarkan perhitungan?

**Kesimpulan**

**Fase 5:** Merumuskan penjelasan/kesimpulan

**KBK:** Inferensi



Buatlah kesimpulan berdasarkan percobaan yang telah dilakukan!



**Fase 6:** Merefleksikan permasalahan dan proses berpikir

**KBK:** Eksplanasi

### Kesesuaian dengan Hipotesis

Kerjakan soal-soal di bawah

1. Tuliskan kombinasi campuran yang dapat membentuk larutan penyangga!

2. Campuran yang dapat membentuk larutan penyangga pada rentang pH asam yaitu

3. Campuran yang dapat membentuk larutan penyangga pada rentang pH basa yaitu

Apakah kesimpulan sesuai dengan hipotesis? (diterima/ditolak). Jelaskan dengan pengetahuan yang kalian dapatkan!

## DAFTAR PUSTAKA

Rizky, F. (2017). Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Praktikum Berbasis Inkuiiri Terbimbing pada Sifat-Sifat Penyangga Obat Tetes Mata (Doctoral dissertation, Universitas Pendidikan Indonesia).

Sudarmo, U., Mitayani, N., 2017. Kimia untuk SMA/MA Kelas XI. Jakarta: Erlangga  
Sudarmo, Unggul. 2022. Kimia SMA/MA Kelas XI. Jakarta: Erlangga