



**Zainal
Kim**

**RENCANA PELAKSANAAN
PEMBELAJARAN**

(RPP)

LARUTAN PENYANGGA

Kimia Kelas XI Fase F

Tahun Pelajaran 2025/2026

**Zainal Abidin, S.Pd.
NIP. -**

**SMA NEGERI 1 MENGWI
PROVINSI BALI**

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN

Satuan Pendidikan : SMA Negeri 1 Mengwi
Mata Pelajaran : Kimia
Kelas/Fase : XI / F
Waktu : 10 Pertemuan (20 x @45 menit/ Total 20 JP)

IDENTIFIKASI

Peserta Didik :

Siswa kelas XI SMA yang telah memahami konsep asam-basa dan pH

 **Kesiapan Peserta Didik untuk Materi**

Kimia Bab *Larutan Penyangga* – Kelas XI Fase F

Kesiapan belajar peserta didik dalam memahami materi *Larutan Penyangga* sangat bergantung pada penguasaan konsep asam-basa sebelumnya, baik menurut teori Arrhenius, Brønsted-Lowry, maupun Lewis. Peserta didik perlu memahami konsep kesetimbangan kimia, pH, dan reaksi netralisasi sebagai fondasi awal untuk memahami cara kerja sistem penyangga dalam mempertahankan pH.

Pengetahuan awal yang sangat berperan mencakup:

- Penguasaan materi **ionisasi asam dan basa**, termasuk kekuatan relatifnya (kuat/lemah).
- Pemahaman **konsep kesetimbangan reaksi** dan konstanta kesetimbangan (K_a dan K_b).
- Kemampuan **menghitung pH**, baik untuk larutan asam/basa kuat maupun lemah.

Selain itu, kemampuan matematika seperti logaritma, operasi pecahan, dan penyusunan persamaan matematika sederhana menjadi kebutuhan penting dalam perhitungan konsentrasi dan pH larutan penyangga. Peserta didik yang kesulitan dalam aljabar sederhana atau logaritma kemungkinan akan mengalami hambatan kognitif dalam memecahkan soal numerik larutan penyangga.

Minat belajar peserta didik akan meningkat apabila mereka melihat keterkaitan antara larutan penyangga dengan **konteks nyata**, seperti peran buffer dalam darah manusia, produk farmasi, atau produk kecantikan. Oleh karena itu, pendekatan kontekstual sangat penting untuk memicu motivasi belajar.

Latar belakang pengalaman belajar sebelumnya—misalnya pemahaman sistem tubuh, larutan dalam biologi atau eksperimen pH di laboratorium—juga dapat menjadi pintu masuk yang kuat. Peserta didik dengan pengalaman praktikum yang baik biasanya lebih mudah memahami makna konsep penyangga secara fungsional, bukan sekadar teoritis.

Kebutuhan belajar lainnya mencakup:

- Akses ke **simulasi digital** (misalnya PhET) untuk memahami respon larutan penyangga terhadap penambahan asam/basa.
- Strategi visual seperti **grafik perubahan pH**, diagram titrasi, serta **percobaan demonstratif**.
- **Pendekatan diferensiasi** untuk peserta didik yang memiliki gaya belajar kinestetik, auditori, maupun visual.

Keterampilan berpikir analitis dan kritis, serta kemampuan kerja kelompok dalam diskusi atau praktikum, menjadi sangat penting untuk membangun pemahaman tentang fungsi dan pentingnya larutan penyangga dalam kehidupan nyata.

✓ Kesiapan Peserta Didik untuk Materi

Kimia Bab *Teori Atom dan Notasi Unsur* – Kelas X Fase E

Kesiapan belajar peserta didik kelas X dalam memahami materi *Teori Atom dan Notasi Unsur* sangat bergantung pada penguasaan awal mengenai **konsep zat dan partikel penyusunnya** yang telah diperoleh di jenjang SMP. Pemahaman dasar tentang **unsur, senyawa, atom, dan molekul**, serta perkembangan model atom (Dalton, Thomson, Rutherford) menjadi pondasi penting.

Pengetahuan awal yang relevan mencakup:

- Konsep **massa atom relatif dan nomor atom**.
- Pemahaman sederhana tentang **partikel subatomik (proton, neutron, elektron)**.
- Keterkaitan antara **nomor atom dan posisi unsur dalam tabel periodik**.

Kemampuan membaca **notasi unsur** dan menentukan jumlah partikel subatomik dari lambang suatu unsur (misalnya $^{12}_6\text{C}$) menjadi kompetensi awal yang harus dikuasai sebelum memasuki konsep konfigurasi elektron dan struktur atom lebih kompleks.

Minat belajar peserta didik terhadap sejarah sains dan penemuan ilmiah seperti perkembangan model atom dapat menjadi jembatan untuk meningkatkan keterlibatan mereka dalam topik ini. Ketertarikan terhadap visualisasi atom (model Bohr atau orbital) biasanya memicu rasa ingin tahu yang tinggi.

Latar belakang SMP terkait sistem periodik dan struktur atom sangat memengaruhi kesiapan peserta didik. Mereka yang sudah diperkenalkan dengan **model atom dan konsep isotop**, atau pernah melihat simulasi model atom, akan lebih cepat memahami perkembangan teori atom hingga teori modern.

Kebutuhan belajar yang menonjol antara lain:

- **Media visual** seperti gambar model atom, animasi transisi model atom dari klasik ke modern.
- Kegiatan eksperiensial seperti **membuat model atom** dari plastisin atau aplikasi digital.
- Strategi pembelajaran kontekstual seperti **pengaitan teori atom dengan unsur yang sering ditemui dalam kehidupan (contoh: Fe, Na, Cl, C)**.

Keterampilan berpikir konseptual, logis, dan abstrak mulai diperlukan dalam memahami bagaimana notasi unsur menggambarkan sifat dasar suatu atom. Di sisi lain, keterampilan mencatat, mengamati, serta berdiskusi juga menjadi bekal untuk memperkuat pemahaman, terutama jika pembelajaran dilakukan melalui pendekatan kelompok.

Materi Pelajaran :

Larutan Penyangga (Buffer)

Materi Larutan Penyangga (Buffer) mencakup pengetahuan faktual, seperti definisi larutan penyangga, komponen utama (asam lemah dan basa konjugasinya atau basa lemah dan asam konjugasinya), serta sifat-sifat dasar larutan penyangga; pengetahuan konseptual, seperti mekanisme kerja larutan penyangga dalam menjaga kestabilan pH melalui reaksi kesetimbangan asam-basa; prosedural, yaitu langkah-langkah dalam menghitung pH larutan penyangga menggunakan rumus Henderson-Hasselbalch dan perhitungan konsentrasi komponen penyangga; serta aspek metakognitif, seperti kemampuan mengevaluasi dan mengoreksi kesalahan dalam perhitungan pH dan memahami keterbatasan larutan penyangga.

Materi ini sangat relevan dengan kehidupan nyata peserta didik, terutama dalam konteks biologi (misalnya fungsi buffer dalam menjaga pH darah agar tetap stabil), industri farmasi, pengolahan air, dan berbagai produk makanan dan minuman yang membutuhkan kestabilan pH untuk menjaga mutu dan keamanan. Pemahaman larutan penyangga juga mendasari berbagai aplikasi teknologi, seperti pembuatan obat, pengendalian proses kimia, dan lingkungan hidup.

Tingkat kesulitan materi ini tergolong menengah hingga tinggi karena memerlukan pemahaman konsep kesetimbangan kimia, teori asam-basa yang sudah cukup kompleks, serta kemampuan matematis untuk melakukan perhitungan pH dan konsentrasi. Peserta didik juga harus mampu menghubungkan teori dengan situasi praktis dan memahami faktor-faktor yang mempengaruhi efektivitas larutan penyangga.

Struktur materi dimulai dari pengantar konsep asam dan basa lemah serta kuat, dilanjutkan dengan teori kesetimbangan dalam larutan penyangga, rumus Henderson-Hasselbalch, cara menentukan pH larutan penyangga, hingga penerapan larutan penyangga dalam kehidupan sehari-hari dan berbagai teknologi.

Dalam pembelajaran ini, dapat diintegrasikan nilai dan karakter seperti ketelitian dalam perhitungan pH dan penanganan data eksperimen; kejujuran ilmiah dalam melaporkan hasil praktikum; tanggung jawab dalam melaksanakan tugas dan diskusi kelompok; serta rasa ingin tahu dan apresiasi terhadap keteraturan kimia yang menjaga keseimbangan alam dan kesehatan makhluk hidup.

Melalui pemahaman larutan penyangga, peserta didik diharapkan dapat mengembangkan kesadaran akan pentingnya konsep kimia dasar dalam menjaga keseimbangan kehidupan dan aplikasi teknologi yang mendukung kualitas hidup. Dengan demikian, pembelajaran tidak hanya berfokus pada aspek kognitif, tetapi juga membentuk sikap ilmiah dan karakter positif yang bermanfaat bagi kehidupan sehari-hari.

Dimensi Profil Pelajar Pancasila:

- ✓ DPL 3 – Penalaran Kritis
- ✓ DPL 4 – Kreativitas
- ✓ DPL 5 – Kolaborasi

DESAIN PEMBELAJARAN

Capaian Pembelajaran:

Peserta didik mampu **menjelaskan dan menerapkan konsep larutan penyangga** melalui identifikasi jenis-jenis larutan penyangga dan mekanisme kerjanya dalam menjaga kestabilan pH secara ilmiah. Peserta didik juga mampu **menghitung pH larutan penyangga dalam berbagai konteks nyata** menggunakan pendekatan matematika yang tepat serta **merancang dan menyajikan solusi berbasis konteks** terkait penggunaan larutan penyangga dalam kehidupan sehari-hari, lingkungan, dan teknologi.

Selain aspek kognitif, peserta didik juga mengembangkan **kompetensi literasi sains, berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif** dalam proses pembelajaran, serta menumbuhkan sikap **tanggung jawab, ketelitian, dan rasa ingin tahu** terhadap fenomena kimia yang mendasari keseimbangan kehidupan dan lingkungan.

Lintas Disiplin Ilmu:

- Biologi (larutan buffer dalam tubuh manusia)
- Matematika (logaritma, perhitungan pH)
- Teknologi (simulasi digital, lab virtual)

Tujuan Pembelajaran:

1. Menjelaskan konsep dan fungsi larutan penyangga
2. Mengidentifikasi jenis larutan penyangga berdasarkan komponen penyusunnya
3. Melakukan perhitungan pH suatu larutan Buffer melalui metode problem solving yang tepat
4. Menganalisis aplikasi larutan penyangga dalam kehidupan sehari-hari
5. Menyajikan hasil pengamatan dan perhitungan dalam bentuk laporan atau presentasi

Topik Pembelajaran:

- Pengertian Larutan Penyangga
- Ciri-ciri Larutan Penyangga
- Jenis-jenis Larutan Penyangga
 - Penyangga Asam
 - Penyangga Basa
- Komponen Penyusun Larutan Penyangga
- Cara Kerja Larutan Penyangga
- Rumus Larutan Penyangga (Henderson-Hasselbalch)
- Perhitungan pH Larutan Penyangga
- Penyangga Asam
- Penyangga Basa
- Kapasitas Penyangga dan Faktor yang Mempengaruhinya

Praktik Pedagogis:

- Problem Based Learning
- Kolaboratif
- Inkuiri terbimbing

Metode Eksperimen dan Simulasi Larutan Penyangga:

- Peserta didik melakukan eksperimen langsung atau menggunakan simulasi interaktif untuk mengamati perubahan pH saat asam atau basa ditambahkan ke larutan penyangga.
- **Berkesadaran:** Menumbuhkan kesadaran akan pentingnya larutan penyangga dalam menjaga keseimbangan kimia dalam sistem biologis dan lingkungan.
- **Bermakna:** Memberikan pengalaman konkret yang menghubungkan konsep teoretis dengan fenomena nyata, seperti darah atau air laut sebagai larutan penyangga.
- **Menggembarakan:** Mendorong eksplorasi bebas dan kolaborasi dengan media interaktif yang mudah diakses dan digunakan.
- Eksperimen ini melatih kemampuan observasi, penalaran ilmiah dalam menghubungkan perubahan pH dengan mekanisme larutan penyangga, serta refleksi terhadap hasil pengamatan.

Metode Diskusi dan Presentasi Kelompok:

- Peserta didik berdiskusi dalam kelompok kecil untuk mengkaji contoh-contoh larutan penyangga di sekitar mereka (misal: larutan penyangga dalam tubuh, industri, atau lingkungan), lalu mempresentasikan hasil analisis dan aplikasinya.
- **Berkesadaran:** Memahami peran larutan penyangga dalam kehidupan sehari-hari dan teknologi.
- **Bermakna:** Memberikan ruang bagi peserta didik untuk mengaitkan konsep kimia dengan konteks sosial dan ekologis.
- **Menggembarakan:** Menguatkan rasa percaya diri dan kebersamaan melalui kerja sama dalam

kelompok dan berbagi pemikiran di depan kelas.

- Diskusi dan presentasi ini melatih keterampilan berpikir kritis, komunikasi ilmiah, serta kreativitas dalam menyajikan materi.

Strategi Pembelajaran Berbasis Studi Kasus:

- Peserta didik diberikan studi kasus nyata, misalnya kasus perubahan pH darah pada kondisi asidosis atau alkalosis, atau penanganan limbah industri menggunakan larutan penyangga, lalu diminta mencari solusi dan menjelaskan mekanisme larutan penyangga yang terjadi.
- **Berkesadaran:** Menumbuhkan kesadaran bahwa ilmu kimia dapat menjadi alat untuk memahami dan mengatasi persoalan kesehatan dan lingkungan.
- **Bermakna:** Memfasilitasi pembelajaran yang berorientasi pada masalah nyata dan penerapan konsep kimia dalam konteks multidisiplin.
- **Menggembirakan:** Mengajak peserta didik berperan aktif sebagai peneliti dan pemecah masalah dengan tantangan yang relevan.
- Strategi ini melatih kemampuan analisis kritis, kolaborasi, dan kreativitas dalam pemecahan masalah secara ilmiah dan terintegrasi.

Kemitraan Pembelajaran:

- Kelompok diskusi dan kerja praktik
- Presentasi antar siswa

Lingkungan Pembelajaran:

- Kelas/laboratorium
- Lab virtual/simulasi digital

Ruang Fisik:

- **Laboratorium Kimia:** Tempat peserta didik melakukan eksperimen larutan penyangga dengan menggunakan peralatan nyata seperti pH meter, buret, dan larutan standar untuk mengamati perubahan pH dan mekanisme kerja larutan penyangga.
- **Ruang Kelas:** Dilengkapi proyektor atau layar interaktif untuk memutar video pembelajaran, simulasi larutan penyangga, serta sebagai ruang diskusi dan presentasi hasil eksperimen dan studi kasus kelompok.

Ruang Virtual:

- **Platform LMS:** Digunakan untuk mengakses bahan ajar, kuis, dan diskusi daring terkait konsep

larutan penyangga, jenis-jenisnya, serta aplikasi dalam kehidupan nyata dan teknologi.

- **Simulasi Interaktif:** Aplikasi atau situs seperti PhET Buffer Solutions atau simulasi pH meter digital yang memungkinkan peserta didik memanipulasi variabel dalam larutan penyangga secara virtual untuk memahami prinsip kerja dan perhitungan pH.
- **Sumber Online:** Artikel ilmiah populer, video demonstrasi eksperimen larutan penyangga, dan e-book terpercaya yang memperdalam wawasan peserta didik tentang peran larutan penyangga dalam biologi, kimia, dan lingkungan.

Budaya Belajar:

- **Penalaran Kritis:** Mengkaji hubungan antara komposisi larutan penyangga dan stabilitas pH, serta implikasi praktisnya dalam sistem biologis dan lingkungan.
- **Kreativitas:** Merancang infografik atau video pendek yang menjelaskan mekanisme kerja larutan penyangga dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari atau industri.
- **Komunikasi:** Menyampaikan hasil diskusi kelompok atau laporan eksperimen secara jelas dan sistematis baik secara lisan maupun tertulis menggunakan istilah ilmiah yang tepat.

Pemanfaatan Digital:

- PhET simulation: Buffer action
- Canva / Google Slides untuk presentasi
- Aplikasi kalkulator kimia

Tentu, berikut adalah revisi pengalaman belajar materi **Larutan Penyangga** untuk Fase F (Kelas 11 SMA) yang diperluas menjadi 10 pertemuan (20 x 45 menit), lengkap dengan tujuan pembelajaran untuk setiap pertemuan, serta mempertahankan format yang sama:

Tentu, ini adalah Pengalaman Belajar mengenai Larutan Penyangga yang telah diubah menjadi 10 pertemuan dengan alokasi waktu masing-masing 2 x 45 menit, serta penambahan tujuan pembelajaran spesifik untuk setiap pertemuan dan alokasi waktu pada bagian awal dan penutup.

PENGALAMAN BELAJAR

MATERI

LARUTAN PENYANGGA

Pertemuan 1 (2 x 45 menit): Pengantar Konsep Larutan Penyangga dan Kestabilan pH

Tujuan Pembelajaran: Peserta didik mampu menjelaskan konsep dasar larutan penyangga, termasuk pengertian dan fungsinya dalam menjaga kestabilan pH.

AWAL (Berorientasi Nyata dan Berkesan) Alokasi Waktu: 15 menit

- Guru membuka pelajaran dengan salam hangat, presensi, dan doa.
- *Ice breaking* singkat: Misalnya bertanya, "Apa yang kalian ketahui tentang pH darah dan kenapa pH tubuh harus stabil?"
- **Orientasi Visual & Kontekstual:**
 - Tampilkan video singkat tentang larutan penyangga dalam darah dan contoh aplikasi buffer di industri makanan.
 - Tanyakan: "Apa dampak jika pH darah berubah drastis? Mengapa pH beberapa produk makanan harus dijaga stabil?"

INTI (Aktif, Eksploratif, Bermakna) Alokasi Waktu: 60 menit

- **Memahami (45 menit)**
 - Guru menjelaskan konsep larutan penyangga secara visual dan interaktif, menekankan kemampuannya untuk mempertahankan pH.
 - **Diskusi kelompok:** Mengapa pH tubuh harus stabil? Apa fungsi *buffer* di dalam tubuh dan lingkungan? Berikan contoh situasi di mana kestabilan pH sangat penting.
- **Mengaplikasi (30 menit)**
 - Peserta didik melakukan **studi kasus sederhana** tentang pentingnya pH stabil dalam sistem biologis (misalnya, pH lambung, pH tanah untuk tanaman tertentu). Mereka diminta mencari informasi singkat dan merangkumnya.
- **Merefleksi (15 menit)**
 - Sesi tanya jawab dan refleksi: "Bagaimana konsep larutan penyangga dapat menjelaskan kestabilan pH dalam tubuh? Apa peranan utama larutan ini?"

PENUTUP (Berorientasi Kontekstual) Alokasi Waktu: 15 menit

- Guru menekankan pentingnya larutan penyangga dalam kehidupan sehari-hari dan dampaknya.
- **Tugas ringan:** Cari 2-3 contoh lain larutan penyangga di lingkungan sekitar atau industri (selain yang disebutkan di kelas) dan tuliskan fungsi serta manfaatnya.

Pertemuan 2 (2 x 45 menit): Komponen Penyusun Larutan Penyangga Asam

Tujuan Pembelajaran: Peserta didik mampu mengidentifikasi komponen penyusun larutan penyangga asam (asam lemah dan basa konjugasinya) dan menjelaskan mengapa kombinasi ini membentuk *buffer*.

AWAL Alokasi Waktu: 15 menit

- **Review** singkat materi sebelumnya dengan kuis interaktif (misalnya menggunakan aplikasi kuis singkat).
- **Apersepsi** dan pengantar: "Kita tahu *buffer* menjaga pH, tapi terbuat dari apa saja? Bisakah semua kombinasi asam dan basa membentuk *buffer*?"

INTI Alokasi Waktu: 60 menit

- **Memahami (45 menit)**
 - Penjelasan mendalam tentang larutan penyangga asam: komponennya terdiri dari **asam lemah** dan garamnya (yang mengandung **basa konjugasi**).
 - Guru memberikan contoh spesifik (misalnya, $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COONa}$) dan menjelaskan mengapa kedua komponen ini harus ada.
 - Diskusi interaktif: Mengapa asam kuat tidak bisa membentuk *buffer* dengan garamnya?
- **Mengaplikasi (30 menit)**
 - **Diskusi kelompok**: Mengidentifikasi pasangan asam lemah dan basa konjugasinya dari daftar senyawa yang diberikan.
 - Peserta didik menuliskan reaksi ionisasi asam lemah dan disosiasi garamnya.
- **Merefleksi (15 menit)**
 - **Refleksi tertulis**: "Apa hubungan antara asam lemah dan basa konjugasinya dalam membentuk larutan penyangga asam?"
 - Diskusi kelas: "Mengapa keberadaan kedua komponen ini krusial untuk kerja *buffer*?"

PENUTUP Alokasi Waktu: 15 menit

- Rangkuman konsep komponen penyusun *buffer* asam dan tanya jawab.
- **Penugasan**: Cari 3 contoh pasangan asam lemah dan garamnya yang dapat membentuk larutan penyangga asam (selain yang dibahas di kelas).

Pertemuan 3 (2 x 45 menit): Mekanisme Kerja Larutan Penyangga Asam

Tujuan Pembelajaran: Peserta didik mampu menjelaskan mekanisme kerja larutan penyangga asam dalam mempertahankan pH ketika ditambahkan sedikit asam atau basa.

AWAL Alokasi Waktu: 15 menit

- **Review** hasil tugas rumah.
- **Apersepsi**: "Bagaimana asam lemah dan basa konjugasinya 'bekerja sama' untuk menjaga pH agar tidak berubah drastis?"
- **Pengantar**: Tampilkan animasi sederhana penambahan asam/basa ke dalam sistem *buffer* asam.

INTI Alokasi Waktu: 60 menit

- **Memahami (45 menit)**
 - Guru menjelaskan secara detail **mekanisme kerja larutan penyangga asam** saat ditambahkan asam (H^+) dan saat ditambahkan basa (OH^-). *Menuliskan reaksi kimia yang terjadi ketika H^+ +

atau OH^- ditambahkan ke dalam sistem *buffer* asam, menunjukkan bagaimana ion-ion tersebut dinetralsir.

- Diskusi interaktif untuk memastikan pemahaman.
- **Mengaplikasi (30 menit)**
 - **Simulasi Digital:** Peserta didik menggunakan simulasi interaktif (misalnya PhET Simulation: Acid-Base Solutions atau sejenisnya) untuk mengamati secara visual bagaimana *buffer* asam bereaksi terhadap penambahan asam dan basa, serta perubahan pH yang minimal.
 - Praktik menuliskan reaksi kimia netralisasi oleh *buffer* asam secara mandiri.
- **Merefleksi (15 menit)**
 - Sesi tanya jawab: "Ketika kita menambahkan asam, komponen mana dari *buffer* asam yang bereaksi? Apa produk reaksinya?" dan pertanyaan serupa untuk penambahan basa.
 - **Refleksi tertulis:** "Jelaskan dengan kata-kata Anda sendiri, mengapa larutan penyangga asam dapat mempertahankan pH-nya?"

PENUTUP Alokasi Waktu: 15 menit

- Guru merangkum mekanisme kerja *buffer* asam.
- **Penugasan:** Buatlah diagram alir sederhana yang menggambarkan mekanisme kerja *buffer* asam saat ditambahkan asam dan basa.

Pertemuan 4 (2 x 45 menit): Komponen Penyusun Larutan Penyangga Basa

Tujuan Pembelajaran: Peserta didik mampu mengidentifikasi komponen penyusun larutan penyangga basa (basa lemah dan asam konjugasinya) dan menjelaskan mengapa kombinasi ini membentuk *buffer*.

AWAL Alokasi Waktu: 15 menit

- **Review** hasil tugas rumah (diagram alir mekanisme *buffer* asam).
- **Apersepsi:** "Bagaimana jika kita membutuhkan larutan yang bisa menjaga pH di daerah basa? Apakah komponennya akan sama dengan *buffer* asam?"

INTI Alokasi Waktu: 60 menit

- **Memahami (45 menit)**
 - Penjelasan mendalam tentang larutan penyangga basa: komponennya terdiri dari **basa lemah** dan garamnya (yang mengandung **asam konjugasi**).
 - Guru memberikan contoh spesifik (misalnya, $\text{NH}_3/\text{NH}_4\text{Cl}$) dan menjelaskan mengapa kedua komponen ini harus ada.
 - Diskusi interaktif: Mengapa basa kuat tidak bisa membentuk *buffer* dengan garamnya?
- **Mengaplikasi (30 menit)**
 - **Diskusi kelompok:** Mengidentifikasi pasangan basa lemah dan asam konjugasinya dari daftar senyawa yang diberikan.
 - Peserta didik menuliskan reaksi ionisasi basa lemah dan disosiasi garamnya.
- **Merefleksi (15 menit)**
 - **Refleksi tertulis:** "Apa hubungan antara basa lemah dan asam konjugasinya dalam membentuk larutan penyangga basa?"

- Diskusi kelas: "Bisakah satu senyawa saja berfungsi sebagai *buffer*? Jelaskan."

PENUTUP Alokasi Waktu: 15 menit

- Rangkuman konsep komponen penyusun *buffer* basa dan tanya jawab.
- **Penugasan:** Cari 3 contoh pasangan basa lemah dan garamnya yang dapat membentuk larutan penyangga basa (selain yang dibahas di kelas).

Pertemuan 5 (2 x 45 menit): Mekanisme Kerja Larutan Penyangga Basa

Tujuan Pembelajaran: Peserta didik mampu menjelaskan mekanisme kerja larutan penyangga basa dalam mempertahankan pH ketika ditambahkan sedikit asam atau basa.

AWAL Alokasi Waktu: 15 menit

- **Review** hasil tugas rumah.
- **Apersepsi:** "Bagaimana basa lemah dan asam konjugasinya 'bekerja sama' untuk menjaga pH di daerah basa?"
- **Pengantar:** Tampilkan animasi sederhana penambahan asam/basa ke dalam sistem *buffer* basa.

INTI Alokasi Waktu: 60 menit

- **Memahami (45 menit)**
 - Guru menjelaskan secara detail **mekanisme kerja larutan penyangga basa** saat ditambahkan asam (H_2A) dan saat ditambahkan basa (OH^-). *Menuliskan reaksi kimia yang terjadi ketika H_2A atau OH^- ditambahkan ke dalam sistem *buffer* basa, menunjukkan bagaimana ion-ion tersebut dinetralkan.
 - Diskusi interaktif untuk memastikan pemahaman.
- **Mengaplikasi (30 menit)**
 - **Simulasi Digital:** Peserta didik menggunakan simulasi interaktif untuk mengamati secara visual bagaimana *buffer* basa bereaksi terhadap penambahan asam dan basa, serta perubahan pH yang minimal.
 - Praktik menuliskan reaksi kimia netralisasi oleh *buffer* basa secara mandiri.
- **Merefleksi (15 menit)**
 - Sesi tanya jawab: "Ketika kita menambahkan basa, komponen mana dari *buffer* basa yang bereaksi? Apa produk reaksinya?" dan pertanyaan serupa untuk penambahan asam.
 - **Refleksi tertulis:** "Jelaskan dengan kata-kata Anda sendiri, mengapa larutan penyangga basa dapat mempertahankan pH-nya?"

PENUTUP Alokasi Waktu: 15 menit

- Guru merangkum mekanisme kerja *buffer* basa.
- **Penugasan:** Buatlah diagram alir sederhana yang menggambarkan mekanisme kerja *buffer* basa saat ditambahkan asam dan basa.

Pertemuan 6 (2 x 45 menit): Perhitungan pH Larutan Penyangga Asam (Rumus Henderson-Hasselbalch)

Tujuan Pembelajaran: Peserta didik mampu menghitung pH larutan penyangga asam menggunakan rumus Henderson-Hasselbalch.

AWAL Alokasi Waktu: 15 menit

- **Review** hasil tugas rumah (diagram alir mekanisme *buffer* basa).
- **Apersepsi:** Mengingat kembali konsep logaritma, pH, K_a , dan konsentrasi asam/basa.
- **Pengantar:** "Bagaimana kita bisa menghitung nilai pH yang tepat dari suatu larutan penyangga?"

INTI Alokasi Waktu: 60 menit

- **Memahami (45 menit)**
 - Guru menjelaskan penurunan dan aplikasi **rumus Henderson-Hasselbalch** untuk larutan penyangga asam: $\text{pH} = \text{pK}_a + \log\left(\frac{[\text{BasaKonjugasi}]}{[\text{AsamLemah}]}\right)$
 - Menjelaskan pentingnya nilai pK_a dan perannya dalam menentukan pH awal *buffer*.
 - Memberikan contoh soal langkah demi langkah dengan ilustrasi.
- **Mengaplikasi (30 menit)**
 - **Latihan soal terstruktur:** Peserta didik secara individu atau berpasangan menghitung pH larutan penyangga asam dengan berbagai data konsentrasi asam lemah dan garamnya, serta nilai K_a yang berbeda.
 - **Simulasi digital:** Menggunakan kalkulator *pH buffer* online atau aplikasi simulasi untuk mengecek hasil perhitungan.
- **Merefleksi (15 menit)**
 - **Diskusi kelompok:** "Faktor apa saja yang memengaruhi nilai pH awal dari suatu larutan penyangga asam?"
 - Sesi tanya jawab untuk mengidentifikasi kesulitan dalam perhitungan.

PENUTUP Alokasi Waktu: 15 menit

- Guru merefleksikan hasil perhitungan dan diskusi kendala yang dihadapi.
- **Tugas:** Selesaikan 3 soal latihan perhitungan pH larutan penyangga asam.

Pertemuan 7 (2 x 45 menit): Perhitungan pH Larutan Penyangga Basa (Rumus Henderson-Hasselbalch)

Tujuan Pembelajaran: Peserta didik mampu menghitung pH dan pOH larutan penyangga basa menggunakan rumus Henderson-Hasselbalch.

AWAL Alokasi Waktu: 15 menit

- **Review** hasil tugas rumah.
- **Apersepsi:** Mengingat kembali hubungan antara pH dan pOH, serta K_b .
- **Pengantar:** "Bagaimana rumus Henderson-Hasselbalch disesuaikan untuk larutan penyangga basa?"

INTI Alokasi Waktu: 60 menit

- **Memahami (45 menit)**
 - Guru menjelaskan penurunan dan aplikasi **rumus Henderson-Hasselbalch** untuk larutan penyangga basa: $pOH = pK_b + \log\left(\frac{[\text{AsamKonjugasi}]}{[\text{BasaLemah}]}\right)$
 - Menjelaskan bagaimana mengonversi pOH menjadi pH.
 - Memberikan contoh soal langkah demi langkah dengan ilustrasi.
- **Mengaplikasi (30 menit)**
 - **Latihan soal terstruktur:** Peserta didik secara individu atau berpasangan menghitung pOH dan pH larutan penyangga basa dengan berbagai data konsentrasi basa lemah dan garamnya, serta nilai K_b yang berbeda.
 - **Simulasi digital:** Menggunakan kalkulator pH *buffer* online atau aplikasi simulasi untuk mengecek hasil perhitungan.
- **Merefleksi (15 menit)**
 - **Diskusi kelompok:** "Faktor apa saja yang memengaruhi nilai pH awal dari suatu larutan penyangga basa?"
 - Sesi tanya jawab untuk mengidentifikasi kesulitan dalam perhitungan.

PENUTUP Alokasi Waktu: 15 menit

- Guru merefleksikan hasil perhitungan dan diskusi kendala yang dihadapi.
- **Tugas:** Selesaikan 3 soal latihan perhitungan pH larutan penyangga basa.

Pertemuan 8 (2 x 45 menit): Kapasitas Larutan Penyangga

Tujuan Pembelajaran: Peserta didik mampu menjelaskan konsep kapasitas larutan penyangga dan faktor-faktor yang memengaruhinya.

AWAL Alokasi Waktu: 15 menit

- **Review** singkat perhitungan pH larutan penyangga.
- **Apersepsi:** "Apakah semua larutan penyangga mampu menahan perubahan pH dengan kekuatan yang sama?"
- **Pengantar:** Tampilkan video atau grafik yang menunjukkan batas kemampuan *buffer* dalam menjaga pH.

INTI Alokasi Waktu: 60 menit

- **Memahami (45 menit)**
 - Guru menjelaskan konsep **kapasitas larutan penyangga:** kemampuan *buffer* untuk menahan penambahan asam atau basa tanpa perubahan pH yang signifikan.
 - Menjelaskan **faktor-faktor yang memengaruhi kapasitas *buffer*:** konsentrasi komponen penyangga (asam lemah/basa konjugasi atau basa lemah/asam konjugasi).
 - Diskusi interaktif: "Mengapa *buffer* dengan konsentrasi komponen yang lebih tinggi memiliki kapasitas yang lebih besar?"
- **Mengaplikasi (30 menit)**

- **Studi Kasus:** Peserta didik menganalisis beberapa skenario dengan *buffer* yang berbeda konsentrasinya. Mereka memprediksi *buffer* mana yang memiliki kapasitas lebih besar dan mengapa.
- Mendesain "eksperimen pikiran" untuk menguji kapasitas *buffer* yang berbeda.
- **Merefleksi (15 menit)**
 - **Diskusi kelas:** "Bagaimana pengetahuan tentang kapasitas *buffer* penting dalam aplikasi nyata (misalnya, dalam formulasi obat atau pengolahan air limbah)?"
 - **Refleksi individu:** Menuliskan contoh situasi di mana kapasitas *buffer* sangat penting.

PENUTUP Alokasi Waktu: 15 menit

- Rangkuman konsep kapasitas *buffer* dan faktor-faktornya.
- **Tugas:** Cari tahu tentang *buffer* di dalam darah dan diskusikan mengapa darah membutuhkan kapasitas *buffer* yang tinggi.

Pertemuan 9 (2 x 45 menit): Aplikasi Larutan Penyangga dalam Kehidupan Sehari-hari dan Industri

Tujuan Pembelajaran: Peserta didik mampu menganalisis berbagai aplikasi larutan penyangga dalam sistem biologis, kehidupan sehari-hari, dan industri.

AWAL Alokasi Waktu: 15 menit

- **Review** hasil tugas rumah.
- **Apersepsi:** "Di mana lagi kita bisa menemukan larutan penyangga di luar tubuh kita atau lab kimia?"
- **Pengantar:** Tampilkan gambar produk-produk sehari-hari (misalnya, shampo, obat tetes mata, produk makanan) yang mengandung *buffer*.

INTI Alokasi Waktu: 60 menit

- **Memahami dan Mengaplikasi (60 menit)**
 - Guru memfasilitasi diskusi dan *brainstorming* tentang berbagai **aplikasi larutan penyangga:**
 - **Sistem Biologis:** Darah (sistem *buffer* karbonat-bikarbonat, fosfat), urin, cairan intrasel.
 - **Industri Pangan:** Pengawet, pengatur keasaman (misalnya, asam sitrat/sitrat dalam minuman).
 - **Farmasi:** Formulasi obat-obatan (pH stabil untuk stabilitas dan absorpsi).
 - **Kosmetik:** Shampo, sabun, *lotion*.
 - **Pertanian:** pH tanah.
 - **Lingkungan:** Penyangga alami dalam air danau/sungai.
 - **Proyek Mini Kelompok (perencanaan):** Setiap kelompok memilih 1-2 aplikasi larutan penyangga dan mulai merencanakan presentasi/infografis/video singkat yang akan mereka buat untuk pertemuan berikutnya.
- **Merefleksi (15 menit)**

- **Diskusi kelas** mengenai relevansi aplikasi larutan penyangga dan pentingnya konsep *buffer* dalam berbagai bidang.
- Tanya jawab: "Apa aplikasi yang paling menarik bagi Anda? Mengapa?"

PENUTUP Alokasi Waktu: 15 menit

- Guru menekankan luasnya aplikasi larutan penyangga.
- **Penugasan:** Setiap kelompok melanjutkan pengerjaan proyek mini mereka untuk presentasi di pertemuan berikutnya.

Pertemuan 10 (2 x 45 menit): Presentasi Aplikasi Larutan Penyangga dan Evaluasi Akhir

Tujuan Pembelajaran: Peserta didik mampu menyajikan hasil analisis data dan informasi tentang aplikasi larutan penyangga dalam bentuk presentasi/laporan/infografis secara kolaboratif, serta mengevaluasi pemahaman keseluruhan materi.

AWAL Alokasi Waktu: 15 menit

- **Review** singkat persiapan presentasi kelompok.
- **Apersepsi:** "Hari ini kita akan berbagi pengetahuan tentang bagaimana larutan penyangga 'bekerja' di dunia nyata."
- **Tujuan:** Mengevaluasi pemahaman dan menyajikan hasil eksplorasi siswa.

INTI (Kreatif dan Kolaboratif) Alokasi Waktu: 60 menit

- **Presentasi Kelompok (50 menit)**
 - Setiap kelompok mempresentasikan proyek mini mereka mengenai aplikasi larutan penyangga dalam kehidupan sehari-hari/industri.
 - **Peer Review:** Antar kelompok saling memberikan tanggapan, pertanyaan, dan masukan konstruktif.
- **Evaluasi dan Kuis (20 menit)**
 - **Kuis akhir komprehensif** untuk mengukur pemahaman keseluruhan materi larutan penyangga (konsep, jenis, mekanisme, perhitungan, dan aplikasi).
- **Merefleksi dan Menutup (10 menit)**
 - Tanya reflektif: "Apa manfaat utama memahami larutan penyangga dalam kehidupan nyata?" "Apa tantangan paling menarik dalam materi ini, dan bagaimana Anda mengatasinya?"
 - Refleksi pribadi atau kelompok mengenai pembelajaran larutan penyangga secara keseluruhan.

PENUTUP Alokasi Waktu: 15 menit

- Guru menutup dengan rangkuman dan penguatan konsep, memberikan apresiasi atas partisipasi dan kreativitas siswa.
- **Tugas akhir (opsional):** Membuat esai singkat tentang pentingnya larutan penyangga di bidang tertentu yang diminati siswa.

ASESMEN PEMBELAJARAN

Asesmen Awal

- **Pertanyaan pemantik diskusi kelas:**
“Apa yang kalian ketahui tentang pH darah dan mengapa pH ini harus stabil?”
“Bagaimana asam dan basa dapat memengaruhi pH larutan?”
- **Tes diagnostik singkat (10 soal pilihan ganda):**
 1. Apa yang dimaksud dengan pH?
 - a. Konsentrasi asam
 - b. Ukuran keasaman larutan
 - c. Jumlah basa dalam larutan
 - d. Massa jenis larutan
 - e. Volume larutan**Jawaban: b**
 2. Larutan dengan pH 3 dikatakan...
 - a. Netral
 - b. Basa
 - c. Asam kuat
 - d. Asam lemah
 - e. Basa lemah**Jawaban: c**
 3. Larutan penyangga berfungsi untuk...
 - a. Meningkatkan keasaman
 - b. Menetralkan larutan basa
 - c. Menjaga kestabilan pH
 - d. Menambah konsentrasi asam
 - e. Meningkatkan volume larutan**Jawaban: c**
(lanjutan sampai soal 10 sesuai kebutuhan)

Asesmen dalam Proses Pembelajaran

- **Penilaian diskusi kelompok:**
Guru menilai partisipasi, kemampuan mengemukakan pendapat, dan keterkaitan argumen dengan konsep larutan penyangga.
- **Penilaian kinerja simulasi:**
Observasi bagaimana siswa mengatur penambahan asam/basa pada simulasi dan memahami perubahan pH secara real-time.
- **Latihan perhitungan dan observasi:**
Penilaian dari hasil hitung pH buffer dengan rumus Henderson-Hasselbalch dan diskusi hasilnya.

Asesmen Akhir

Kuis Akhir (10 Soal Pilihan Ganda dan Uraian Singkat)

Pilihan Ganda:

1. Larutan penyangga terdiri atas...
 - a. Asam kuat dan basa kuat
 - b. Asam kuat dan garam
 - c. Asam lemah dan garamnya
 - d. Basa kuat dan asam kuat
 - e. Basa kuat dan garam

Jawaban: c

2. Fungsi utama larutan penyangga adalah...
 - a. Meningkatkan pH larutan
 - b. Menjaga kestabilan pH saat asam atau basa ditambahkan
 - c. Membuat larutan menjadi asam kuat
 - d. Menghilangkan asam dari larutan
 - e. Menurunkan konsentrasi basa

Jawaban: b

3. Rumus Henderson-Hasselbalch digunakan untuk menghitung...
 - a. Konsentrasi asam
 - b. pH larutan penyangga
 - c. Volume larutan
 - d. Titik didih larutan
 - e. Massa larutan

Jawaban: b

4. Jika suatu larutan penyangga mengandung asam lemah dengan konsentrasi 0,1 M dan garam konjugasinya 0,1 M, maka pH-nya kira-kira...
 - a. 1
 - b. 7
 - c. 5
 - d. 3
 - e. 9

Jawaban: b

5. Larutan penyangga dapat dibuat dari...
 - a. Asam kuat dan basa kuat
 - b. Asam lemah dan garam basa kuat
 - c. Basa lemah dan air murni
 - d. Asam kuat dan air
 - e. Basa kuat dan asam kuat

Jawaban: b

6. Penambahan asam ke larutan penyangga menyebabkan...
 - a. pH naik drastis
 - b. pH turun sedikit atau tetap stabil
 - c. Larutan berubah menjadi basa
 - d. Larutan kehilangan warna
 - e. Konsentrasi garam meningkat

Jawaban: b

7. Larutan penyangga darah manusia terutama terdiri dari...
- Asam karbonat dan bikarbonat
 - Asam kuat dan basa kuat
 - Asam asetat dan natrium asetat
 - HCl dan NaOH
 - NaCl dan KCl
- Jawaban: a**
8. Apa yang terjadi jika jumlah asam kuat ditambahkan melebihi kapasitas buffer?
- pH tetap stabil
 - pH berubah drastis
 - Larutan menjadi encer
 - Larutan menjadi netral
 - Larutan berubah menjadi basa
- Jawaban: b**
9. Apa yang dimaksud dengan kapasitas penyangga?
- Jumlah volume buffer
 - Kemampuan buffer untuk menahan perubahan pH
 - Konsentrasi ion H⁺
 - Jumlah garam dalam larutan
 - Massa larutan
- Jawaban: b**
10. Contoh aplikasi larutan penyangga dalam kehidupan sehari-hari adalah...
- Pembersih lantai
 - Darah manusia
 - Minuman soda
 - Air mineral
 - Sabun cuci piring
- Jawaban: b**

Soal Uraian Singkat:

- Jelaskan apa itu larutan penyangga dan berikan contoh dalam kehidupan sehari-hari!
- Bagaimana larutan penyangga bekerja ketika asam ditambahkan ke dalamnya?
- Tuliskan rumus Henderson-Hasselbalch dan jelaskan setiap komponennya!
- Sebutkan dua jenis larutan penyangga beserta contohnya!
- Mengapa pH darah harus dijaga agar tetap stabil?

Refleksi Individu Tertulis

- Peserta didik menulis pengalaman belajar dan pemahaman mereka tentang pentingnya larutan penyangga dalam kehidupan, termasuk tantangan yang dihadapi selama pembelajaran.

INSTRUMEN PENILAIAN

1. Rubrik Penilaian

Aspek yang Dinilai	Kriteria	Skor 4 (Sangat Baik)	Skor 3 (Baik)	Skor 2 (Cukup)	Skor 1 (Perlu Perbaikan)
Ketepatan Konsep	Pemahaman konsep larutan penyangga, jenis, dan cara kerjanya	Menjelaskan konsep dengan lengkap, akurat, dan mendalam	Menjelaskan konsep dengan benar, namun kurang rinci	Memahami konsep secara umum tapi ada kesalahan kecil	Salah atau sangat kurang memahami konsep
Ketepatan Perhitungan pH	Menggunakan rumus Henderson-Hasselbalch dengan tepat dan menunjukkan langkah perhitungan yang benar	Semua perhitungan tepat dan langkah jelas	Mayoritas perhitungan tepat, langkah cukup jelas	Beberapa kesalahan perhitungan, langkah kurang jelas	Banyak kesalahan dalam perhitungan dan langkah
Kreativitas dan Akurasi Presentasi	Penyajian materi menarik, mudah dipahami, dan informatif	Presentasi sangat kreatif, media lengkap dan akurat	Presentasi menarik dengan media yang memadai	Presentasi standar, kurang kreatif, beberapa kesalahan	Presentasi kurang jelas, minim kreativitas, banyak kesalahan
Kolaborasi dalam Kelompok	Kerjasama dan kontribusi dalam diskusi dan tugas kelompok	Aktif berkontribusi dan mendukung anggota kelompok	Berkontribusi dengan baik, tetapi pasif di beberapa bagian	Kurang aktif, kontribusi terbatas	Tidak berkontribusi atau mengganggu kerja kelompok

2. Checklist Penilaian

Aspek yang Dinilai	Ya	Tidak	Keterangan
Siswa aktif dalam diskusi kelompok	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Siswa menyelesaikan tugas simulasi dengan benar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Siswa menggunakan rumus pH buffer dengan tepat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Siswa berpartisipasi dalam presentasi kelompok	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Siswa memberikan evaluasi konstruktif terhadap teman	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

3. Petunjuk Penilaian

- **Ketepatan konsep dan perhitungan pH** dinilai dari hasil tugas tertulis dan diskusi, serta latihan soal.
- **Kreativitas dan akurasi presentasi** dinilai saat presentasi kelompok (meliputi visual, verbal, dan isi materi).
- **Kolaborasi** dinilai berdasarkan pengamatan guru selama kegiatan kelompok dan partisipasi diskusi.
- **Checklist** diisi berdasarkan pengamatan guru terhadap keaktifan dan penyelesaian tugas siswa.

Contoh Skor Akhir (dari 4 aspek rubrik):

Nama Siswa	Ketepatan Konsep (max 4)	Ketepatan Perhitungan (max 4)	Kreativitas Presentasi (max 4)	Kolaborasi (max 4)	Total Skor (max 16)	Keterangan
Siswa A	4	3	4	3	14	Sangat Baik
Siswa B	3	4	3	4	14	Sangat Baik
Siswa C	2	2	2	3	9	Cukup

Mengetahui,
Kepala SMAN 1 Mengwi,

Mengwi, 3 Juli 2025
Guru Mata Pelajaran Kimia

I Nyoman Alit Tiana, S.Pd.,M.Pd.
NIP. -

Zainal Abidin, S.Pd
NIP. -

LAMPIRAN PEMBELAJARAN

A. LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)

LKPD 1

LARUTAN PENYANGGA

LKPD adalah panduan dalam melakukan aktivitas pembelajaran, yaitu:

Nama Siswa :
Kelas/Semester : X /
Kelompok :
Mata Pelajaran :
Hari/Tanggal :

A. FENOMENA

Perhatikan gambar berikut !

Minuman apakah itu??? Yup...minuman isotonic.

Biasanya minuman ini kita minum ketika kita lelah karena habis lari. Tahukah kalian bahwa ternyata pH dari minuman isotonic berada pada kisaran **4** atau dalam keadaan asam.

Nah, coba kalian pikir, kira-kira apa yang terjadi dengan pH minuman isotonic tersebut jika kita menambahkan **air jeruk** yang bertindak sebagai asam atau **air kapur** yang bertindak sebagai basa???

Ajaib, ternyata ketika di check ternyata **pH dari minuman isotonic tidak berubah.**

B. RUMUSAN MASALAH

Setelah membaca fenomena diatas, kira-kira masalah apa yang muncul dalam pikiran kalian?

.....
.....
.....

C. JAWABAN SEMENTARA

Nah, kalau ada masalah berarti ada penyelesaiannya donk...Menurut kalian, apa jawaban dari masalah yang kalian dapatkan ???

.....

.....

.....

D. PENGUMPULAN DATA

Untuk dapat membuktikan bahwa larutan penyangga dapat mempertahankan pH dan membantu kalian untuk membuktikan kebenaran jawaban yang telah kalian buat, maka amatilah demonstrasi yang dilakukan oleh guru.

Kumpulkan data yang telah kalian dapatkan dari hasil demonstrasi yang dilakukan oleh guru dan tuliskan hasil pengamatan kalian pada tabel berikut :

Tabel Hasil Pengamatan

Larutan yang di uji	pH awal	Banyaknya tetesan	pH larutan setelah penambahan		
			HCl 0,1 M	NaOH 0,1 M	H ₂ O
5 ml NaCl 0,1 M		5			
		10			
5 ml CH ₃ COOH 0,1 M + 5 ml CH ₃ COONa 0,1 M		5			
		10			

E. ANALISIS DATA

a. Sifat Larutan Penyangga

Sekarang kita akan menganalisis data yang telah kalian dapatkan dari demonstrasi yang telah dilakukan. Untuk itu, jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut :

1. Dimanakah letak perbedaan dari percobaan 1 dan 2?

Jawab :

.....

.....

.....

.....

.....

2. Dari percobaan 2, tentukan yang mana asam dan basa konjugasinya !

Jawab :

.....
.....
.....
.....

3. Jadi, apa yang dimaksud dengan larutan penyangga itu sendiri dan bagaimana sifatnya ?

Jawab :

.....
.....
.....
.....
.....

b. Menghitung pH larutan penyangga asam

pH larutan yang kita peroleh dari hasil percobaan (2) yang dilakukan, dapat juga kita peroleh melalui perhitungan menggunakan rumus. Namun, pertama kita harus mencari rumus yang akan digunakan, lalu menerapkannya untuk mendapatkan pH larutan.

1. Hitunglah pH larutan yang terdiri dari campuran 5 mL CH_3COOH 0,1 M dan 5 mL CH_3COONa 0,1 M, $K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 1 \times 10^{-5}$!

Jawab :

Langkah 1. (menurunkan rumus) :

a. Tuliskan reaksi yang terjadi ! Spesi/komponen apa yang ada dalam reaksi tersebut ?

.....
.....
.....
.....

b. Spesi/komponen manakah yang terlibat dalam kesetimbangan? Tuliskan konstanta kesetimbangan basa lemah menurut reaksi tersebut!

.....

.....

.....

.....

.....

c. Dari persamaan konstanta kesetimbangan di atas, bagaimana cara mendapatkan $[H^+]$?

.....

.....

.....

.....

.....

Langkah 2. (menghitung pH berdasarkan rumus yang telah diperoleh) :

d. Tentukanlah yang termasuk asam lemah dan basa konjugasi pada soal tersebut! Kemudian tentukan mol awal masing-masing zat!

- Asam lemah :

.....

.....

Mol asam lemah = [asam] · V_{asam}

=

.....

- Basa konjugasi / garam :

.....

Mol basa konjugasi / garam = [garam/basa konjugasi] · $V_{garam/basa\ konjugasi}$

=

.....

e. Tentukanlah $[H^+]$ dalam campuran tersebut!

$[H^+] =$

.....

.....

.....

f. Tentukanlah pH campuran tersebut (pH awal) !

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

2. Berkaitan dengan soal no.1, berapakah pH larutan setelah penambahan 1 mL HCl 0,1 M ?

Jawab :

a. Tuliskan reaksi yang terjadi antara HCl dan CH_3COONa !

b. Hitung mol mula-mula masing-masing zat yang diketahui !

c. Hitung sisa mol zat yang bereaksi!

d. Hitung $[H^+]$ dan pH larutan !

$[H^+] =$

$pH =$

Hasil analisis : apakah ada perbedaan antara pH larutan pada keadaan awal, setelah penambahan HCl, dan penambahan NaOH ? Jelaskan !

c. **Menghitung pH larutan penyangga basa**

1. Sebanyak 50 mL NH_4OH 0,1 M ($K_b = 1 \times 10^{-5}$) dicampurkan dengan 100 mL larutan NH_4Cl 0,5 M,!

Jawab :

Langkah 1. (menurunkan rumus) :

- Tuliskan reaksi yang terjadi ! Spesi/komponen apa yang ada dalam reaksi tersebut ?

.....

- Spesi/komponen manakah yang terlibat dalam kesetimbangan? Tuliskan konstanta kesetimbangan basa lemah menurut reaksi tersebut!

- Tentukanlah pOH dan pH campuran tersebut !

pOH = - log [OH⁻]
 =

pH =

.....

.....

F. KESIMPULAN

Setelah mengamati demonstrasi yang dilakukan oleh guru dan mengerjakan soal-soal yang ada pada LKS langkah demi langkah , apa yang dapat kalian simpulkan ?

- Pengertian Larutan Penyangga :

- Sifat Larutan Penyangga

- Rumus yang digunakan untuk menghitung pH larutan penyangga asam

- Rumus yang digunakan untuk menghitung pH larutan penyangga basa

- Pengaruh penambahan sedikit asam (pH)

- Pengaruh penambahan sedikit basa (pH)

Latihan

1. Berapa pH larutan penyangga yang dibuat dengan melarutkan 8,2 g natrium asetat (CH_3COONa) di dalam larutan asam asetat (CH_3COOH) 0,2 M sampai volume larutan penyangga mencapai 1000 mL? $K_a \text{CH}_3\text{COOH} = 2 \times 10^{-5}$, $\text{Mr CH}_3\text{COONa} = 82$.

PENYELESAIAN

2. 100 mL larutan $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 0,05 M dicampur dengan larutan CH_3COOH 0,1 M hingga diperoleh volume larutan 300 mL ($K_a = 2 \times 10^{-5}$). Berapakah pH larutan yang terjadi?

PENYELESAIAN

E. PENUTUP

Kesimpulan



KEGIATAN 3

Tujuan Pembelajaran

- Siswa mampu menghitung pH larutan penyangga dengan penambahan sedikit asam atau sedikit basa atau dengan pengenceran.

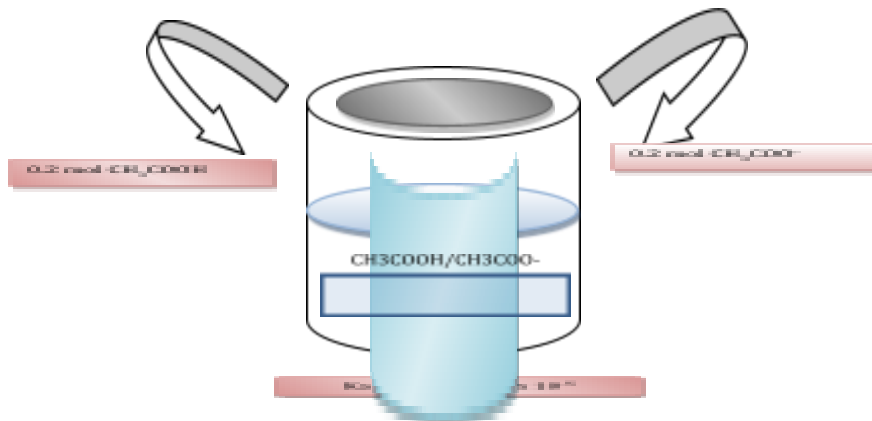


Informasi

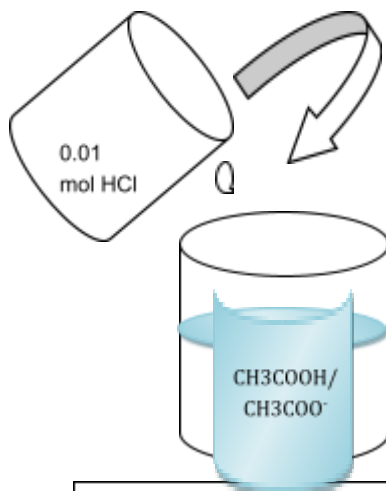
Larutan yang pH-nya relative tetap (tidak berubah) pada penambahan sedikit asam atau sedikit basa disebut sebagai larutan penyangga atau larutan buffer.

Penambahan larutan asam atau basa atau pengenceran ke dalam suatu larutan penyangga dalam batas-batas tertentu, pH larutan penyangganya dapat dipertahankan. Akan tetapi, penambahan atau pengenceran yang berlebihan akan menyebabkan perubahan drastis pada nilai pH larutan penyangga.

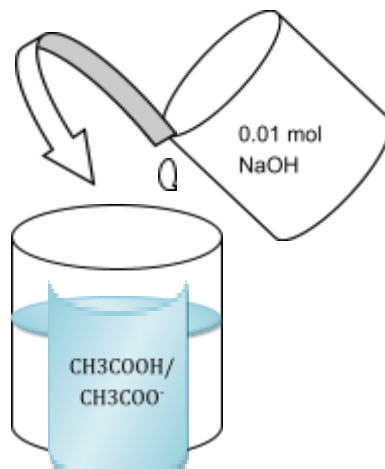
Model 3



Gambar a larutan penyangga



Gambar b larutan penyangga ditambah sedikit asam



Gambar c larutan penyangga ditambah sedikit basa

Pertanyaan Kunci

1. Dari **Model 3 gambar a**, tentukanlah pH larutan penyangga tersebut!

Jawab:.....
.....
.....

2. Dari **model 3 gambar b**, tentukanlah reaksi kesetimbangan larutan penyangga saat ditambah sedikit asam!

Jawab:.....
.....
.....

3. Dari **jawaban nomor 2**, tentukanlah pH larutan penyangga setelah ditambahkan sedikit asam!

Jawab:.....
.....
.....

4. Dari **Model 3 gambar c**, tentukanlah reaksi kesetimbangan larutan penyangga saat ditambah sedikit basa!

Jawab:.....
.....
.....

5. Dari **jawaban nomor 4**, tentukanlah pH larutan penyangga setelah ditambahkan sedikit basa!

Jawab:.....
.....
.....

Latihan

- Sebanyak 150 mL larutan HCOOH 0,1 M dicampur dengan 100 mL $(\text{HCOO})_2\text{Ca}$ 0,05 M. Tentukan:
($K_a \text{ HCOOH} = 2 \times 10^{-5}$)

- a. pH larutan awal
- b. pH larutan bila ditambah 0,002 mol HNO_3
- c. pH larutan bila ditambah 0,002 mol Ca(OH)_2
- d. pH larutan bila diencerkan dengan menambah 100 mL air

Jawaban

Kesimpulan

B. BAHAN BACAAN

Larutan Penyangga

1. Pengertian Larutan Penyangga

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 penyangga atau buffer. Dengan adanya sifat larutan penyangga, 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 penyangga. Larutan penyangga, memiliki peran yang sangat penting dalam reaksi-reaksi kompleks yang terjadi dalam tubuh manusia. Tuhan Yang Maha Esa telah memberikan larutan penyangga dalam tubuh manusia sehingga kita patut bersyukur.

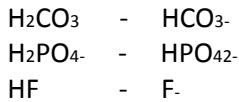
Dari pemaparan diatas, maka kita bisa menarik kesimpulan pengertian dari larutan penyangga. Larutan penyangga atau buffer adalah larutan yang dapat mempertahankan pH tertentu terhadap usaha mengubah pH, seperti penambahan asam, basa, ataupun pengenceran. Dengan kata lain pH larutan penyangga tidak akan 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 (HHbO₂) 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 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 Contoh asam lemah dan basa konjugasinya adalah : HCOOH - HCOO⁻.



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 : $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ - $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3\text{Cl}$

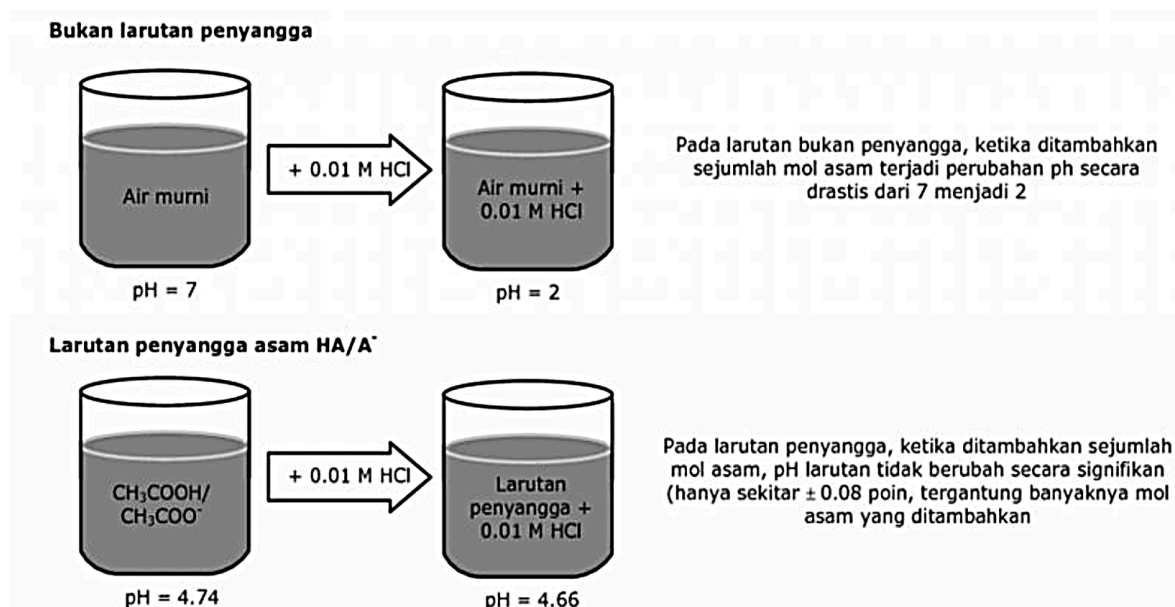
3. Pembuatan Larutan Penyangga

Pembuatan larutan penyangga terdiri dari dua cara yaitu secara langsung dan tidak langsung. Pembuatan secara langsung dilakukan dengan: a. mencampurkan asam lemah (HA) dengan garam basa konjugasinya (LA, yang dapat terionisasi menghasilkan ion A^-) b. mencampurkan basa lemah (B) dengan garam asam konjugasinya (BH $^+$), yang dapat terionisasi menghasilkan ion BH^+)

Contoh: $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{CH}_3\text{COOH}$ $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NH}_4\text{OH}$ pembuatan larutan penyangga secara tidak langsung dilakukan dengan: a. mencampurkan suatu asam lemah dalam jumlah berlebih dengan suatu basa kuat sehingga bereaksi menghasilkan garam basa konjugasi dari asam lemah tersebut. b. mencampurkan suatu basa lemah dalam jumlah berlebih dengan suatu asam kuat sehingga bereaksi menghasilkan garam asam konjugasi dari basa lemah tersebut.



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

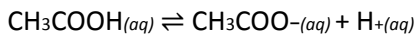
Larutan penyangga mengandung komponen asam dan basa lemah, dengan asam dan basa konjugasinya, sehingga dapat mengikat baik ion H^+ ataupun ion OH^- .

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^-).

$\text{CH}_3\text{COO}^-_{(aq)} + \text{H}^+_{(aq)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)}$ 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.

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



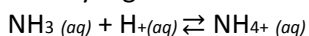
Prinsip kerja larutan penyangga basa sebagai berikut :

1) Pada penambahan asam

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

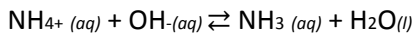
Hal itu akan dapat menyebabkan keseimbangan dan akan bergeser ke kanan, sehingga konsentrasi Ion OH^- dapat dipertahankan. Suatu sisi penambahan ini dapat menyebabkan sehingga berkurangnya komponen basa (NH_3), bukannya Ion OH^- .

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 (NH₄⁺), membentuk komponen basa (NH₃) & 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 NH₃ bertambah.

Akan tetapi, karena volume larutan juga bertambah, pengaruh penambahan konsentrasi OH⁻ menjadi tidak berarti. Dengan demikian, nilai pH larutan tidak mengalami perubahan.

1. Perhitungan pH Larutan Penyangga

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

a) Larutan penyangga asam

Larutan penyangga 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 penyangga 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 penyangga basa

Larutan penyangga 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 penyangga 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_a = tetapan ionisasi asam lemah

n_b = Jumlah mol basa lemah

n_{ak} = Jumlah mol asam konjugasinya

Langkah-langkah Menghitung pH Larutan Penyangga

1. Tentukanlah mol asam atau basa lemah
2. Tentukanlah mol asam atau basa konjugasi (garam)
3. Hitunglah ion H⁺ atau ion OH⁻
4. Hitunglah pH

C. GLOSARIUM

Asam lemah : Asam yang mudah melepaskan proton (H^+) dalam larutan. Contohnya asam asetat (CH_3COOH).

Basa lemah : Basa yang mudah menerima proton (H^+) dalam larutan. Contohnya amonia (NH_3).

Garam asam : Hasil reaksi antara asam lemah dan basa kuat. Contohnya natrium asetat (CH_3COONa) dari asam asetat dan $NaOH$.

Garam basa : Hasil reaksi antara basa lemah dan asam kuat. Contohnya amonium klorida (NH_4Cl) dari amonia dan HCl .

Larutan penyangga asam : Larutan penyangga yang terdiri dari asam lemah dan garamnya. Contohnya larutan penyangga asetat (CH_3COOH/CH_3COONa).

Larutan penyangga basa : Larutan penyangga yang terdiri dari basa lemah dan garamnya. Contohnya larutan penyangga amonia (NH_3/NH_4Cl).

Larutan penyangga campuran : Larutan penyangga yang terdiri dari campuran asam lemah dan basa lemah. Contohnya larutan penyangga fosfat ($H_3PO_4/H_2PO_4^-/PO_4^{3-}$).

D. DAFTAR PUSTAKA

- Brady, James E. 1999. *Kimia Universitas, Asas dan Struktur, Edisi Kelima*. Binarupa Aksara : Jakarta
- Hart, Harold (Suminar Achmadi). 1990 *Kimia Organik Suatu Kuliah Singkat (terjemahan)*. Erlangga : Jakarta
- Petrucci, Ralph H., 1987. *Kimia Dasar Prinsip dan Terapan Modern, Jilid 3*, Erlangga : Jakarta
- Respati. 1986. *Pengantar Kimia Organik*. Aksara Baru : Jakarta
- Unggul Sudarmo. 2016. *Kimia untuk SMA/MA Kelas X*. Erlangga : Jakarta.
- Chang, Raymond. 2005. *Konsep-konsep inti Kimia Dasar Jilid I*. Jakarta: Erlangga
- Chang, Raymond. 2005. *Konsep-konsep inti Kimia Dasar Jilid II*. Jakarta: Erlangga
- Purba, M, 2004, *Kimia Untuk SMA Kelas XI 2A*, Penerbit Erlangga, Jakarta