

BAHAN AJAR

LARUTAN PENYANGGA

Menjaga Keseimbangan untuk Kehidupan

*"Kimia
untuk Kehidupan
yang Lebih Baik"*

KIMIA
SMA/MA KELAS XI
FASE F



KELAS
XI
FASE F



KONTEKSTUAL



BERBASIS
KEHIDUPAN NYATA



MENDORONG
LITERASI KIMIA



MENGUATKAN
PROFIL PELAJAR
PANCASILA

Penyusun:

Sunartri, S.Pd., M.Pd.

A. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

Setelah mengikuti kegiatan pembelajaran tentang **larutan penyangga**, siswa diharapkan mampu:

- 1) Menjelaskan pengertian larutan penyangga
- 2) Menjelaskan jenis-jenis larutan penyangga
- 3) Menjelaskan cara pembuatan larutan penyangga
- 4) Menjelaskan prinsip kerja larutan penyangga.
- 5) Menghitung pH larutan penyangga
- 6) Menjelaskan peran larutan penyangga dalam kehidupan sehari-hari.

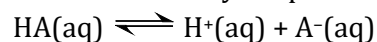
B. Uraian Materi

Pada pelajaran sebelumnya, kalian telah belajar tentang pH larutan. pH merupakan salah satu bagian penting dari kehidupan. Perubahan pH pada sistem sering kali mengakibatkan dampak yang tidak kita inginkan. Seorang penderita diabetes memiliki terlalu banyak asam organik yang akan mengakibatkan pH darahnya turun dari pH darah normal, sekitar 7,35-7,45; menjadikurangnya 7,00. Jika hal ini tidak segera ditangani, maka akan berdampak buruk bahkan bisa berakibat kematian bagi penderita tersebut. Pada dasarnya, di dalam tubuh manusia terdapat suatu sistem yang bisa mempertahankan pH darah terhadap gangguan yang bisa mengubah pH. Sistem ini disebut penyangga. Larutan penyangga atau sering disebut larutan buffer adalah larutan yang dapat mempertahankan pH pada kisarannya apabila ada upaya untuk menaikkan atau menurunkan pH. Larutan penyangga memiliki dua komponen yaitu asam dan basa. Asam akan berperan jika ada upaya untuk menaikkan pH, sedangkan basa akan berperan jika ada upaya untuk menurunkan pH. Asam dan basa di sini merupakan pasangan asam dan basa konjugasi. Larutan penyangga dapat dibagi menjadi dua, yaitu larutan penyangga asam dan larutan penyangga basa.

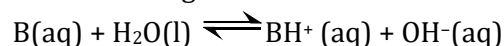


Gambar 1. Minuman sari jeruk dalam kemasan ditambahkan asam sitrat dan natrium sitrat untuk mengontrol pH agar tidak mudah rusak oleh bakteri

- Larutan penyangga asam mengandung suatu asam lemah (HA) dan basa konjugasinya (A⁻). Larutan penyangga asam mempertahankan pH pada daerah asam (pH < 7), contoh CH₃COOH/CH₃COO⁻. Persamaan umum reaksinya dapat dituliskan sebagai berikut.



- Larutan penyangga basa mengandung basa lemah (B) dan asam konjugasinya (BH⁺). Larutan penyangga basa mempertahankan pH pada daerah basa (pH > 7), contoh NH₃/NH₄⁺. Persamaan umum reaksinya dapat dituliskan sebagai berikut.



1) Membuat Larutan Penyangga

Mungkin kalian berpikir, mengapa CH₃COOH bukan merupakan larutan penyangga? Bukankah CH₃COOH terionisasi menjadi CH₃COO⁻ di dalam air? CH₃COOH terionisasi menjadi CH₃COO⁻ dan H⁺ di dalam air, tetapi jumlah CH₃COOH yang terionisasi sangat kecil, sehingga basa konjugasi CH₃COO⁻ yang terbentuk sangat sedikit. Molaritas basa konjugasi CH₃COO⁻ dapat dinaikkan dengan menambah suatu zat. Berikut ini adalah cara membuat larutan penyangga yang biasa dilakukan.

a) Membuat larutan penyangga asam

- Mempertahankan pH pada daerah asam (pH < 7).
- Mengandung suatu asam lemah (HA) dan basa konjugasinya (ion A⁻).

Larutan seperti ini dapat dibuat dengan berbagai cara, misalnya:

(1) Mencampurkan asam lemah dengan garamnya.

Contoh:

- Larutan CH_3COOH + larutan NaCH_3COO
komponen penyangganya: CH_3COOH dan CH_3COO^-)
- Larutan H_2CO_3 + larutan NaHCO_3
(komponen penyangganya: H_2CO_3 dan HCO_3^-)

(2) Mencampurkan suatu asam lemah dengan suatu basa kuat di mana asam lemah dicampurkan dalam jumlah berlebih.

Contoh:

100 mL larutan CH_3COOH 0,2 M + 100 mL larutan NaOH 0,1 M.

Jumlah mol CH_3COOH = 100 mL $\times$ 0,2 M = 20 mmol

Jumlah mol NaOH = 100 mL $\times$ 0,1 M = 10 mmol

Reaksi : $\text{CH}_3\text{COOH}(aq) + \text{NaOH}(aq) \rightarrow \text{NaCH}_3\text{COO}(aq) + \text{H}_2\text{O}(l)$

Reaksi ion: $\text{CH}_3\text{COOH}(aq) + \text{OH}^-(aq) \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^-(aq) + \text{H}_2\text{O}(l)$

	(asam lemah)	(basa konjugasi)
Awal	: 20 mmol	10 mmol
Reaksi	: -10 mmol	-10 mmol
Akhir	: 10 mmol	-

Campuran larutan merupakan penyangga karena mengandung CH_3COOH (asam lemah) dan ion CH_3COO^- (basa konjugasi dari CH_3COOH).

b) Membuat larutan penyangga basa

- Mempertahankan pH pada daerah basa ($\text{pH} > 7$).
- Mengandung suatu basa lemah (B) dan asam konjugasinya (BH^+).

Larutan penyangga basa dapat dibuat dengan cara:

(1) Mencampurkan suatu basa lemah dengan garamnya.

Contoh:

Larutan NH_3 + larutan NH_4Cl

(komponen penyangganya: NH_3 dan NH_4^+)

(2) Mencampurkan suatu basa lemah dengan asam kuat di mana basa lemahnya dicampurkan berlebih.

Contoh:

100 mL larutan NH_3 0,4 M (sama dengan 40 mmol) dicampurkan dengan 100 mL larutan HCl 0,2 M (sama dengan 20 mmol).

Reaksi: $\text{NH}_3(aq) + \text{HCl}(aq) \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}(aq)$

Reaksi ion: $\text{NH}_3(aq) + \text{H}^+(aq) \rightarrow \text{NH}_4^+(aq)$

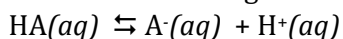
Awal	: 40 mmol	20 mmol	-
Reaksi	: -20 mmol	-20 mmol	+20 mmol
Akhir	: 20 mmol	-	20 mmol

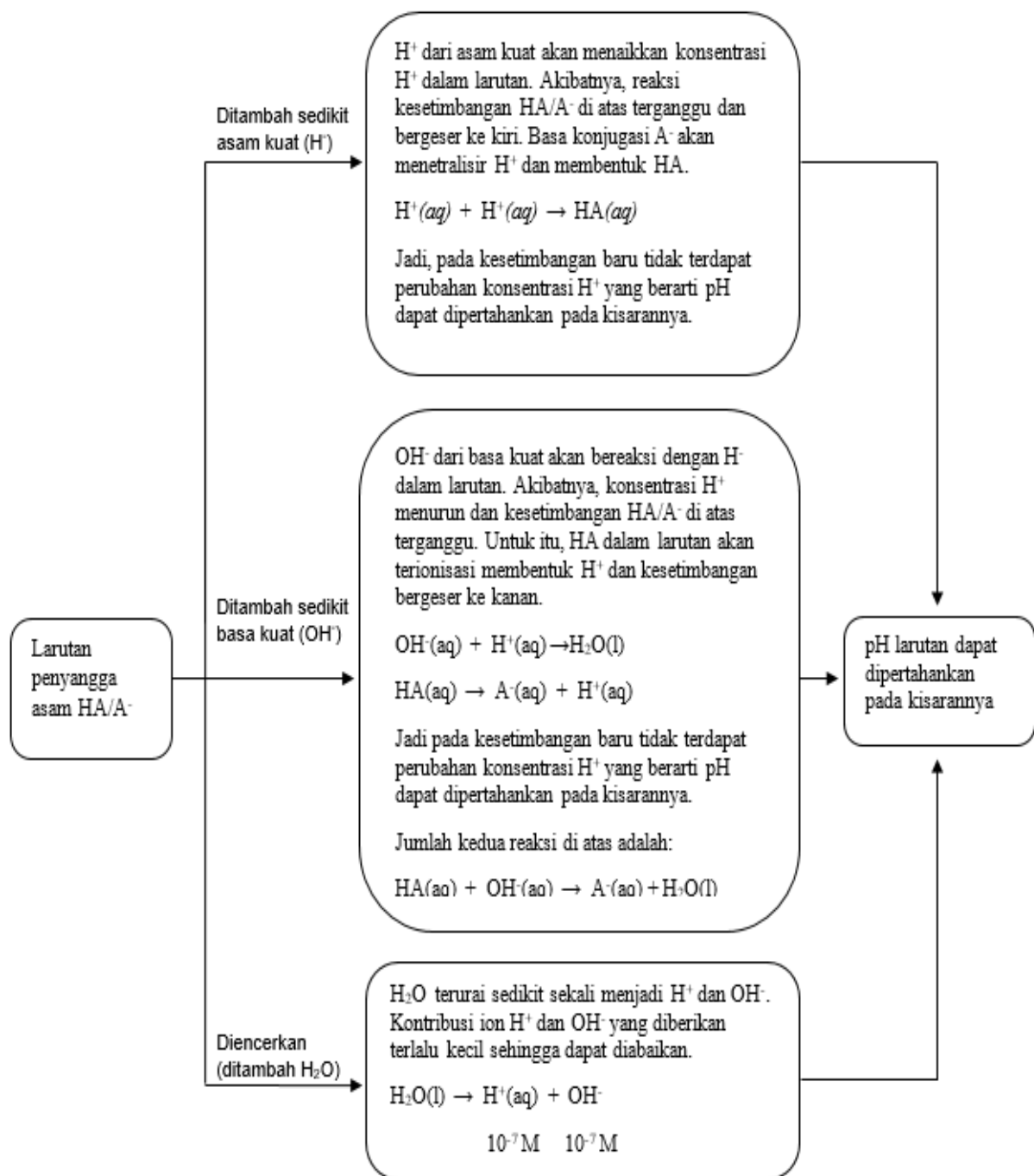
Jadi campuran bersifat penyangga karena mengandung NH_3 (basa lemah) dan NH_4^+ (asam konjugasi dari NH_3)

2) Prinsip Kerja Larutan Penyangga

a) Larutan penyangga asam

Reaksi kesetimbangan untuk larutan penyangga asam HA/A^- adalah:

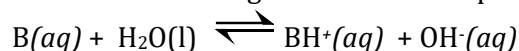


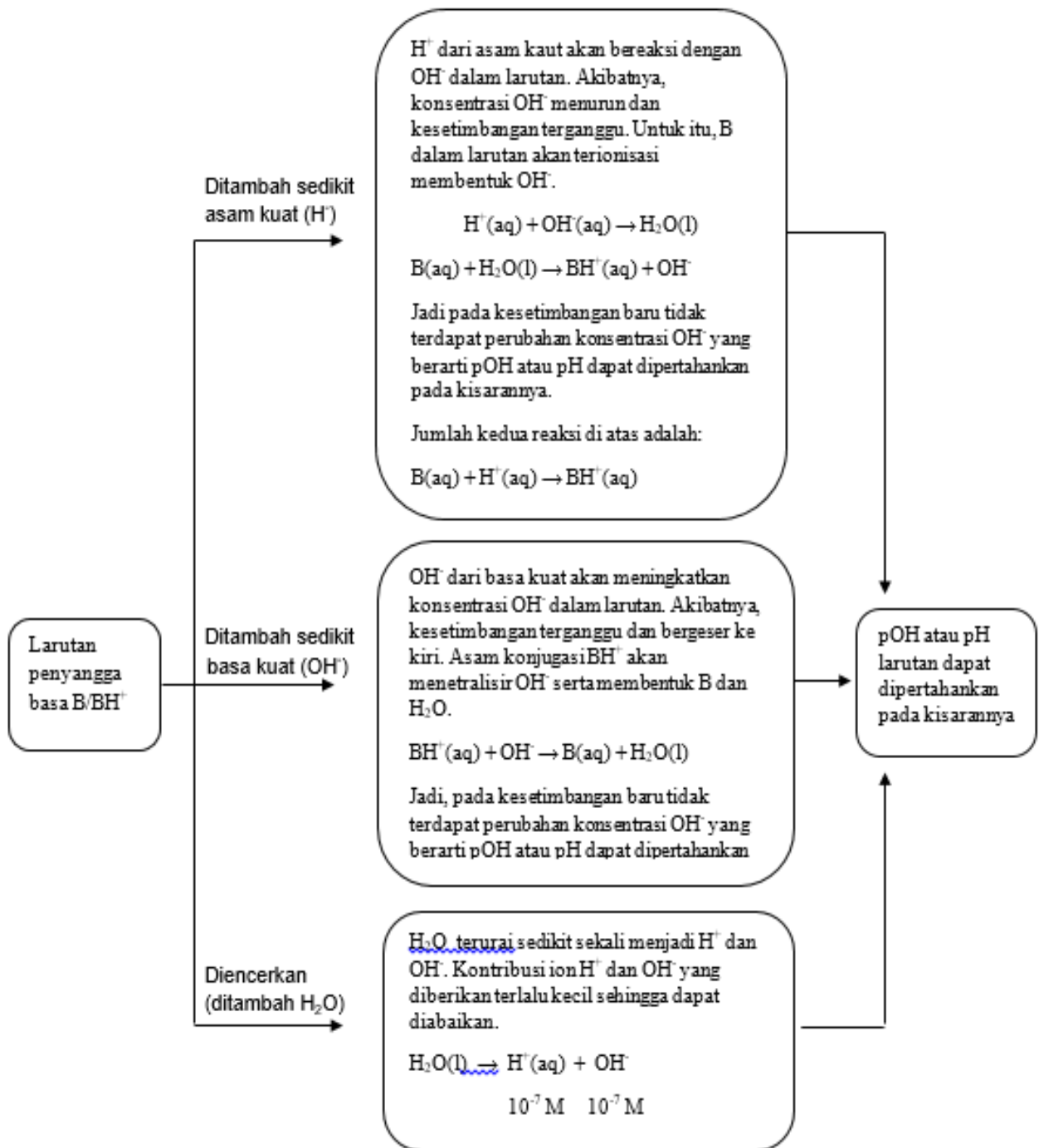


Gambar 2. Reaksi kesetimbangan untuk larutan penyangga asam

b) Larutan penyangga basa

Reaksi kesetimbangan untuk larutan penyangga basa B/BH⁺ adalah:





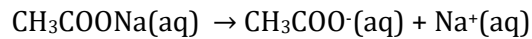
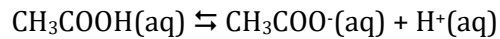
Gambar 3. Reaksi kesetimbangan untuk larutan penyangga basa

Dalam suatu larutan penyangga, terjadi reaksi kesetimbangan dari asam lemah maupun dari basa lemah penyusunnya. Harga pH larutan penyangga akan bergantung pada harga K_a dari asam lemah dan K_b dari basa lemah serta perbandingan konsentrasi asam lemah dengan basa konjugatnya maupun perbandingan konsentrasi basa lemah dengan asam konjugatnya.

3) pH larutan penyangga asam

Contoh larutan penyangga dari asam lemah dan basa konjugasinya ialah larutan yang dibuat dengan mencampurkan larutan asam asetat (CH_3COOH) dengan larutan garam natrium asetat (CH_3COONa).

Dalam larutan, campuran tersebut terionisasi sebagai berikut:



Asam asetat adalah asam lemah. Tetapan ionisasi untuk reaksi ionisasi asam asetat adalah:

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

Asam asetat hanya sedikit terionisasi, sedangkan natrium asetat terionisasi sempurna. Ion CH_3COO^- dari garam mengakibatkan kesetimbangan asam bergeser ke kiri, sehingga asam asetat yang mengion semakin kecil.

Untuk memudahkan, konsentrasi asam asetat dalam larutan dianggap tetap dan ion CH_3COO^- dianggap hanya berasal dari garam, sedangkan CH_3COO^- yang berasal dari asam asetat diabaikan. Sehingga persamaan di atas dapat ditulis sebagai berikut:

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{basa konjugat}]}{[\text{asam}]} \quad \text{atau} \quad [\text{H}^+] = K_a \times \frac{[\text{asam}]}{[\text{basa konjugat}]}$$

Volume larutan adalah volume campuran asam dan garam, sehingga pH larutan penyangga hanya bergantung pada tetapan ionisasi asam serta perbandingan mol asam dan basa konjugasi.

$$[\text{H}^+] = K_a \times \frac{n \text{ asam} / V}{n \text{ basa konjugat} / V}$$

persamaan tersebut pada V yang sama dapat ditulis sebagai berikut:

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

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

keterangan:

K_a = tetapan ionisasi asam lemah

$n \text{ asam}$ = jumlah mol asam lemah

$n \text{ basa konjugat}$ = jumlah mol basa konjugasi

Contoh soal:

1. Tentukan pH dari 1 liter larutan yang mengandung 0,6 mol HCOOH dan 0,2 mol HCOONa , bila diketahui $K_a \text{ HCOOH} = 10^{-4}$!
2. Hitunglah pH dari 1 liter larutan yang mengandung 50 mmol CH_3COOH dengan 5 mmol CH_3COONa . $K_a \text{ CH}_3\text{COONa} = 10^{-5}$. Apabila ke dalam larutan itu ditambahkan 1 liter air, berapa pH larutan itu sekarang?

Jawab:

1. Larutan tersebut merupakan larutan penyangga asam, karena terdiri dari asam lemah dan basa konjugasinya.

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

$$[\text{H}^+] = 10^{-4} \times \frac{0,6}{0,2}$$

$$= 3 \times 10^{-4}$$

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

$$= -\log (3 \times 10^{-4})$$

$$= 4 - \log 3$$

2. pH mula-mula

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

$$= 10^{-5} \times \frac{50}{5}$$

$$= 10^{-4}$$

$$\text{pH} = 4$$

pH setelah diencerkan

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

$$= 10^{-5} \times \frac{50/2}{5/2}$$

$$= 10^{-4}$$

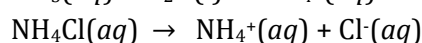
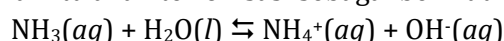
$$\text{pH} = 4$$

pH larutan penyangga relatif tidak berubah terhadap pengenceran.

4) pH larutan penyangga basa

Contoh larutan penyangga basa yaitu dari basa lemah dan asam konjugasinya ialah larutan yang dibuat dengan mencampurkan larutan basa amonia (NH_3) dengan larutan garam amonium klorida (NH_4Cl).

Campuran itu akan terionisasi sebagai berikut:



Tetapan ionisasi basa lemah NH_3 adalah:

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

konsentrasi H_2O dianggap konstan

Dalam larutan, ion NH_4^+ dianggap hanya berasal dari garam, sedangkan konsentrasi NH_3 dianggap tepat, karena pengaruh ion NH_4^+ dari NH_4Cl menyebabkan kesetimbangan bergeser ke pihak NH_3 .

Sehingga persamaan dapat dituliskan:

$$K_b = \frac{[\text{asam konjugat}][\text{OH}^-]}{[\text{basa}]} \text{ atau}$$

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

Karena volume larutan adalah volume campuran basa dan basa konjugasi maka persamaan menjadi:

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

keterangan:

K_b = tetapan ionisasi basa lemah

n basa = jumlah mol basa lemah

n asam konjugat = jumlah mol asam konjugasi

Contoh soal:

1. Tentukan pH larutan apabila 400 mL larutan NH_3 0.5 M dicampur dengan 100 mL larutan NH_4Cl 0.5 M, bila diketahui $K_b \text{ NH}_3 = 10^{-5}$!
2. tentukan pH yang dibuat dengan mencampurkan 500 mL larutan NH_3 0,1 M dengan 500 mL larutan NH_4Cl 0,1 M. $K_b \text{ NH}_3 = 1,8 \times 10^{-5}$. Jika ke dalam larutan itu ditambahkan 10 mL larutan NaOH 0,1 M, berapa pH larutan itu sekarang?

Jawab:

1. Karena dalam larutan terdapat basa lemah dengan asam konjugasinya maka campuran tersebut merupakan larutan penyangga. Terlebih dahulu cari mol masing-masing zat, karena pH larutan ditentukan oleh perbandingan mol basa dan mol asam konjugasinya.

$$\text{mol } NH_3 = 400 \text{ mL} \times \frac{0,5 \text{ mol}}{1000 \text{ mL}} = 0,2 \text{ mol}$$

$$\text{mol } NH_4Cl = 100 \text{ mL} \times \frac{0,5 \text{ mol}}{1000 \text{ mL}} = 0,05 \text{ mol}$$

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

$$[OH^-] = 10^{-5} \times \frac{0,2}{0,05} = 4 \times 10^{-5}$$

$$pOH = -\log 4 \times 10^{-5} = 5 - \log 4$$

$$pH = 14 - (5 - \log 4) = 9 + \log 4$$

2. pH mula-mula 500 mL NH_3 0,1 M ($K_b = 1,8 \times 10^{-5}$) + 500 mL NH_4Cl 0,1 M

$$[OH^-] = 1,8 \times 10^{-5} \times \frac{50}{50} = 1,8 \times 10^{-5}$$

$$pOH = 5 - \log 1,8$$

$$pH = 9 + \log 1,8$$

pH larutan setelah ditambah 10 mL larutan NaOH 0,1 M

	NaOH	+	NH_4Cl	$\longrightarrow$	NH_4OH	+	NaCl	
awal	= 1 mmol		50 mmol		50 mmol		-	
reaksi	= 1 mmol		1 mmol		1 mmol		1 mmol	
sisa	= -		49 mmol		51 mmol		1 mmol	

Susunan larutan yang terjadi:

jumlah mol NH_4Cl = 49 mmol

jumlah mol NH_4OH = 51 mmol

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

$$= 1,8 \times 10^{-5} \cdot \frac{51}{49}$$

$$= 1,87 \times 10^{-5}$$

$$pOH = -\log [OH^-] = 5 - \log 1,87$$

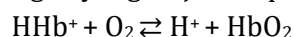
$$pH = 14 - pOH = 9 + \log 1,87$$

pH larutan penyangga relatif tidak berubah oleh penambahan sedikit basa

5) Larutan Penyangga dalam Hubungan dengan Lingkungan dan Manusia

a) Penyangga hemoglobin

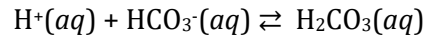
Oksigen merupakan zat utama yang diperlukan oleh sel tubuh yang didapatkan melalui pernapasan. Oksigen diikat oleh hemoglobin di dalam darah, di mana O_2 sangat sensitif terhadap pH. Reaksi kesetimbangan yang terjadi dapat dituliskan sebagai berikut.



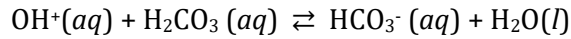
Produk buangan dari tubuh adalah CO_2 yang di dalam tubuh bisa membentuk senyawa H_2CO_3 yang nantinya akan terurai menjadi H^+ dan HCO_3^- . Penambahan H^+ dalam tubuh akan mempengaruhi pH, tetapi hemoglobin yang telah melepaskan O_2 dapat mengikat H^+ membentuk asam hemoglobin (HHb^+).

b) Penyangga karbonat

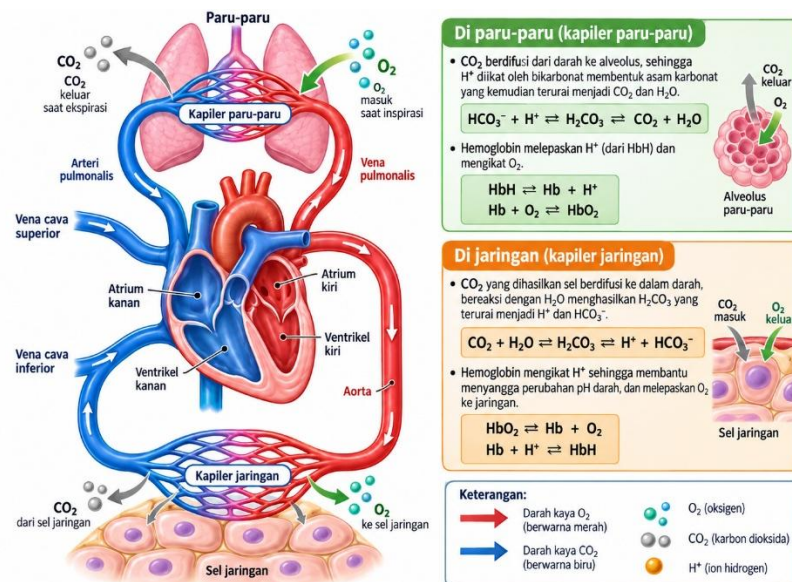
Darah mempunyai pH yang relatif tetap di sekitar 7,4. Hal ini dimungkinkan karena adanya sistem penyangga $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$, sehingga meskipun setiap saat darah kemasukan zat yang berifat asam maupun basa akan selalu dapat dinetralkan pengaruhnya terhadap perubahan pH. Bila darah kemasukan zat yang bersifat asam, maka ion H^+ dari asam tersebut akan bereaksi dengan ion HCO_3^- :



Sebaliknya bila darah kemasukan zat yang bersifat basa maka ion OH^- akan bereaksi dengan H_2CO_3 :



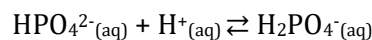
Darah mempunyai kisaran pH 7,0 – 7,8. Di luar harga tersebut dapat berakibat fatal terhadap kesehatan tubuh. Penyakit yang timbul akibat pH dara terlalu rendah disebut asidosis, sedangkan bila pH darah terlalu tinggi disebut dengan alkalosis.



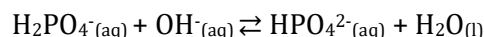
Gambar 3. Reaksi kesetimbangan untuk larutan penyangga basa

c) Penyangga fosfat

Penyangga fosfat merupakan penyangga yang berada di dalam sel. Penyangga ini adalah campuran dari asam lemah H_2PO_4^- dan basa konjugasinya, yaitu HPO_4^{2-} . Jika dari proses metabolisme sel dihasilkan banyak zat yang bersifat asam, maka akan segera bereaksi dengan ion HPO_4^{2-} .



Dan jika proses metabolisme sel menghasilkan senyawa yang bersifat basa, maka ion OH^- akan bereaksi dengan H_2PO_4^- .



Sehingga perbandingan $[\text{H}_2\text{PO}_4^-] / [\text{HPO}_4^{2-}]$ selalu tetap dan akibatnya pH larutan tetap. Penyangga ini juga ada di luar sel, tetapi jumlahnya sedikit. Selain itu, penyangga fosfat juga berperan sebagai penyangga urin.

Apabila mekanisme pengaturan pH dalam tubuh gagal, seperti dapat terjadi selama sakit, sehingga pH darah turun di bawah 7,0 atau naik ke atas 7,8, dapat menyebabkan kerusakan permanen pada organ tubuh atau bahkan kematian. Faktor-faktor yang dapat menyebabkan keadaan *asidosis* (penurunan pH) adalah penyakit jantung, penyakit

ginjal, *diabetes mellitus* (penyakit gula), *diare* yang terus menerus, atau makanan berkadar protein tinggi dalam jangka waktu lama. Keadaan asidosis sementara dapat terjadi karena olahraga intensif yang dilakukan terlalu lama. *Alkalosis* (peningkatan pH darah) dapat terjadi sebagai akibat muntah yang hebat, *hiperventilasi* (bernapas terlalu berlebihan, kadang-kadang karena cemas atau histeris atau berada di ketinggian). Suatu penelitian yang dilakukan terhadap para pendaki gunung yang mencapai puncak Everest (8.848 m) tanpa oksigen tambahan menunjukkan pH darah mereka berada di antara 7,7–7,8. Hiperventilasi diperlukan untuk mengatasi tekanan oksigen yang amat rendah (kira-kira 43 mmHg) di tempat setinggi itu.

d) Sistem penyangga asam amino/ protein

Asam amino mengandung gugus yang bersifat asam dan gugus yang bersifat basa. Oleh karena itu, asam amino dapat berfungsi sebagai sistem penyangga di dalam tubuh. Adanya kelebihan ion H^+ akan diikat oleh gugus yang bersifat basa, dan apabila ada kelebihan ion OH^- akan diikat oleh ujung yang bersifat asam. Dengan demikian, larutan yang mengandung asam amino akan mempunyai pH relatif tetap.

e) Air Ludah sebagai Larutan Penyangga

Gigi dapat larut jika dimasukkan pada larutan asam yang kuat. Email gigi yang rusak dapat menyebabkan kuman masuk ke dalam gigi. Air ludah dapat mempertahankan pH pada mulut sekitar 6,8. Air liur mengandung larutan penyangga fosfat yang dapat menetralkan asam yang terbentuk dari fermentasi sisa-sisa makanan.

f) Larutan penyangga dalam menjaga keseimbangan pH tanaman.

Suatu metode penanaman dengan media selain tanah, biasanya dikerjakan dalam kamar kaca dengan menggunakan medium air yang berisi zat hara, disebut dengan *hidroponik*. Setiap tanaman memiliki pH tertentu agar dapat tumbuh dengan baik. Oleh karena itu dibutuhkan larutan penyangga agar pH dapat dijaga.

g) Kebutuhan terhadap obat berbahan dari alam (obat alami) mendorong manusia untuk mengambil/memanfaatkan bahan-bahan dari alam. Beberapa di antaranya:

- 1) Pembuatan obat kumur alami dari larutan garam dapur.
- 2) Pembuatan obat tetes mata dari daun keben.

h) Penggunaan produk-produk berbasis larutan penyangga buatan pabrik umumnya dikemas dalam botol-botol plastik atau kaleng. Hal ini menyebabkan bertambahnya limbah.

i) Meningkatnya limbah botol/ kaleng kemasan produk-produk berbasis larutan penyangga mendorong manusia melakukan penanganan limbah (daur ulang botol/kaleng). dengan adanya teknik pengolahan limbah industri secara fisika melalui proses anaerob, maka kerusakan lingkungan akibat pencemaran limbah industri dapat dikurangi.

6) Larutan Penyangga dalam Hubungan Teknologi

a) Larutan penyangga dalam Aspirin

Asam asetilsalisilat merupakan komponen utama dari tablet aspirin, merupakan obat penghilang rasa nyeri. Adanya asam pada aspirin dapat menyebabkan perubahan pH pada perut. Perubahan pH ini mengakibatkan pembentukan hormon, untuk merangsang penggumpalan darah, terhambat; sehingga pendarahan tidak dapat dihindarkan. Oleh karena itu,



pada aspirin ditambahkan MgO yang dapat mentransfer kelebihan asam.

b) Larutan penyangga dalam makanan dan minuman kaleng

Larutan penyangga juga terdapat pada makanan kaleng yang berfungsi untuk menjaga pH makanan olahan dalam kaleng agar tidak mudah rusak/teroksidasi (asam benzoat dengan natrium benzoat).



Salah satu produk dalam kemasan yang mengandung zat aditif yaitu minuman sari jeruk dalam kemasan atau buah-buahan dalam kaleng perlu diberi larutan penyangga yang terdiri atas campuran asam sitrat dan natrium sitrat untuk mengontrol pH agar minuman tidak mudah rusak oleh bakteri. Dalam minuman bersoda terdapat larutan penyangga fosfat yang mampu mempertahankan pH.

c) Larutan penyangga dalam desinfektan lensa kontak

Selain itu, larutan penyangga juga dimanfaatkan sebagai cairan pembersih lensa kontak yang dipakai sebagai alat bantu penglihatan maupun aksesoris. Larutan penyangga yang digunakan berupa larutan penyangga borat yang mampu mempertahankan pH sehingga sesuai dengan pH mata.

d) Teknik pembuatan obat kumur.

Buffer digunakan dalam beberapa produk untuk mengatur pH diantara range tertentu untuk membantu kestabilan dan meningkatkan efektifitas dari beberapa produk. Beberapa contoh adalah asam benzoat dan sodium benzoat, sodium fosfat, dan disodium fosfat.

e) Teknik pengolahan limbah melalui proses anaerob

Teknik pengolahan limbah melalui proses anaerob melibatkan proses bufferisasi (menggunakan larutan penyangga). Inti dari teknik pengolahan limbah ini yaitu adanya proses pengubahan senyawa organik menjadi metana dan karbon dioksida tanpa kehadiran oksigen. Dekomposisi senyawa organik melalui proses anaerob ini terjadi melalui tiga tahapan: (1) reaksi hidrolisis, (2) reaksi pembentukan asam, (3) reaksi pembentukan metana.

f) Reaksi hidrolisis merupakan proses pelarutan senyawa organik yang semula tidak larut dan proses penguraian senyawa tersebut menjadi senyawa dengan berat molekul yang cukup kecil dan dapat melewati membran sel. Proses pembentukan asam melibatkan dua golongan besar bakteri, yaitu bakteri asidogenik dan asetonogenik. Proses pembentukan metana terutama berasal dari asam asetat, tetapi ada juga yang berasal dari hidrogen dan karbon dioksida. Ada dua kelompok bakteri yang berperan, yaitu bakteri metana asetoklastik dan bakteri metana pengonsumsi hidrogen. Kedua bakteri penghasil metana ini sangat sensitif terhadap perubahan pH. Pada rentang pH 6-8, laju produksi gas metana berkisar antara 1-4 ml/hari. Penambahan larutan penyangga diperlukan untuk mempertahankan pH sekitar 7 agar pertumbuhan bakteri penghasil metana tidak terhambat. Larutan penyangga yang sering digunakan adalah Ca(OH)_2 , CaCO_3 , CaHCO_3 , Na_2CO_3 . sistem penyangga dalam reaktor anaerob adalah $\text{H}_2\text{CO}_3\text{-CO}_2$ dalam kesetimbangan:



g) Teknik pembuatan minuman penambah performa olahraga

Campuran garam sitrat dengan asam sitrat dalam produk minuman biasanya digunakan sebagai pengatur keasaman yang juga dapat memperkaya rasa dari minuman. Namun

dalam kaitannya dengan kegiatan olahraga, campuran garam sitrat dengan asam sitrat juga dapat berfungsi sebagai ergogenic aids yang dapat membantu untuk meningkatkan performa olahraga. Hal ini salah satunya disebabkan karena molekul ini dapat bersifat sebagai buffer terhadap asam laktat yang terbentuk dalam proses metabolisme energi secara anaerobik. Oleh sebab itu maka sitrat-natrium sitrat dapat membantu meningkatkan performa olahraga terutama pada olahraga intensitas tinggi yang bergantung terhadap sistem metabolisme secara anaerobik untuk menghasilkan energi. Selain membantu memberikan peningkatan terhadap performa olahraga intensitas tinggi yang bergantung terhadap sistem metabolisme energi secara anaerobik. Konsumsi sitrat-natrium sitrat juga dapat memberikan peningkatan terhadap performa olahraga yang bersifat ketahanan (endurance) seperti lari jarak jauh atau juga road cycling.

7) Larutan Penyangga dalam Hubungan Sosial Masyarakat

- Dengan adanya teknik pengolahan limbah industri melalui proses anaerob, masyarakat dapat terhindar dari berbagai macam penyakit yang ditimbulkan oleh lingkungan yang tercemar limbah.
- Kebutuhan obat, gizi dan cairan infus terpenuhi.
- Dengan adanya obat kumur, kesehatan gigi dan gusi masyarakat dapat terjaga.
- Masyarakat dapat meningkatkan performa olahraga dengan mengonsumsi minuman isotonik yang mengandung natrium sitrat-asam-sitrat
- Terpenuhinya kebutuhan masyarakat terhadap makanan dan minuman kemasan yang diawetkan.
- Tersedianya lapangan pekerjaan sebagai produsen atau distributor produk berbasis larutan penyangga.

C. Rangkuman

- Larutan penyangga atau Buffer adalah larutan yang dapat mempertahankan pH tertentu terhadap usaha mengubah pH, seperti penambahan asam, basa, ataupun pengenceran.
- Larutan Penyangga dibagi menjadi 2 jenis, yakni:
 - Larutan penyangga bersifat asam apabila terdiri dari campuran asam lemah dengan basa konjugasinya.
 - Larutan penyangga bersifat basa apabila terdiri dari campuran basa lemah dengan asam konjugasinya.
- Pada prinsip kerja larutan penyangga, larutan ini mengandung komponen asam dan basa lemah, dengan asam dan basa konjugasinya, sehingga dapat mengikat baik ion H^+ ataupun ion OH^- . Maka, penambahan sedikit asam kuat atau basa kuat tidak bisa mengubah pH-nya secara signifikan.
- Larutan penyangga bersifat asam apabila terdiri dari campuran asam lemah dengan asam konjugasinya. Untuk menghitung larutan penyangga yang bersifat asam adalah dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$[H^+] = K_a \cdot \frac{n_a}{n_{bk}}$$

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

Keterangan:

K_a = tetapan ionisasi asam lemah

n_a = Jumlah mol asam lemah

n_{bk} = Jumlah mol basa konjugasi

5. Larutan penyangga bersifat basa apabila terdiri dari campuran basa lemah dengan asam konjugasinya . Untuk menghitung larutan penyangga yang bersifat basa adalah dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

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

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

Keterangan:

K_a = tetapan ionisasi asam lemah

n_b = Jumlah mol basa lemah

n_{ak} = Jumlah mol asam konjugasinya

6. Peran Larutan Penyangga dalam kehidupan sehari-hari, yakni larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup berfungsi sebagai penyeimbang pH tubuh, larutan penyangga terdapat pada cairan intrasel dan cairan ekstrasel.