

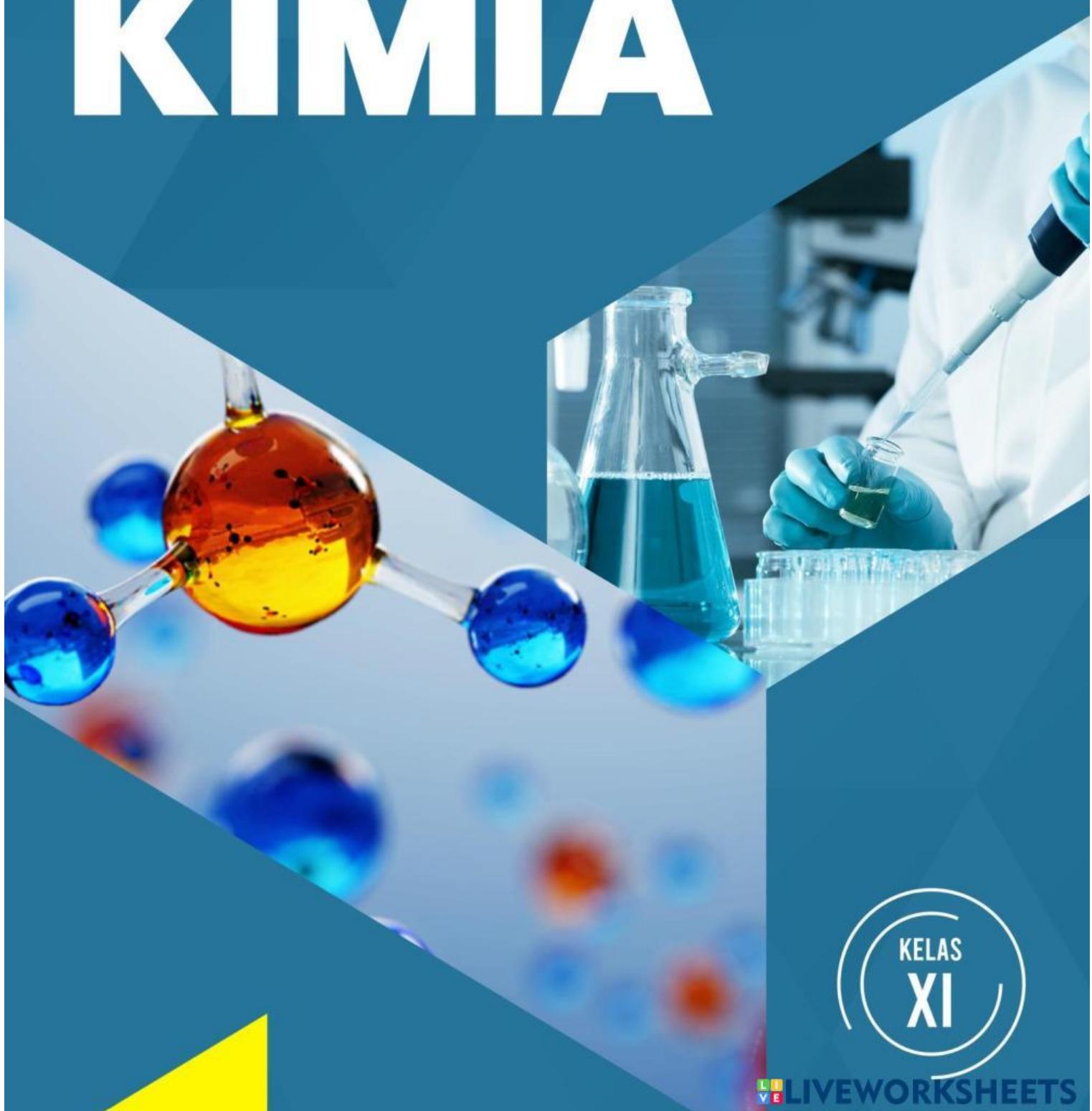


KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS
2020



Modul Pembelajaran SMA

KIMIA



KELAS
XI



**LARUTAN PENYANGGA
KIMIA KELAS XI**

**PENYUSUN
Novitalia Ablinda Sari, S.T
SMA Negeri 5 Palembang**

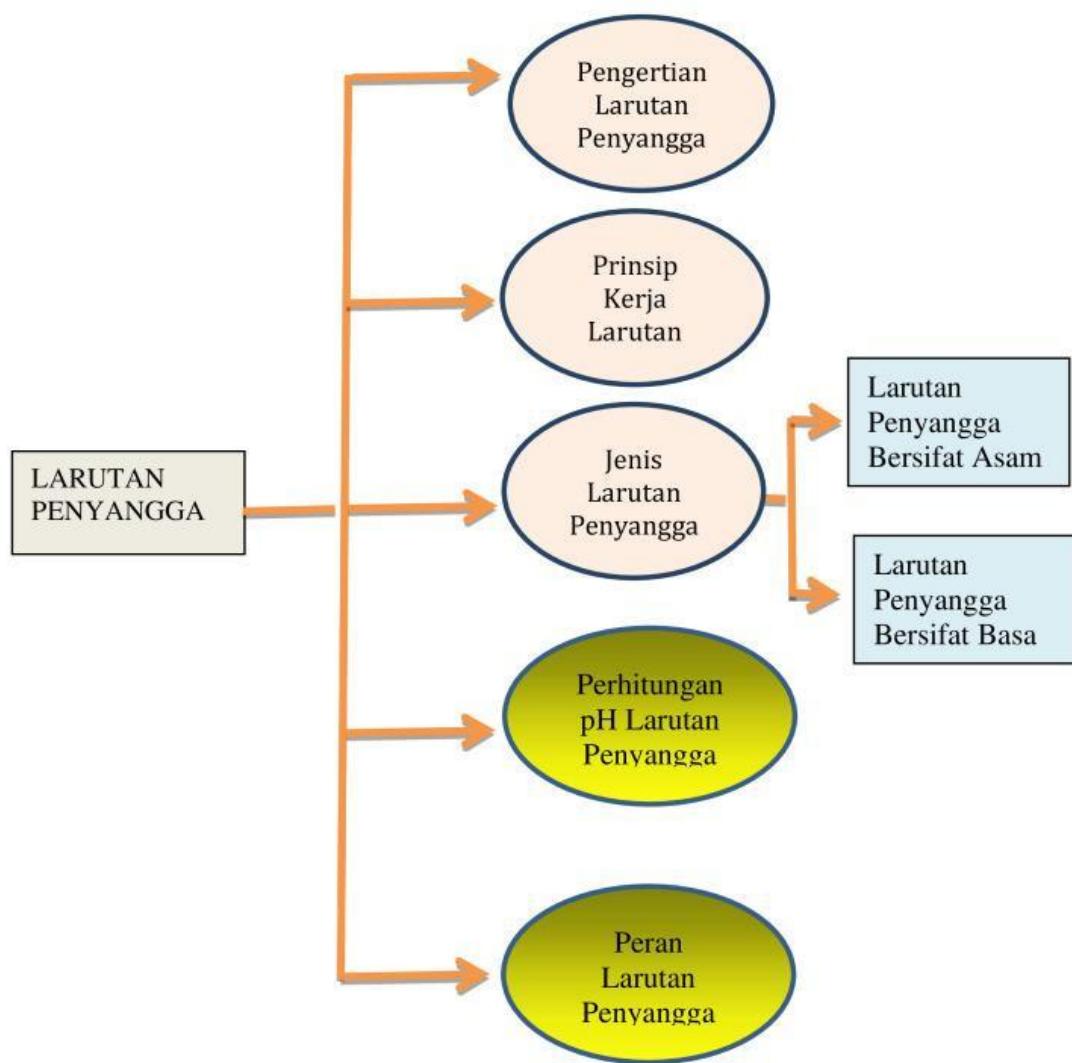
DAFTAR ISI

PENYUSUN	2
DAFTAR ISI	3
GLOSARIUM	4
PETA KONSEP	5
PENDAHULUAN	6
A. Identitas Modul	6
B. Kompetensi Dasar	6
C. Deskripsi Singkat Materi	6
D. Petunjuk Penggunaan Modul	6
E. Materi Pembelajaran	6
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	7
PENGERTIAN, JENIS DAN PRINSIP KERJA LARUTAN PENYANGGA	7
A. Tujuan Pembelajaran	7
B. Uraian Materi	7
C. Rangkuman	11
D. Tugas Mandiri	11
E. Latihan Soal	12
F. Penilaian Diri	14
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	15
PERHITUNGAN pH DAN PERAN LARUTAN PENYANGGA	15
A. Tujuan Pembelajaran	15
B. Uraian Materi	15
C. Rangkuman	22
D. Tugas Mandiri	23
E. Latihan Soal	23
F. Penilaian Diri	26
EVALUASI	27
DAFTAR PUSTAKA	31

GLOSARIUM

- Alkalosis : suatu keadaan yang disebabkan oleh proses penurunan konsentrasi ion hidrogen di dalam plasma darah
- Anion : ion bermuatan negatif.
- Asam konjugasi : basa yang telah menerima proton / ion H^+
- Asam lemah : senyawa asam yang dalam larutannya hanya sedikit terionisasi menjadi ion-ionnya.
- Basa konjugasi : Suatu asam yang telah melepaskan satu proton / ion H^+
- Basa lemah : senyawa basa yang dalam larutannya hanya sedikit terionisasi menjadi ion-ionnya.
- Kation : ion yang bermuatan positif.
- Larutan Buffer : larutan yang mampu mempertahankan pH .

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

Mata Pelajaran	: KIMIA
Kelas	: XI
Alokasi Waktu	: 8 Jam Pelajaran
Judul Modul	: LARUTAN PENYANGGA

B. Kompetensi Dasar

- 3.12 Menjelaskan prinsip kerja, perhitungan pH , dan peran larutan penyanga dalam tubuh makhluk hidup
- 4.12 Membuat larutan penyanga dengan pH tertentu

C. Deskripsi Singkat Materi

Modul ini berisikan materi pokok Larutan Penyangga. Sedangkan materi pembelajaran yang terbagi 2 yaitu:

- 1 Pengertian, jenis dan prinsip kerja larutan penyanga. Larutan penyanga merupakan larutan yang bisa mempertahankan pH meskipun ditambahkan asam atau basa kuat juga pengenceran. Jenis larutan penyanga ada 2 yakni larutan penyanga yang bersifat asam dan larutan penyanga yang bersifat basa. Prinsip kerja larutan penyanga juga dipaparkan pada modul ini.
- 2 Penghitungan pH dan peran larutan penyanga dalam kehidupan sehari-hari. pH pada larutan penyanga dilakukan penghitungan dengan rumus yang telah ditentukan berdasarkan jenis larutan penyanga. Larutan penyanga sangat banyak manfaatnya dalam kehidupan sehari-hari yang juga dibahas pada modul ini.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Agar modul dapat digunakan secara maksimal maka kalian diharapkan melakukan langkah- langkah sebagai berikut :

1. Prasyarat pada materi ini adalah pemahaman mengenai kosep asam dan basa serta garam juga penghitungan pH -nya
2. Bacalah modul ini secara berurutan dan berusahalah untuk memahami isinya karena materi ini akan menjadi prasyarat pada materi selanjutnya.
3. Pahami tujuan yang tercantum dalam setiap kegiatan pembelajaran
4. Pelajari uraian materi secara sistematis dan mendalam dalam setiap kegiatan pembelajaran.
5. Lakukan uji kompetensi/latihan soal di setiap akhir kegiatan pembelajaran untuk mengetahui tingkat penguasaan materi.
6. Diskusikan dengan guru atau teman jika mengalami kesulitan dalam memahami materi. Lanjutkan pada modul berikutnya jika sudah mencapai ketuntasan yang diharapkan.

E. Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi 2 kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi.

Pertama : Pengertian, Jenis dan Prinsip Kerja Larutan Penyangga

Kedua : Perhitungan pH dan Peran Larutan Penyangga

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

PENGERTIAN, JENIS DAN PRINSIP KERJA LARUTAN PENYANGGA

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini kalian diharapkan mampu:

1. menjelaskan pengertian larutan penyanga
2. Menjelaskan jenis-jenis larutan penyanga
3. Menjelaskan cara pembuatan larutan penyanga
4. Menjelaskan prinsip kerja larutan penyanga.

B. Uraian Materi

1. Pengertian Larutan Penyanga

Kalian sudah paham konsep asam dan basa pada materi sebelumnya. Nah, bisakah kalian bayangkan bila tubuh manusia dimasuki zat yang mengandung asam atau basa? Tentu saja jika tubuh manusia pH-nya tiba-tiba naik atau turun drastis akibat masuknya larutan asam atau basa maka akan sangat berbahaya hingga menyebabkan kematian. Sehingga, tubuh manusia harus selalu tetap dijaga keseimbangan keasamannya atau pH-nya. Untuk menjaga keseimbangan asam tersebut maka tubuh manusia harus memiliki sifat sebagai larutan penyanga atau buffer. Dengan adanya sifat larutan penyanga, maka tubuh manusia dapat mempertahankan pH walaupun menerima berbagai penambahan zat yang mengandung asam atau basa.

Tubuh manusia harus bisa mempertahankan derajat keasamannya (pH) agar bisa menjalankan fungsinya serta tidak membahayakan kesehatan. Diantaranya adalah pada reaksi pemecahan protein di dalam asam lambung oleh enzim peptidase yang akan berjalan dengan baik jika cairan lambung mempunyai pH=3. Oksigen dapat terikat dengan baik oleh butir-butir darah merah jika pH darah sekitar 6,1-7. Untuk menjaga agar pH larutan tersebut berada pada kisaran angka tertentu (tetap) maka diperlukan suatu sistem yang dapat mempertahankan nilai pH, yakni larutan penyanga. Larutan penyanga memiliki peran yang sangat penting dalam reaksi-reaksi kompleks yang terjadi dalam tubuh manusia. Tuhan Yang Maha Esa telah memberikan larutan penyanga dalam tubuh manusia sehingga kita patut bersyukur.

Dari pemaparan diatas, maka kita bisa menarik kesimpulan pengertian dari larutan penyanga. Larutan penyanga atau buffer adalah larutan yang dapat mempertahankan pH tertentu terhadap usaha mengubah pH, seperti penambahan asam, basa, ataupun pengenceran. Dengan kata lain pH larutan penyanga tidak akan berubah secara signifikan walaupun pada larutan tersebut ditambahkan sedikit asam kuat, basa kuat atau larutan tersebut diencerkan.



Gambar 1.1

Darah mampu mempertahankan pH karena mengandung larutan penyangga dari Oksihemoglobin (HHbO_2) dan deoksihemoglobin / asam hemoglobin (HHb)

2. Jenis Larutan Penyangga

Jenis larutan penyangga ditentukan oleh komponen penyusunnya yakni asam atau basa lemah dan asam atau basa konjugasinya (garam). Berikut ini jenis-jenis larutan penyangga :

a. Larutan Penyangga Asam

Larutan penyangga bersifat asam apabila terdiri dari campuran asam lemah dengan basa konjugasinya . Contohnya adalah CH_3COOH dengan CH_3COONa atau CH_3COO^- . Basa konjugasi CH_3COO^- ini dapat diperoleh dari larutan garamnya yaitu dari kation logam dari masing-masing anionnya misalnya CH_3COONa , CH_3COOK , $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Mg}$, HCO_3K , dan lainnya

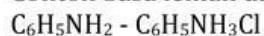
Contoh asam lemah dan basa konjugasinya adalah :



b. Larutan Penyangga Basa

Larutan penyangga bersifat basa apabila terdiri dari campuran basa lemah dengan asam konjugasinya ,contohnya adalah NH_4OH dengan NH_4^+ atau NH_4Cl . Asam konjugasi NH_4^+ ini dapat diperoleh dari larutan garamnya yaitu dari anion logam dari masing-masing kationnya misalnya NH_4Cl , NH_4Br , NH_4NO_3 , NH_4I , dan lainnya.

Contoh basa lemah dan asam konjugasinya adalah :

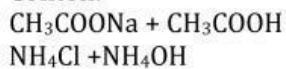


3. Pembuatan Larutan Penyangga

Pembuatan larutan penyangga terdiri dari dua acara yaitu secara langsung dan tidak langsung. Pembuatan secara langsung dilakukan dengan:

- mencampurkan asam lemah (HA) dengan garam basa konjugasinya (LA, yang dapat terionisasi menghasilkan ion A^-)
- mencampurkan basa lemah (B) dengan garam asam konjugasinya (BHX, yang dapat terionisasi menghasilkan ion BH^+)

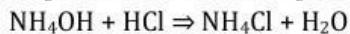
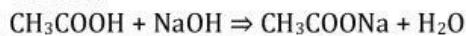
Contoh:



pembuatan larutan penyangga secara tidak langsung dilakukan dengan:

- mencampurkan suatu asam lemah dalam jumlah berlebih dengan suatu basa kuat sehingga bereaksi menghasilkan garam basa konjugasi dari asam lemah tersebut.
- mencampurkan suatu basa lemah dalam jumlah berlebih dengan suatu asam kuat sehingga bereaksi menghasilkan garam asam konjugasi dari basa lemah tersebut.

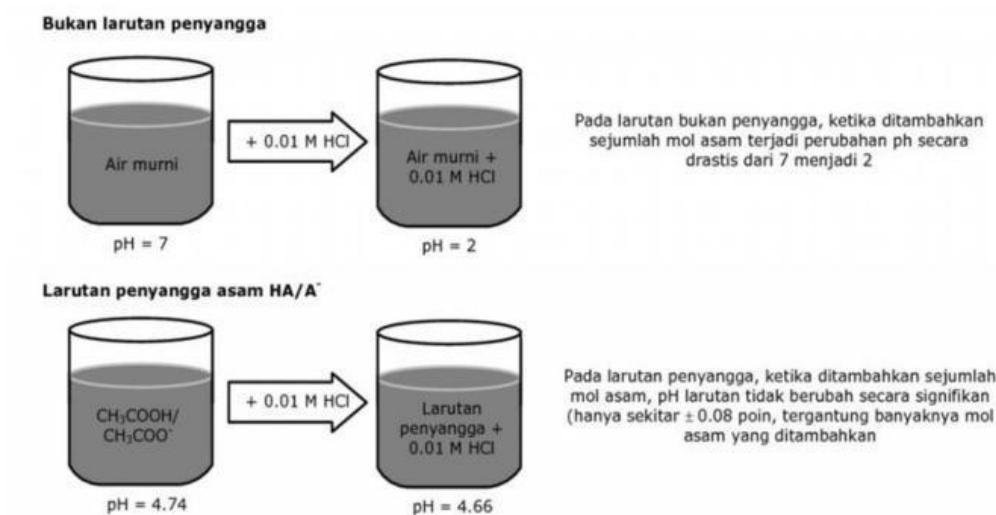
Contoh:



4. Prinsip Kerja Larutan Penyangga

Larutan penyangga bekerja sesuai konsepnya bahwa larutan ini dapat mempertahankan pH awal larutan meskipun ke dalam larutan ditambahkan asam kuat maupun basa kuat atau air dalam jumlah tertentu. Bagaimana prinsip kerja larutan penyangga?

Perhatikan gambar berikut ini!



Gambar 1.2
Prinsip kerja larutan penyangga

Larutan penyangga mengandung komponen asam dan basa lemah, dengan asam dan basa konjugasinya, sehingga dapat mengikat baik ion H^+ ataupun ion OH^- . Sehingga penambahan sedikit asam kuat atau basa kuat serta sedikit pengenceran tidak bisa mengubah pH-nya secara signifikan.

a. Larutan Penyangga Asam

Larutan penyangga asam merupakan campuran asam lemah dengan garamnya (basa konjugasi), contohnya larutan penyangga yang mengandung CH_3COOH dan CH_3COO^- yang mengalami kesetimbangan akan terbentuk larutan penyangga yang bersifat asam.

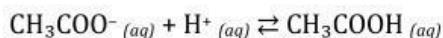
Dalam larutan tersebut, terdapat kesetimbangan kimia:



Prinsip kerja larutan penyangga asam sebagai berikut :

1) Pada Penambahan Asam

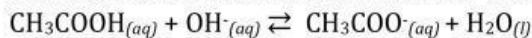
Pada penambahan asam, ion H^+ dari asam akan menambah konsentrasi H^+ pada larutan dan menyebabkan kesetimbangan bergeser ke kiri. Sehingga reaksi mengarah pada pembentukan CH_3COOH . Artinya, ion H^+ yang ditambahkan akan bereaksi dengan ion CH_3COO^- membentuk molekul CH_3COOH . Dengan kata lain, asam yang ditambahkan akan dinetralisasi oleh komponen basa konjugasi (CH_3COO^-).



Oleh karena itu, pada kesetimbangan baru tidak terjadi perubahan konsentrasi ion H^+ , sehingga pH dapat dipertahankan.

2) Pada Penambahan Basa

Bila yang ditambahkan adalah suatu basa, ion OH^- dari basa akan bereaksi dengan ion H^+ dan membentuk air. Sehingga dapat menyebabkan keseimbangan bergeser ke kanan dan konsentrasi ion H^+ tetap dipertahankan. Selain itu, penambahan basa juga menyebabkan berkurangnya komponen asam (CH_3COOH). Berkurangnya komponen asam inilah yang menyebabkan reaksi bergeser ke kanan. Dengan kata lain, basa yang ditambahkan akan dinetralisasi oleh komponen asam lemah (CH_3COOH). Basa yang akan ditambahkan tersebut bereaksi dengan asam CH_3COOH dan membentuk ion CH_3COO^- dan air.



Oleh karena itu, pada kesetimbangan baru tidak terjadi perubahan konsentrasi ion H^+ , sehingga pH dapat dipertahankan.

3) Pengenceran

Pada penambahan air (pengenceran), derajat ionisasi asam lemah CH_3COOH akan bertambah besar, yang berarti jumlah ion H^+ dari ionisasi CH_3COOH juga bertambah. Akan tetapi, karena volume larutan juga bertambah, pengaruh penambahan konsentrasi H^+ menjadi tidak berarti. Dengan demikian, nilai pH larutan tidak mengalami perubahan.

b. Larutan Penyangga Basa

Pada campuran basa lemah dan garamnya (asam konjugasi) contohnya pada NH_3 dan NH_4^+ yang mengalami kesetimbangan akan terbentuk larutan penyangga yang bersifat basa.

Dalam larutan tersebut, terdapat kesetimbangan kimia:



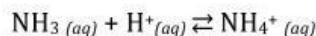
Prinsip kerja larutan penyangga basa sebagai berikut :

1) Pada penambahan asam

Bila yang ditambahkan suatu asam, maka ion H^+ dari asam akan mengikat ion OH^- .

Hal itu akan dapat menyebabkan keseimbangan dan akan bergeser ke kanan, sehingga konsentrasi ion OH^- dapat dipertahankan. Suatu sisi penambahan ini dapat menyebabkan sehingga berkurangnya komponen basa (NH_3), bukannya ion OH^- .

Asam yang ditambahkan akan bereaksi dengan basa NH_3 akan membentuk ion NH_4^+ .

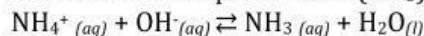


Oleh karena itu, pada kesetimbangan baru tidak terjadi perubahan konsentrasi ion OH^- , sehingga pH dapat dipertahankan.

2) Pada penambahan basa

Bila yang ditambahkan adalah suatu basa, maka keseimbangan bergeser ke kiri, sehingga konsentrasi ion OH^- dapat dipertahankan.

Basa yang ditambahkan itu bereaksi dengan komponen asam (NH_4^+), membentuk komponen basa (NH_3) & air.



Oleh karena itu, pada kesetimbangan baru tidak terjadi perubahan konsentrasi ion OH^- , sehingga pH dapat dipertahankan.

3) Pengenceran

Pada penambahan air (pengenceran), derajat ionisasi basa lemah akan bertambah besar, yang berarti jumlah OH^- dari ionisasi NH_3 bertambah. Akan tetapi, karena volume larutan juga bertambah, pengaruh penambahan konsentrasi OH^- menjadi tidak berarti. Dengan demikian, nilai pH larutan tidak mengalami perubahan.

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 :

1. Larutan penyangga bersifat asam apabila terdiri dari campuran asam lemah dengan basa konjungasinya .
2. Larutan penyangga bersifat basa apabila terdiri dari campuran basa lemah dengan asam konjungasinya .

Pada prinsip kerja larutan penyangga, larutan ini mengandung komponen asam dan basa lemah, dengan asam dan basa konjungasinya, sehingga dapat mengikat baik ion H^+ ataupun ion OH^- . Maka, penambahan sedikit asam kuat atau basa kuat tidak bisa mengubah pH-nya secara signifikan.

D. Tugas Mandiri

Setelah mempelajari pengertian, jenis dan prinsip kerja larutan penyangga pada modul ini. Maka buatlah tugas mandiri dengan pertanyaan sebagai berikut :

1. Suatu larutan penyangga mengandung pasangan larutan H_2CO_3 dan HCO_3^- . Jelaskan apa yang akan terjadi jika ke dalam sistem larutan penyangga tersebut ditambahkan :
 - a) Larutan HBr
 - b) Larutan KOH
2. Seorang atlet diduga mengalami alkalosis. Bagaimana solusinya agar pH darah atlet tersebut menjadi normal kembali? Terangkan mekanisme kerja komponen larutan penyangga dalam tubuh!

E. Latihan Soal

- 1 Jelaskan pengertian dari larutan penyangga !
- 2 Pasangan komponen HF dan F⁻ merupakan larutan penyangga karena mengandung asam lemah dan basa konjugasinya. Jelaskan prinsip kerja larutan penyangga tersebut apabila terdapat penambahan asam kuat (HCl) maupun basa kuat (NaOH)!
- 3 Diberikan campuran dari beberapa larutan sebagai berikut:
 1. 200 mL CH₃COOH 0,1 M dan 200 mL NaOH 0,1 M
 2. 200 mL CH₃COOH 0,2 M dan 200 mL NaOH 0,1 M
 3. 200 mL NH₄OH 0,1 M dan 200 mL HCl 0,1 M
 4. 200 mL NH₄OH 0,1 M dan 200 mL HCl 0,05 MCampuran yang membentuk larutan penyangga adalah...
- 4 Tentukan keasaman larutan penyangga berikut ini !
 - a. Campuran antara campuran dari larutan CH₃COOH (asam lemah) dan larutan CH₃COONa (basa konjugasi)
 - b. Campuran antara campuran dari larutan NaOH berlebih dengan CH₃COOH

Kunci Jawaban Dan Pembahasan

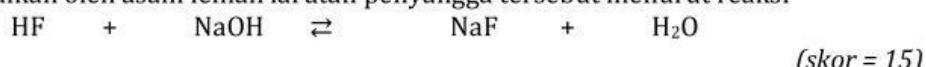
- 1 Larutan penyanga adalah larutan yang mampu mempertahankan pH meskipun ada penambahan asam atau basa kuat juga pada pengenceran

(skor = 20)

- 2 Jika ke dalam larutan ditambahkan asam kuat (HCl) maka asam kuat ini akan dinetralkan oleh basa konjugasi dari larutan penyanga tersebut dengan menurut reaksi :



Jika ke dalam larutan tersebut ditambahkan basa kuat maka basa kuat akan dinetralkan oleh asam lemah larutan penyanga tersebut menurut reaksi



- 3 Untuk menentukan larutan penyanga adalah campuran antara asam atau basa lemah dengan asam atau basa konjugasinya (garam)

Maka asam atau basa lemah harus berlebih dari pada asam atau basa kuat

NaOH	= basa kuat
CH ₃ COOH	= asam lemah
NH ₄ OH	= basa lemah
HCl	= asam kuat

Untuk membandingkan jumlah senyawa maka carilah masing-masing mol dengan rumus

$$\text{mol} = \text{Molaritas} \times \text{Volume}$$

Dari perhitungan maka percobaan 2 dan 4 yang merupakan larutan penyanga

Pada percobaan 2 menghasilkan sisa CH₃COOH (asam lemah)

Percobaan 4 menghasilkan sisa NH₄OH (basa lemah)

(skor = 30)

- 4 a. Larutan penyanga bersifat asam karena CH₃COOH (asam lemah) dan lautan CH₃COONa (basa konjugasi/ garam) (skor = 10)

- b. Campuran tersebut bukan merupakan larutan penyanga karena yang berlebihan adalah NaOH yang merupakan basa kuat

(skor = 10)

Pedoman Penskoran

Cocokkanlah jawaban anda dengan kunci jawaban. Hitunglah jawaban yang benar dengan skor yang telah terlampir, lalu perhatikan interval skor berikut

90 - 100 = baik sekali

80 - 89 = baik

70 - 79 = cukup

< 70 = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80 atau lebih, anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2, Bagus!

Jika masih di bawah 80, anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai, Tetap Semangat!

F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

No	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
1	Apakah anda mampu menjelaskan pengertian larutan penyingga?		
2	Apakah anda mampu menjelaskan jenis larutan penyingga asam serta komposisi campurannya?		
3	Apakah anda mampu menjelaskan jenis larutan penyingga basa serta komposisi campurannya?		
4	Apakah anda mampu menjelaskan jenis larutan penyingga yang berasal dari pencampuran asam atau basa yang berlebih?		
5	Apakah anda mampu menjelaskan cara pembuatan larutan penyingga baik dengan cara langsung dan tidak langsung?		
6	Apakah anda mampu menjelaskan prinsip kerja larutan penyingga?		

Apabila jawaban kalian pada ketiga pertanyaan diatas "ya", maka kalian sudah memahami pengertian, jenis-jenis serta prinsip kerja larutan penyingga. Silahkan lanjutkan mempelajari materi larutan penyingga pada kegiatan pembelajaran kedua. Namun, apabila kalian masih menjawab "tidak atau belum", maka silahkan pelajari lagi ya, kegiatan pembelajaran yang pertama .

Tetap Semangat !

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

PERHITUNGAN pH DAN PERAN LARUTAN PENYANGGA

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini kalian diharapkan mampu:

1. Menghitung pH larutan penyanga
2. Menjelaskan peran larutan penyanga dalam kehidupan sehari-hari.

B. Uraian Materi

1. Perhitungan pH Larutan Penyanga

Untuk melakukan penghitungan pH larutan penyanga maka kita harus memahami dulu larutan penyanga tersebut bersifat asam atau basa. Berikut ini klasifikasi larutan penyanga dan rumus penghitungan pH-nya

a) Larutan penyanga asam

Larutan penyanga bersifat asam apabila terdiri dari campuran asam lemah dengan basa konjugasinya. Contohnya adalah:

CH3COOH dengan CH3COONa. atau CH3COO^-

Basa konjugasi CH3COO^- ini dapat diperoleh dari larutan garamnya yaitu dari kation logam dari masing-masing anionnya misalnya CH3COONa, CH3COOK, (CH3COO)2Mg, HCO3K, dan lainnya

Perumusan larutan penyanga yang bersifat asam adalah sebagai berikut:

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

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

Keterangan:

K_a = tetapan ionisasi asam lemah

n_a = Jumlah mol asam lemah

n_{bk} = Jumlah mol basa konjugasinya

b) Larutan penyanga basa

Larutan penyanga bersifat basa apabila terdiri dari campuran basa lemah dengan asam konjugasinya, contohnya adalah NH4OH dengan NH4^+ atau NH4Cl.

Asam konjugasi NH4^+ ini dapat diperoleh dari larutan garamnya yaitu dari anion logam dari masing-masing kationnya misalnya NH4Cl, NH4Br, NH4NO3, NH4I, dan lainnya

Perumusan larutan penyanga yang bersifat basa adalah sebagai berikut:

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

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

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

Keterangan:

K_b = tetapan ionisasi basa lemah

n_b = Jumlah mol basa lemah

n_{ak} = Jumlah mol asam konjugasinya