

Kode KIM.06

Larutan Asam dan Basa



**BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL**

2004

Kode KIM. 06

Larutan Asa dan Basa

Penyusun:

Dra. Utiya Azizah, M. Pd.

Editor

Drs. Sukarmin, M. Pd.

**BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
2004**

Kata Pengantar

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas karunia dan hidayah-Nya, kami dapat menyusun bahan ajar modul manual untuk SMK Bidang Adaptif, yakni mata pelajaran Fisika, Kimia dan Matematika. Modul yang disusun ini menggunakan pendekatan pembelajaran berdasarkan kompetensi, sebagai konsekuensi logis dari Kurikulum SMK Edisi 2004 yang menggunakan pendekatan kompetensi (*CBT: Competency Based Training*).

Sumber dan bahan ajar pokok Kurikulum SMK Edisi 2004 adalah modul, baik modul manual maupun interaktif dengan mengacu pada Standar Kompetensi Nasional (SKN) atau standarisasi pada dunia kerja dan industri. Dengan modul ini, diharapkan digunakan sebagai sumber belajar pokok oleh peserta diklat untuk mencapai kompetensi kerja standar yang diharapkan dunia kerja dan industri.

Modul ini disusun melalui beberapa tahapan proses, yakni mulai dari penyiapan materi modul, penyusunan naskah secara tertulis, kemudian disetting dengan bantuan alat-alat komputer, serta divalidasi dan diujicobakan empirik secara terbatas. Validasi dilakukan dengan teknik telaah ahli (*expert-judgment*), sementara ujicoba empirik dilakukan pada beberapa peserta diklat SMK. Harapannya, modul yang telah disusun ini merupakan bahan dan sumber belajar yang berbobot untuk membekali peserta diklat kompetensi kerja yang diharapkan. Namun demikian, karena dinamika perubahan sains dan teknologi di industri begitu cepat terjadi, maka modul ini masih akan selalu dimintakan masukan untuk bahan perbaikan atau direvisi agar supaya selalu relevan dengan kondisi lapangan.

Pekerjaan berat ini dapat terselesaikan, tentu dengan banyaknya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak yang perlu diberikan penghargaan dan ucapan terima kasih. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini tidak berlebihan bilamana disampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang

sebesar-besarnya kepada berbagai pihak, terutama tim penyusun modul (penulis, editor, tenaga komputerisasi modul, tenaga ahli desain grafis) atas dedikasi, pengorbanan waktu, tenaga, dan pikiran untuk menyelesaikan penyusunan modul ini.

Kami mengharapkan saran dan kritik dari para pakar di bidang psikologi, praktisi dunia usaha dan industri, dan pakar akademik sebagai bahan untuk melakukan peningkatan kualitas modul. Diharapkan para pemakai berpegang pada azas keterlaksanaan, kesesuaian dan fleksibilitas, dengan mengacu pada perkembangan IPTEK pada dunia usaha dan industri dan potensi SMK dan dukungan dunia usaha industri dalam rangka membekali kompetensi yang terstandar pada peserta diklat.

Demikian, semoga modul ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya peserta diklat SMK Bidang Adaptif untuk mata pelajaran Matematika, Fisika, Kimia, atau praktisi yang sedang mengembangkan modul pembelajaran untuk SMK.

Jakarta, Desember 2004
a. n. Direktur Jenderal Pendidikan
Dasar dan Menengah
Direktur Pendidikan Menengah Kejuruan,



Dr. Ir. Gatot Hari Priowirjanto, M. Sc.
NIP 130 675 814

Kata Pengantar

Modul Kimia untuk siswa SMK ini disusun dengan mengacu kepada kurikulum SMK Edisi 2004. Modul merupakan salah satu media yang sesuai dan tepat untuk mencapai suatu tujuan tertentu pada setiap pembelajaran. Bagi siswa, selain dapat dipakai sebagai sumber belajar, modul juga dapat dijadikan sebagai pedoman dalam melakukan suatu kegiatan tertentu. Bagi sekolah menengah kejuruan, modul merupakan media informasi yang dirasakan efektif, karena isinya yang singkat, padat informasi, dan mudah dipahami oleh siswa sehingga proses pembelajaran yang tepat guna akan dapat dicapai.

Dalam modul ini akan dipelajari mengenai jenis-jenis larutan berdasarkan tingkat kelarutan, konsentrasi larutan dan daya hantar listrik. Selain itu akan dipelajari juga klasifikasi larutan asam, basa dan garam berdasarkan sifat-sifatnya, beserta pH dan pOHnya. Untuk membuat suatu larutan diperlukan pengetahuan mengenai macam-macam konsentrasi larutan.

Akhir kata, diharapkan modul ini dapat meringankan tugas guru dalam mengajar. Tak lupa juga kami mengharapkan kritik dan masukan dari para pemakai dan pemerhati buku pelajaran. Semoga modul ini bermanfaat bagi siswa khususnya, dan dapat membuat siswa belajar kimia dengan senang, sehingga dapat meningkatkan kualitas pendidikan di Indonesia.

Surabaya, Desember 2004

Penyusun

Utiya Azizah

Daftar Isi

📖 Halaman Sampul.....	i
📖 Halaman Francis.....	ii
📖 Kata Pengantar	iii
📖 Kata Pengantar	v
📖 Daftar Isi	vi
📖 Peta Kedudukan Modul	viii
📖 Daftar Judul Modul.....	ix
📖 Glosary	x

I. PENDAHULUAN

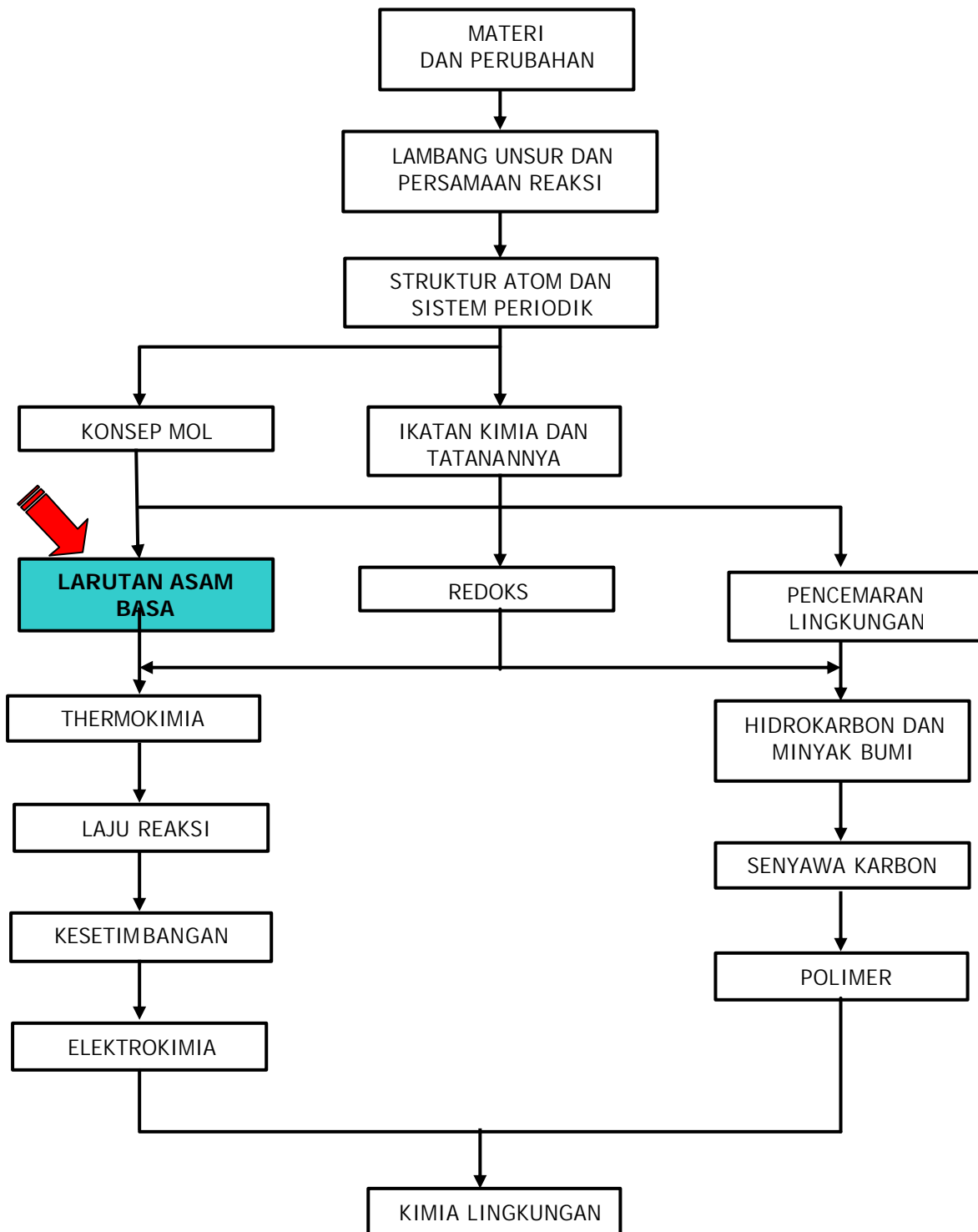
A. Deskripsi	1
B. Prasyarat	1
C. Petunjuk Penggunaan Modul	2
D. Tujuan Akhir.....	2
E. Kompetensi	3
F. Cek Kemampuan.....	4

II. PEMBELAJARAN

A. Rencana Belajar Peserta Diklat	5
B. Kegiatan Belajar	6
1. Kegiatan Belajar 1	6
a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran.....	6
b. Uraian Materi	6
c. Rangkuman	19
d. Tugas	19
e. Tes Formatif	20
f. Kunci Jawaban	21
g. Lembar kerja	23
2. Kegiatan Belajar 2	26
a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran.....	26
b. Uraian Materi	26
c. Rangkuman	47
d. Tugas	48
e. Tes Formatif	48
f. Kunci Jawaban	49
g. Lembar kerja	50

III. EVALUASI	52
A. Tes tertulis	52
B. Tes Praktik	53
KUNCI JAWABAN	54
A. Tes tertulis	54
B. Lembar Penilaian Tes Praktik	57
IV. PENUTUP	59
DAFTAR PUSTAKA	60

Peta Kedudukan Modul



Daftar Judul Modul

No.	Kode Modul	Judul Modul
1	KIM. 01	Materi dan Perubahannya
2	KIM. 02	Lambang Unsur dan Persamaan Reaksi
3	KIM. 03	Struktur Atom dan Sistem Periodik Unsur
4	KIM. 04	Konsep Mol
5	KIM. 05	Ikatan Kimia
6	KIM. 06	Larutan Asam Basa
7	KIM. 07	Reaksi Oksidasi dan Reduksi
8	KIM. 08	Pencemaran Lingkungan
9	KIM. 09	Termokimia
10	KIM. 10	Laju Reaksi
11	KIM. 11	Keseimbangan Kimia
12	KIM. 12	Elektrokimia
13	KIM. 13	Hidrokarbon dan Minyak Bumi
14	KIM. 14	Senyawa Karbon
15	KIM. 15	Polimer
16	KIM. 16	Kimia Lingkungan

Glossary

ISTILAH	KETERANGAN
Larutan	Campuran homogen yang memiliki komposisi merata atau serba sama diseluruh bagian volumenya
Solvasi	Interaksi antara zat terlarut dengan pelarut yang sama-sama bersifat polar
Kelarutan	Banyaknya zat terlarut maksimal yang dapat larut dalam jumlah tertentu pelarut pada temperatur konstan
Larutan elektrolit	Larutan yang dapat menghantarkan arus listrik, karena terdapat ion-ion dalam larutan
Larutan non elektrolit	Larutan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik
Larutan elektrolit kuat	Larutan yang dapat menghantarkan arus listrik dengan baik, karena zat terlarutnya terurai sempurna (derajat ionisasi $\alpha = 1$) menjadi ion-ion sehingga dalam larutan tersebut banyak mengandung ion-ion.
Larutan elektrolit lemah	Larutan yang dapat menghantarkan arus listrik dengan lemah, karena zat terlarut terurai sebagian ($\alpha \ll 1$) menjadi ion-ion sehingga dalam larutan tersebut sedikit mengandung ion.
asam	Zat-zat yang dalam air melepaskan ion hidronium (H_3O^+)
basa	Zat-zat yang dalam air melepaskan ion hidroksida (OH^-)
Garam	Senyawa yang terbentuk dari ion negatif sisa asam dan ion positif sisa basa
pH	Derajat keasaman suatu asam yang dinyatakan dengan konsentrasi ion hidronium (H_3O^+)
Persen berat	Perbandingan massa zat terlarut dengan massa larutan
Persen volume	Perbandingan volume zat terlarut dengan volume larutan
Fraksi mol	Perbandingan mol salah satu komponen dengan jumlah mol semua komponen
Molaritas	Jumlah mol spesi zat terlarut dalam satu liter larutan
Molalitas	Jumlah mol zat terlarut dalam 1000 g pelarut
Normalitas	Jumlah ekivalen zat terlarut dalam tiap liter larutan

BAB I. PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Dalam modul ini Anda akan mempelajari tentang larutan elektrolit dan non elektrolit, larutan asam, larutan basa dan larutan garam, serta konsentrasi larutan. Larutan merupakan campuran yang homogen, yaitu campuran yang memiliki komposisi merata atau serba sama di seluruh bagian volumenya. Berdasarkan komposisi zat terlarut dan pelarut yang menyusun larutan, dapat dibedakan larutan jenuh, larutan tidak jenuh dan larutan lewat jenuh.

Banyaknya zat terlarut maksimal yang dapat larut dalam jumlah tertentu pelarut pada temperatur konstan disebut **kelarutan**. Kelarutan suatu zat tergantung pada sifat zat tersebut, volume pelarut, suhu dan tekanan.

Berdasarkan sifat daya hantar listriknya, larutan dibagi menjadi dua yaitu larutan elektrolit adalah larutan yang dapat menghantarkan arus listrik dan larutan non elektrolit adalah larutan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik. Umumnya larutan asam dan basa bersifat elektrolit, sedangkan reaksi antara asam dan basa akan menghasilkan garam.

Dalam pembuatan larutan diperlukan macam-macam konsentrasi, diantaranya persen berat, persen volume, fraksi mol, part per million (ppm), molaritas, dan normalitas.

B. Prasyarat

Agar dapat mempelajari modul ini Anda harus memahami lambang unsur dan persamaan reaksi, dan konsep mol.

C. Petunjuk Penggunaan Modul

1. Pelajari daftar isi serta skema kedudukan modul dengan cermat dan teliti karena dalam skema modul akan nampak kedudukan modul yang sedang Anda pelajari ini diantara modul-modul yang lain.
2. Perhatikan langkah-langkah dalam melakukan pekerjaan dengan benar untuk mempermudah dalam memahami suatu proses pekerjaan, sehingga diperoleh hasil yang maksimal.
3. pahami setiap materi teori dasar yang akan menunjang penguasaan suatu pekerjaan dengan membaca secara teliti. Apabila terdapat evaluasi, maka kerjakan evaluasi tersebut sebagai sarana latihan.
4. Jawablah tes formatif dengan jawaban yang singkat dan jelas serta kerjakan sesuai dengan kemampuan Anda setelah mempelajari modul ini.
5. Bila terdapat penugasan, kerjakan tugas tersebut dengan baik dan jika perlu konsultasikan hasil tersebut pada guru/instruktur.
6. Catatlah kesulitan yang Anda dapatkan dalam modul ini untuk ditanyakan pada guru pada saat kegiatan tatap muka. Bacalah referensi yang lain yang berhubungan dengan materi modul agar Anda mendapatkan pengetahuan tambahan.

D. Tujuan Akhir

Setelah mempelajari modul ini diharapkan anda dapat:

- o Menjelaskan pengertian larutan.
- o Mengklasifikasikan larutan berdasarkan sifat kelarutan, konsentrasi, dan daya hantar larutan.
- o Menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi kelarutan.
- o Menjelaskan perbedaan larutan elektrolit dan non elektrolit.
- o Menjelaskan perbedaan larutan asam, larutan basa, dan larutan garam.
- o Memberikan contoh reaksi penggaraman.
- o Menjelaskan perbedaan pH dan pOH.
- o Menerapkan macam-macam konsentrasi dalam pembuatan larutan.

E. Kompetensi

Kompetensi : LARUTAN ASAM DAN BASA
 Program Keahlian : Program Adaptif
 Matadiklat/Kode : KIMIA/KIM. 06
 Durasi Pembelajaran : 20 jam @ 45 menit

SUB KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	LINGKUP BELAJAR	MATERI POKOK PEMBELAJARAN		
			SIKAP	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN
1. Klasifikasi larutan	? Mengklasifikasikan larutan berdasarkan sifat-sifatnya	? Larutan ? Jenis-jenis larutan ? Macam-macam pelarut ? Faktor-faktor yang mempengaruhi kelarutan zat	? Kritis ? Jujur ? Obyektif ? Bekerjasama ? Cermat ? Teliti	? Pengertian larutan ? Jenis-jenis larutan berdasarkan tingkat kelarutan ? Jenis-jenis larutan berdasarkan konsentrasi larutan dan daya hantar listrik ? Faktor-faktor yang mempengaruhi kelarutan zat	? Kemampuan mendeskripsikan tentang larutan, jenis-jenisnya dan sifat-sifat larutan
2. Larutan elektrolit dan non elektrolit	? Mengklasifikasikan larutan elektrolit dan non elektrolit	? Larutan elektrolit dan non elektrolit	? Kritis ? Jujur ? Obyektif ? Bekerjasama ? Cermat ? Teliti	? Contoh larutan elektrolit dan non elektrolit	? Praktek pengaruh larutan elektrolit terhadap arus listrik
3. Asam, basa dan garam	? Mengklasifikasikan asam, basa dan garam ? Mereaksikan penggaraman	? Asam, basa dan garam ? Sifat-sifat asam, basa dan garam ? Reaksi penggaraman	? Kritis ? Jujur ? Obyektif ? Bekerjasama ? Cermat ? Teliti	? Menyebutkan rumus kimia asam, basa dan garam ? Mereaksikan penggaraman	? Praktek mereaksikan penggaraman
4. Konsentrasi Larutan	? Membuat larutan dengan konsentrasi tertentu	? Macam-macam konsentrasi ? pH, pOH	? Kritis ? Jujur ? Obyektif ? Cermat ? Teliti	? Pengertian tentang pH dan pOH ? Dapat membuat macam-macam konsentrasi larutan	? Praktek membuat larutan dengan konsentrasi tertentu

F. Cek kemampuan

1. Jelaskan pengertian larutan!
2. Klasifikasikan larutan berdasarkan sifat kelarutan, konsentrasi, dan daya hantar larutan!
3. Jelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi kelarutan!
4. Jelaskan perbedaan larutan elektrolit dan non elektrolit!
5. Jelaskan perbedaan larutan asam, larutan basa, dan larutan garam!
6. Berikan contoh reaksi penggaraman!
7. Jelaskan perbedaan pH dan pOH!
8. Bagaimana penerapan macam-macam konsentrasi dalam pembuatan larutan?

BAB II. PEMBELAJARAN

A. RENCANA BELAJAR SISWA

Kompetensi : Larutan Asam dan Basa

- Sub Kompetensi : 1. Klasifikasi larutan
2. Larutan elektrolit dan non elektrolit
3. Asam, basa dan garam
4. Konsentrasi larutan

Tuliskan semua jenis kegiatan yang anda lakukan di dalam tabel kegiatan di bawah ini. Jika ada perubahan dari rencana semula, berilah alasannya kemudian mintalah tanda tangan kepada guru atau instruktur anda.

Jenis Kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat Belajar	Alasan perubahan	Tandatangan Guru

B. KEGIATAN BELAJAR

1. Kegiatan Belajar 1

a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran

Setelah mempelajari kegiatan belajar 1, diharapkan anda dapat:

- Mengklasifikasikan larutan berdasarkan konsentrasi larutan.
- Mengklasifikasikan larutan berdasarkan tingkat kelarutan.
- Melakukan percobaan mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi kelarutan.
- Menyimpulkan pengaruh variabel suhu, pengadukan, ukuran zat terhadap kelarutan suatu zat berdasarkan data percobaan.
- Menyimpulkan sifat daya hantar listrik larutan elektrolit dan non elektrolit.
- Mengklasifikasikan larutan elektrolit dan non elektrolit.
- Mengklasifikasikan larutan elektrolit lemah dan elektrolit kuat.
- Menjelaskan faktor penyebab larutan elektrolit dapat menghantarkan arus listrik.

b. Uraian Materi

Pengertian Larutan

Pernahkah Anda membuat sirup? Sirup dapat dibuat dengan mencampurkan gula pasir dan air. Apabila gula pasir dimasukkan dalam air dan diaduk maka padatan gula pasir akan menghilang. Kemanakah perginya gula pasir?

Ambillah segelas air sirup. Dengan bantuan sedotan, rasakan sirup dibagian dasar gelas, tengah gelas dan permukaan gelas, bagaimana rasanya? Apakah ada perbedaan rasa? Amati warna sirup di seluruh bagian, apakah ada perbedaan? Sirup merupakan salah satu contoh larutan.

Larutan merupakan **campuran yang homogen**, yaitu campuran yang memiliki komposisi merata atau serba sama di seluruh bagian volumenya. Apa saja komponen dari larutan? Suatu larutan mengandung dua komponen atau lebih yang disebut **zat terlarut (solut)** dan **pelarut (solven)**. Zat terlarut merupakan komponen yang jumlahnya sedikit, sedangkan pelarut adalah komponen yang terdapat dalam jumlah banyak. Pada contoh di atas, air merupakan pelarut sedangkan gula merupakan zat terlarut.



Meskipun larutan dapat mengandung banyak komponen, tetapi pada pembahasan materi ini dibatasi hanya larutan dengan dua macam komponen yaitu larutan biner. Komponen dari larutan biner yaitu zat terlarut dan pelarut yang dapat dilihat dalam **Tabel 1**.

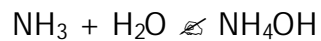
Tabel 1. Contoh larutan biner

Zat terlarut	Pelarut	Contoh
Gas	Gas	Udara, semua campuran gas
Gas	Cair	Karbon dioksida dalam air
Gas	Padat	Hidrogen dalam platina
Cair	Cair	Alkohol dalam air
Cair	Padat	Raksa dalam tembaga
Padat	Padat	Perak dalam platina
Padat	Cair	Garam dalam air

Proses Pembentukan Larutan

Proses terjadinya suatu larutan dapat mengikuti salah satu mekanisme berikut: (a) Zat terlarut bereaksi secara kimia dengan pelarut dan membentuk zat yang baru, (b) Zat terlarut membentuk zat tersolvasi dengan pelarut, (c) Terbentuknya larutan berdasarkan dispersi.

Reaksi kimia dengan pelarut dapat terjadi apabila ada interaksi antara pelarut dan zat terlarut dengan pemutusan satu atau lebih ikatan kimia. Contoh dari gejala ini adalah:

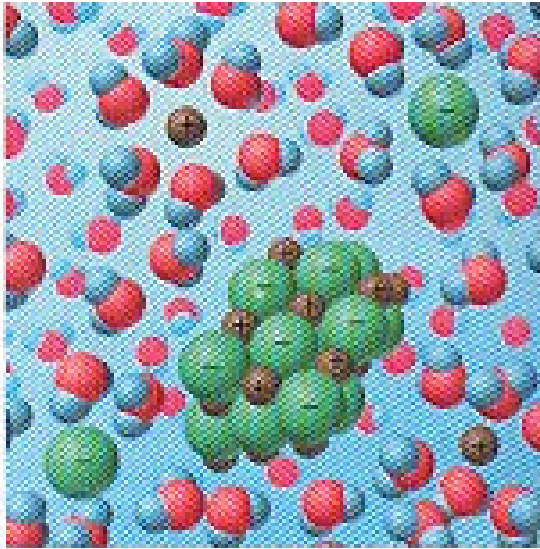


Pada contoh diatas terbentuk sistem homogen tetapi sifat kimia zat terlarut berubah.

Golongan yang kedua, masih menunjukkan adanya antaraksi antarpelarut dan zat terlarut, tetapi tidak sekuat golongan yang pertama dan tidak disertai perubahan sifat dari zat terlarut. Antaraksi yang terjadi ialah bentuk **solvasi**, dan dinamakan **hidratasi** jika pelarutnya air. Solvasi biasanya disebabkan karena adanya antaraksi antara pelarut polar terhadap zat terlarut yang polar pula, seperti bila garam NaCl dilarutkan dalam air (lihat **Gambar 1**).

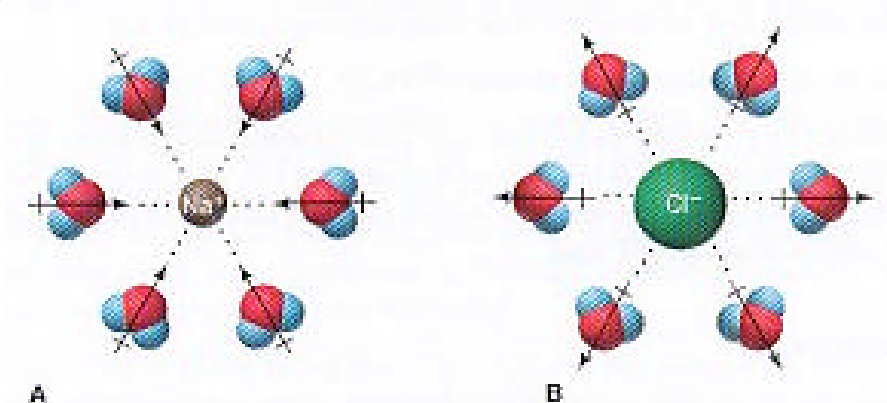
Molekul air sebagai dwikutub mengelilingi ion-ion Na^+ dan Cl^- seperti tampak pada **Gambar**. Dalam hal ini dikatakan ion-ion Na^+ dan Cl^- dalam keadaan tersolvasi. Solvasi dapat pula terjadi antara molekul yang polar, misalnya etanol $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ dengan air. Oleh karena itu alkohol dapat larut dalam air.

Sedangkan, proses terjadinya larutan berdasarkan dispersi dapat ditunjukkan oleh CCl_4 dan benzena. Kedua molekul ini non polar sehingga tidak ada gaya tarik menarik antara kedua zat tersebut. Kelarutan dalam hal ini disebabkan karena adanya kecenderungan dari benzena dan karbon tetraklorida untuk terdispersi sejauh mungkin.



Oksigen pada molekul air bermuatan negatif secara parsial dan sisa hidrogennya bermuatan positif secara parsial. Sehingga bila NaCl larut dalam air, ion negatif (Cl^-) akan berinteraksi dengan kutub positif hidrogen dari molekul air dan ion positif (Na^+) akan berinteraksi dengan kutub negatif oksigen dari molekul air yang lain.

(a) Ion Na^+ tersolvasi oleh air sebagai dwikutub dan (b) Ion Cl^- tersolvasi oleh air sebagai dwikutub ↴



Gambar 1.

Proses pelarutan NaCl dalam air

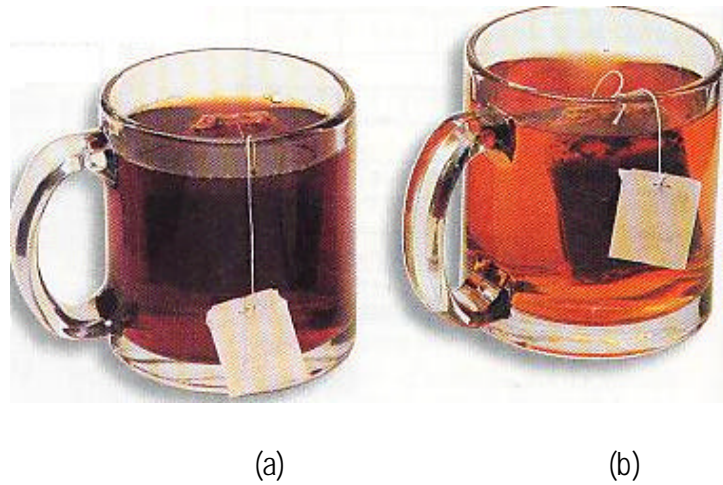
Jenis-jenis Larutan

Berbagai macam larutan dapat diklasifikasikan berdasarkan tingkat kelarutan, konsentrasi zat terlarut dan daya hantar listrik. Berikut kita bahas jenis larutan berdasarkan konsentrasi zat terlarut, kelarutan daya hantar larutan secara terpisah.

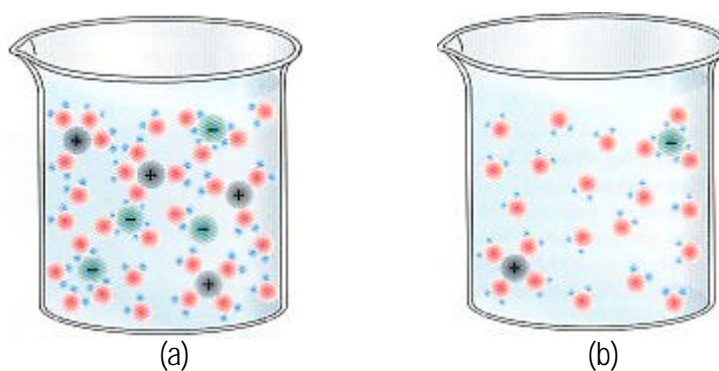
1. *Konsentrasi Zat Terlarut*

Apakah Anda pernah membuat teh pada pagi atau sore hari? Teh bagaimana yang Anda inginkan, yang pekat atau yang encer? Bila Anda senang teh yang pekat, pasti banyak ekstrak teh yang Anda larutkan dalam pelarut air, sebaliknya bila Anda senang teh encer, hanya sedikit ekstrak teh yang Anda larutkan dalam air.

Gambar 2
Lerutan teh pekat (a)
dan larutan teh encer (b)



Dalam pembuatan larutan di laboratorium, kita kenal istilah "**konsentrasi**". Bila larutan pekat berarti konsentrasinya tinggi, dan bila larutan encer berarti larutan tersebut mempunyai konsentrasi rendah. Larutan dengan konsentrasi tinggi berarti memerlukan lebih banyak zat terlarut daripada larutan dengan konsentrasi rendah. Lebih jelasnya perhatikan **Gambar 3** untuk memvisualisasikan perbedaan larutan pekat dan larutan encer.



Gambar 3
Visualisasi larutan pekat (a) dan larutan encer (b)

2. Kelarutan

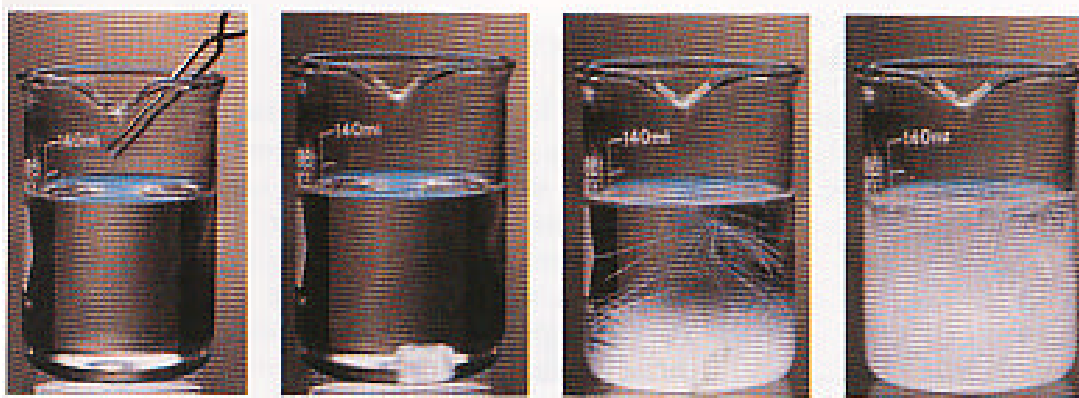
Pengertian Kelarutan

Kita sering melarutkan suatu bahan untuk beberapa keperluan. Kadang-kadang ada bahan yang sukar larut dan ada juga bahan yang mudah larut. Umumnya zat terlarut larut dalam pelarut tertentu dan temperatur tertentu. Misalnya, hanya 4,74 g kalium iodat, KIO_3 yang larut dalam 100 g air pada 0°C . Bila kita tambahkan 4,74 g KIO_3 ke dalam air pada temperatur tersebut, terdapat kelebihan jumlah KIO_3 yang tidak larut. Maka dapat kita katakan bahwa kelarutan KIO_3 dalam air pada 0°C adalah 4,74 g per 100 g air.

Dari uraian di atas, banyaknya zat terlarut maksimal yang dapat larut dalam jumlah tertentu pelarut pada temperatur konstan disebut **kelarutan**. Kelarutan suatu zat tergantung pada suhu, volume pelarut, dan ukuran zat terlarut.

Suatu larutan dengan jumlah maksimum zat terlarut pada temperatur tertentu disebut **larutan jenuh**. Sebelum mencapai titik jenuh, disebut **larutan tidak jenuh**. Sedangkan suatu keadaan dengan zat terlarut lebih banyak dari pada pelarut, disebut **larutan lewat jenuh**. Jadi, larutan yang mengandung 2 g KIO_3 dalam 100 g air pada 0°C adalah larutan tidak jenuh.

Perhatikan uraian berikut. Pada 100°C , kelarutan KIO_3 dalam air adalah 32,3 g per 100 g air. Jika larutan yang mengandung 32,3 g KIO_3 dalam 100 g air pada 100°C tersebut, kita dinginkan pada 0°C , ternyata hanya 4,74 g KIO_3 yang masih dalam keadaan larut, dan 27,6 g KIO_3 akan membentuk kristal dalam larutan. Proses ini disebut **rekristalisasi**. Terbentuknya kristal zat terlarut dalam larutan, dapat terjadi bila kita menambahkan sedikit zat terlarut padat pada larutan lewat jenuh seperti ditunjukkan dalam **Gambar 4**.



Gambar 4 Proses pembentukan kristal zat terlarut dari larutan lewat jenuh

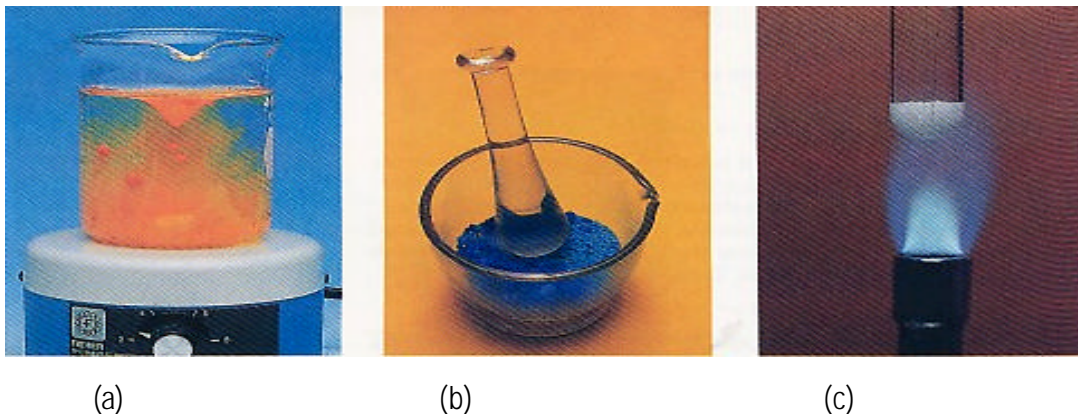
Pelarut yang sering digunakan adalah air. Hal ini disebabkan karena air merupakan zat yang mudah di dapat dan mempunyai kemampuan tinggi untuk melarutkan zat. Jika kita sedang memasak sayur, bermacam-macam bumbu kita masukkan untuk mendapatkan rasa yang sedap. Rasa tersebut merupakan kombinasi rasa dari beberapa macam bumbu yang telah terlarut dalam air (kuah). Karena kemampuan yang tinggi dalam melarutkan zat, air dinamakan sebagai **‘pelarut universal’**. Di dalam tubuh kita pun air melarutkan makanan sehingga mudah dicerna. Apakah semua zat melarut sama baiknya di dalam air? Untuk menjawab pertanyaan ini, coba perhatikan **Tabel 2** berikut.

Tabel 2. Kelarutan Zat dalam Air pada Temperatur Kamar

Zat	Kelarutan (per 100 gram)
Alkohol	Tidak terbatas
Garam	36
Gula	211
Oksigen	0,0041
Karbon dioksida	0,144

Berdasarkan **Tabel 2** di atas, dapat diungkapkan bahwa kelarutan berbagai macam zat dalam air tidak sama. Bandingkan kelarutan gula dan garam dalam air. Mana yang lebih mudah melarut? Mengapa kelarutan zat berbeda-beda? Faktor-faktor apa yang mempengaruhinya? Perhatikan **Gambar 5**, Anda pasti akan menemukan jawabannya. Selain suhu, faktor-

faktor yang mempengaruhi kelarutan adalah pengadukan (Gambar 5a), dan ukuran zat terlarut (luas permukaan sentuhan zat terlarut) (Gb. 5b).



Gambar 5.

Kecepatan proses pelarutan dapat ditingkatkan melalui pengadukan (a), penggerusan secara mekanis (b) dan pemanasan (c)

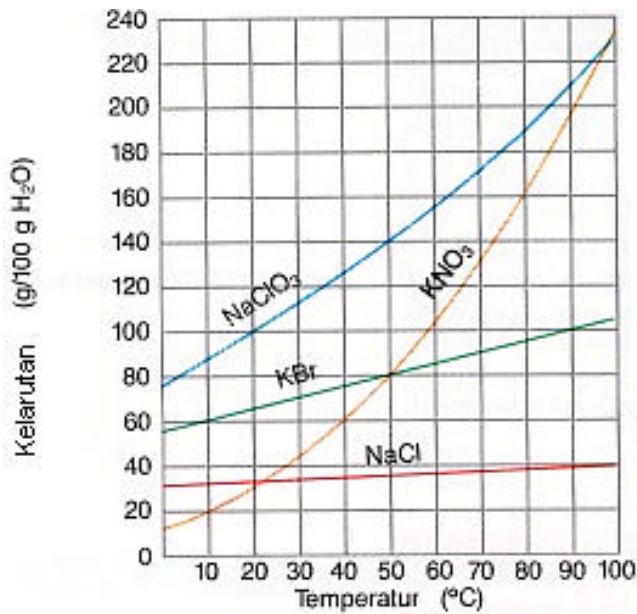
Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kelarutan

Suhu

Suhu mempengaruhi kelarutan suatu zat. Bayangkan dalam gedung bioskop yang banyak penonton sedang asyik menonton film dan tiba-tiba gedung tersebut terbakar. Pasti keadaan orang-orang tersebut akan berbeda, dari keadaan tenang menjadi saling berdesakan dan menyebar.

Demikian pula pada suhu tinggi partikel-partikel akan bergerak lebih cepat dibandingkan pada suhu rendah. Akibatnya kontak antara zat terlarut dengan pelarut menjadi lebih sering dan efektif. Hal ini menyebabkan zat terlarut menjadi lebih mudah larut pada suhu tinggi.

Perhatikan **Gambar 6**, terlihat kelarutan KNO_3 sangat berpengaruh oleh kenaikan suhu, sedangkan KBr kecil sekali. Jika campuran ini dimasukkan air panas, maka kelarutan KNO_3 lebih besar daripada KBr sehingga KBr lebih banyak mengkristal pada suhu tinggi, dan KBr dapat dipisahkan dengan menyaring dalam keadaan panas.



Gambar 6

Kelarutan beberapa senyawa dalam air pada temperatur antara 0°C sampai 100°C

Jika kelarutan zat padat bertambah dengan kenaikan suhu, maka kelarutan gas berkurang bila suhu dinaikkan, karena gas menguap dan meninggalkan pelarut. Ikan akan mati dalam air panas karena kelarutan oksigen berkurang. Minuman akan mengandung CO₂ lebih banyak bila disimpan dalam lemari es dibandingkan di udara terbuka.

Pengadukan

Pengadukan juga menentukan kelarutan zat terlarut. Semakin banyak jumlah pengadukan, maka zat terlarut umumnya menjadi lebih mudah larut.

Luas Permukaan Sentuhan Zat

Kecepatan kelarutan dapat dipengaruhi juga oleh luas permukaan (besar kecilnya partikel zat terlarut). Luas permukaan sentuhan zat terlarut dapat di diperbesar melalui proses pengadukan atau penggerusan secara mekanis. Gula halus lebih mudah larut daripada gula pasir. Hal ini karena luas bidang sentuh gula halus lebih luas dari gula pasir, sehingga gula halus lebih mudah berinteraksi dengan air.

3. Daya Hantar Listrik

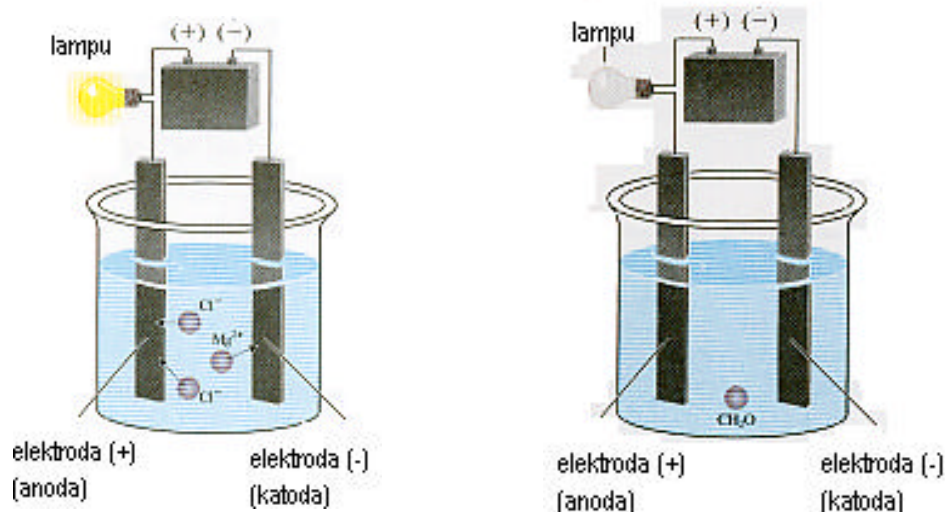
Dalam kehidupan sehari-hari mungkin Anda pernah menjumpai orang yang kurang bertanggung jawab terhadap lingkungan, yaitu menangkap ikan dengan menggunakan strom listrik. Dengan alat tersebut mereka memasukkan aliran listrik ke dalam air sungai atau air laut. Mengapa air sungai tersebut dapat menghantarkan arus listrik dan ikan dapat tertraik oleh aliran listrik tersebut? Dalam air sungai terdapat zat-zat terlarut dan ternyata sebagian dari zat terlarut itu ada yang dapat menghantarkan arus listrik. Hal itu terbukti dengan adanya ikan yang mati akibat sengatan arus listrik.

Air murni merupakan penghantar listrik yang buruk. Akan tetapi jika dalam air tersebut ditambahkan zat terlarut maka sifat daya hantarnya akan berubah sesuai dengan jenis zat yang dilarutkan. Contoh, jika dalam air ditambahkan garam dapur, maka larutan ini akan dapat menghantarkan listrik dengan baik. Tetapi jika dalam air ditambahkan gula pasir, maka daya hantar listriknya tidak berbeda dengan air murni.

Larutan Elektrolit dan Non-Elektrolit

Berdasarkan sifat daya hantar listriknya, larutan dibagi menjadi dua yaitu **larutan elektrolit** dan **larutan non elektrolit**. Sifat elektrolit dan non elektrolit didasarkan pada keberadaan ion dalam larutan yang akan mengalirkan arus listrik. Jika dalam larutan terdapat ion, larutan tersebut bersifat elektrolit. Jika dalam larutan tersebut tidak terdapat ion larutan tersebut bersifat non elektrolit. **Larutan elektrolit** adalah *larutan yang dapat menghantarkan arus listrik*. Larutan **non elektrolit** adalah *larutan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik*.

Hantaran listrik melalui larutan dapat ditunjukkan dengan alat uji elektrolit seperti pada **Gambar 7**. Jika larutan menghantarkan arus listrik, maka lampu dalam rangkaian tersebut akan menyala dan timbul gas atau endapan pada salah satu atau kedua elektroda.



Gambar 7

(a) Bila senyawa ion seperti magnesium klorida, $MgCl_2$ dilarutkan dalam air dan voltase dihubungkan, ion positif dan ion negatif membawa arus (lampu menyala); (b) bila senyawa CH_2O (formaldehida) tidak ada partikel bermuatan yang membawa arus, dan tidak ada arus listrik yang diamati (lampu mati)

Contoh lain adalah, bila $NaCl$ dilarutkan dalam air akan terurai menjadi ion positif dan ion negatif. Ion positif yang dihasilkan dinamakan kation dan ion negatif yang dihasilkan dinamakan anion. Larutan $NaCl$ adalah contoh larutan elektrolit. Perhatikan reaksi berikut.



Bila gula dilarutkan dalam air, molekul-molekul gula tersebut tidak terurai menjadi ion tetapi hanya berubah wujud dari padat menjadi larutan. Larutan gula adalah contoh dari larutan non elektrolit. Perhatikan reaksi berikut: $C_{12}H_{22}O_{11}(s) + H_2O (l) \rightleftharpoons C_{12}H_{22}O_{11}(aq)$

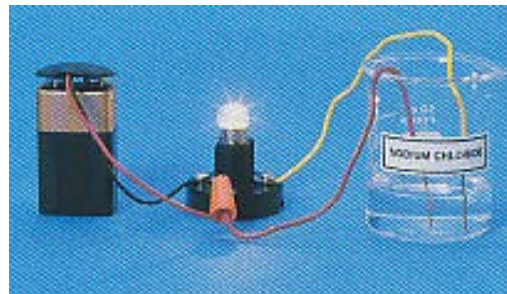
Dalam kehidupan sehari-hari kita banyak menemukan contoh larutan elektrolit maupun non elektrolit. Contoh larutan elektrolit: larutan garam dapur, larutan cuka makan, larutan asam sulfat, larutan tawas, air sungai, air laut. Contoh larutan non elektrolit adalah larutan gula, larutan urea, larutan alkohol, larutan glukosa.

Elektrolit Kuat dan Elektrolit Lemah

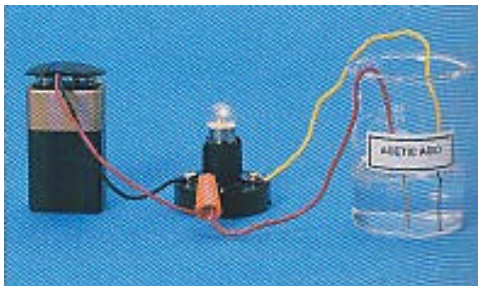
Daya hantar listrik larutan elektrolit bergantung pada jenis dan konsentrasinya. Beberapa larutan elektrolit dapat menghantarkan arus listrik dengan baik meskipun konsentrasinya kecil, larutan ini dinamakan **elektrolit kuat**. Sedangkan larutan elektrolit yang mempunyai daya hantar lemah meskipun konsentrasinya tinggi dinamakan **elektrolit lemah**.

Perhatikan hasil uji elektrolit yang ditunjukkan pada **Gambar 8**. Pada larutan elektrolit lampu yang digunakan menyala dan timbul gas pada elektrodanya. Beberapa larutan elektrolit dapat menghantarkan listrik dengan baik sehingga lampu menyala terang dan gas yang terbentuk relatif banyak (Gambar 8a). Larutan ini dinamakan elektrolit kuat, beberapa elektrolit yang lain dapat menghantarkan listrik tetapi kurang baik, sehingga lampu nyala, redup atau bahkan tidak menyala dan gas yang terbentuk relatif sedikit. (Gambar 8b). Dari uraian di atas kita dapat golongkan larutan elektrolit menjadi dua macam, yaitu elektrolit kuat dan elektrolit lemah.

natrium klorida merupakan penghantar listrik yang kuat



(a)



(b)

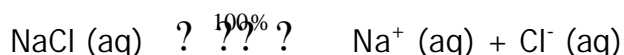
↓ asam asetat merupakan penghantar listrik yang lemah

Gambar 8

Perbedaan larutan elektrolit kuat dan larutan elektrolit lemah

Larutan elektrolit kuat adalah larutan yang dapat menghantarkan arus listrik dengan baik. Hal ini disebabkan karena zat terlarut akan terurai sempurna (derajat ionisasi $\alpha = 1$) menjadi ion-ion sehingga dalam larutan tersebut banyak mengandung ion-ion.

Sebagai contoh larutan NaCl. Jika padatan NaCl dilarutkan dalam air maka NaCl akan terurai sempurna menjadi ion Na^+ dan Cl^- . Perhatikan reaksi berikut.



Dari reaksi diatas jika 100 mol NaCl dilarutkan dalam air akan terbentuk 100 mol ion Na^+ dan 100 mol ion Cl^- . Jadi jika 100 mol NaCl dilarutkan akan terbentuk 200 mol ion.

Larutan elektrolit lemah adalah larutan yang dapat menghantarkan arus listrik dengan lemah. Hal ini disebabkan karena zat terlarut akan terurai sebagian ($\alpha \ll 1$) menjadi ion-ion sehingga dalam larutan tersebut sedikit mengandung ion.

Tabel berikut menggambarkan larutan-larutan yang termasuk elektrolit kuat, elektrolit lemah dan non elektrolit.

Tabel 3. Klasifikasi Larutan

Elektrolit Kuat	Elektrolit Lemah	Non Elektrolit
HCl	CH_3COOH	$(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ (urea)
HNO_3	HF	CH_3OH (metanol)
HClO_4	HNO_2	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (etanol)
H_2SO_4	NH_3	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (glukosa)
NaOH	H_2O	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$
$\text{Ba}(\text{OH})_2$		(sakharosa)

c. Rangkuman

- ? Larutan adalah campuran zat-zat homogen, terdiri dari dua komponen atau lebih yang disebut zat terlarut (solut) dan pelarut (solvent). Suatu larutan dapat dibedakan sebagai larutan jenuh, tidak jenuh dan lewat jenuh.
- ? Mekanisme dalam proses pembentukan suatu larutan adalah: (a) Zat terlarut bereaksi secara kimia dengan pelarut dan membentuk zat yang baru, (b) Zat terlarut membentuk zat tersolvasi dengan pelarut, (c) Terbentuknya larutan berdasarkan dispersi.
- ? Larutan dengan konsentrasi tinggi disebut larutan pekat, sedangkan larutan dengan konsentrasi rendah disebut larutan encer.
- ? Kelarutan adalah banyaknya zat terlarut maksimal yang dapat larut dalam jumlah tertentu pelarut pada temperatur konstan. Kelarutan dipengaruhi oleh suhu, pengadukan dan luas permukaan zat.
- ? Larutan elektrolit adalah larutan yang dapat menghantarkan arus listrik.
- ? Larutan non elektrolit adalah larutan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik.
- ? Larutan elektrolit kuat adalah larutan yang dapat menghantarkan arus listrik dengan baik, karena zat terlarutnya terurai sempurna (derajat ionisasi $\alpha = 1$) menjadi ion-ion sehingga dalam larutan tersebut banyak mengandung ion-ion.
- ? Larutan elektrolit lemah adalah larutan yang dapat menghantarkan arus listrik dengan lemah, karena zat terlarut terurai sebagian ($\alpha \ll 1$) menjadi ion-ion sehingga dalam larutan tersebut sedikit mengandung ion.

d. Tugas

1. Buat tabel untuk membedakan jenis-jenis larutan berdasarkan konsentrasi zat terlarut dan kelarutannya.
2. Jelaskan macam-macam proses pembentukan larutan!
3. Jelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi kelarutan suatu zat.

4. Jelaskan perbedaan sifat daya hantar listrik dari larutan elektrolit dan larutan non elektrolit!
5. Buat tabel untuk mengklasifikasikan sifat-sifat larutan elektrolit lemah dan elektrolit kuat.
6. Jelaskan faktor penyebab larutan elektrolit dapat menghantarkan arus listrik.

e. Tes Formatif

1. Apa yang dimaksud dengan zat terlarut, pelarut dan larutan?
2. Uraikan bagaimana pengaruh pengadukan, suhu dan luas permukaan zat terhadap kelarutan suatu zat!
3. Jumlah massa natrium asetat yang dapat larut dalam 100 g air adalah 119 g pada 0°C dan 170 g pada 100°C .
 - a. Bila 170 g natrium asetat ditempatkan dalam 100 g air pada 0°C , berapa banyak yang larut?
 - b. Sistem tersebut homogen atau heterogen?
 - c. Bila dalam larutan terdapat kelebihan zat terlarut, larutan tersebut jenuh, tidak jenuh atau lewat jenuh?
 - d. Jika sistem ditingkatkan pada 100°C , apakah berupa homogen atau heterogen?
 - e. Apakah larutan bersifat jenuh, tidak jenuh atau lewat jenuh.
 - f. Bila sistem dengan hati-hati mendinginkan pada 0°C , dan tidak ada kristal yang kelihatan apakah sistem homogen atau heterogen?
 - g. Apakah larutan jenuh, tidak jenuh atau lewat jenuh?
4. Jelaskan proses terbentuknya larutan melalui mekanisme 'zat terlarut tersolvasi dengan pelarut.
5. Dari dua macam pelarut, yaitu amonia (NH_3) atau sikloheksana (C_6H_{12}) mana yang dapat melarutkan masing-masing zat terlarut berikut.
 - a. AgCl
 - b. C_{10}H_8
 - c. H_2O
6. Data eksperimen daya hantar listrik beberapa larutan, sebagai berikut.

Larutan	Pengamatan	
	Nyala lampu	Gelembung gas
1	Terang	Ada
2	Tidak menyala	Tidak ada
3	Tidak menyala	Ada
4	Tidak menyala	Tidak ada
5	Redup	Ada

Berdasarkan data di atas, klasifikasikan jenis-jenis larutan tersebut.

7. Data percobaan daya hantar listrik air dari berbagai sumber sebagai berikut.

No	Jenis air	Nyala lampu	Pengamatan lain
1	Air laut	Redup	Ada gas
2	Air ledeng	-	Ada gas
3	Air danau	Sedikit terang	Ada gas
4	Air sumur	Redup	Ada gas
5	Air suling	-	Ada gas

Dari data tersebut, apa yang dapat Anda simpulkan?

f. Kunci Jawaban

- Zat terlarut adalah komponen dalam larutan yang jumlahnya lebih sedikit, pelarut adalah komponen dalam larutan yang jumlahnya lebih banyak, dan larutan adalah campuran homogen dari zat terlarut dan pelarut.
- Kelarutan suatu zat semakin tinggi bila jumlah pengadukan semakin banyak, semakin tinggi suhu dan semakin luas permukaan sentuhan zat terhadap pelarut.
- Jawaban-jawaban sebagai berikut:
 - Hanya 119 g natrium asetat yang larut dalam 100 g air pada temperatur 0°C.
 - Sistem heterogen yaitu suatu campuran larutan dan sedikit kelebihan zat terlarut.
 - Larutan bersifat jenuh.
 - Bila sistem dipanaskan pada 100°C, semua 170 g zat terlarut larut, dan sistem bersifat homogen.

- e. Larutan jenuh, karena 170 g dalam 100 g air, yang maksimum dan stabil pada temperatur ini.
 - f. Homogen karena tidak ada kristal, sistem dalam bentuk larutan.
 - g. Larutan lewat jenuh, karena 170 g zat terlarut lebih besar dari 119 g yang stabil pada temperatur ini. Bila kita letakkan kristal kecil natrium asetat ditambahkan, pembentukkan kristalisasi kelebihan natrium asetat.
4. Solvasi umumnya disebabkan karena adanya interaksi antara pelarut polar terhadap zat terlarut polar juga. Sebagai contoh bila garam NaCl dilarutkan dalam air. Zat terlarut NaCl dalam air akan terionisasi menjadi ion Na^+ dan ion Cl^- . Sedangkan pelarut air (H_2O), akan membentuk muatan negatif dari oksigen dan muatan positif dari hidrogen. Sehingga, ion Na^+ akan berinteraksi dengan kutub negatif oksigen, dan ion Cl^- akan berinteraksi dengan kutub positif hidrogen. Artinya ion Na^+ dan ion Cl^- telah tersolvasi oleh air.
5. a. AgCl lebih suka terlarut dalam pelarut polar NH_3 .
b. C_{10}H_8 lebih suka terlarut dalam pelarut non-polar C_6H_6 .
c. H_2O lebih suka terlarut dalam NH_3 , karena keduanya sama-sama polar dan mempunyai ikatan hidrogen.
6. Larutan elektrolit kuat : Larutan 1.
Larutan elektrolit lemah : Larutan 3 dan larutan 5.
Larutan non elektrolit : Larutan 2 dan larutan 4.
7. Larutan elektrolit adalah larutan yang dapat menghantarkan arus listrik. Daya hantar larutan elektrolit disebabkan oleh ion-ion hasil ionisasi elektrolit dalam larutannya. Makin banyak ion-ion itu maka makin besar pula daya hantarnya. Larutan elektrolit ketika dialiri arus listrik mengalami penguraian dengan menghasilkan gas (gelembung). Berdasarkan uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa semua jenis air dalam data pengamatan bersifat elektrolit.

g. Lembar Kerja

Pengaruh Suhu dan Ukuran Zat Terlarut Terhadap Kelarutan Zat

Alat dan Bahan yang diperlukan:

- ? Gula pasir (kasar dan halus)
- ? Gelas kimia 100 mL (8 buah)
- ? Gelas ukur 50 mL
- ? Gelas ukur 10 mL
- ? Termometer
- ? Spatula
- ? Neraca
- ? Pembakar
- ? Kaki tiga dan Kasa

Cara Kerja:

Pengaruh Suhu Terhadap Kelarutan

1. Siapkan gelas kimia 5 buah, berilah label nomor pada masing-masing gelas kimia.
2. Masukkan 5 gram gula pasir ke dalam gelas kimia yang telah berisi air 50 mL. Catat banyaknya pengadukan sampai campuran melarut.
3. Lakukan percobaan yang sama dengan menggunakan ukuran berat gula pasir dan volume air yang sama, tetapi air yang digunakan dipanaskan dulu pada suhu masing-masing 30°C, 50°C, 70°C dan 100°C.
4. Catat hasil penyelidikanmu dalam tabel pengamatan.

Percobaan	Suhu air (°C)	Banyak adukan
1	Suhu kamar
2	30°C
3	50°C
4	70°C
5	100°C

Pengaruh Ukuran Zat Terlarut Terhadap Kelarutan Zat

1. Siapkan gelas kimia 6 buah, berilah label nomor pada masing-masing gelas kimia.
2. Masukkan 1 sendok butiran gula pasir ke dalam gelas kimia yang telah berisi air 10 mL. Catat banyaknya pengadukan sampai campuran melarut.
3. Lakukan percobaan yang sama dengan menggunakan 1 sendok gula halus. Catat banyaknya pengadukan sampai campuran melarut.
4. Catat hasil penyelidikanmu dalam tabel pengamatan.

Percobaan	Zat	Banyak adukan
1	Gula pasir
2	Gula halus

Analisis dan Simpulan:

1. Dalam percobaan pertama, campuran mana yang membutuhkan jumlah adukan paling banyak untuk melarut? Campuran mana yang membutuhkan paling sedikit jumlah adukan untuk melarut?
2. Bagaimana pengaruh suhu pada proses pelarutan?
3. Dalam percobaan kedua, campuran mana yang membutuhkan jumlah adukan paling banyak untuk melarut? Campuran mana yang membutuhkan paling sedikit jumlah adukan untuk melarut?
4. Bagaimana pengaruh Ukuran zat terlarut pada proses pelarutan?

Uji Daya Hantar Listrik Larutan

Alat dan Bahan yang diperlukan:

- ? 8 Gelas kimia 100 mL
- ? Gelas ukur
- ? Alat uji daya hantar listrik
- ? Larutan Gula
- ? Larutan Garam dapur
- ? Larutan NH_4OH
- ? Larutan alkohol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)
- ? Larutan $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

- ? Larutan NaOH
- ? Larutan asam cuka
- ? Larutan HCl
- ? Larutan H₂SO₄

Cara Kerja:

1. Siapkan gelas kimia 8 buah, berilah label nomor pada masing-masing gelas kimia.
2. Masukkan masing-masing dalam gelas kimia larutan
3. Uji daya hantar masing-masing larutan
4. Catat hasil penyelidikanmu dalam tabel pengamatan.

Larutan	Hasil Pengamatan
? Larutan Gula ? Larutan Garam dapur ? Larutan NH ₄ OH ? Larutan alkohol (C ₂ H ₅ OH) ? Larutan CO(NH ₂) ₂ ? Larutan NaOH ? Larutan asam cuka ? Larutan HCl ? Larutan H ₂ SO ₄	

Analisis dan Simpulan:

1. Kelompokkan hasil pengamatan Anda dalam larutan elektrolit dan non elektrolit
2. Kelompokkan hasil pengamatan Anda dalam larutan elektrolit lemah dan elektrolit kuat

2. Kegiatan Belajar 2

a. Tujuan kegiatan pembelajaran

Setelah mempelajari kegiatan belajar 2, diharapkan Anda dapat:

- Mengklasifikasikan larutan asam, larutan basa dan larutan garam.
- Menuliskan reaksi penggaraman.
- Menjelaskan perbedaan pengertian tentang pH dan pOH.
- Membuat larutan dengan konsentrasi tertentu.

b. Uraian materi

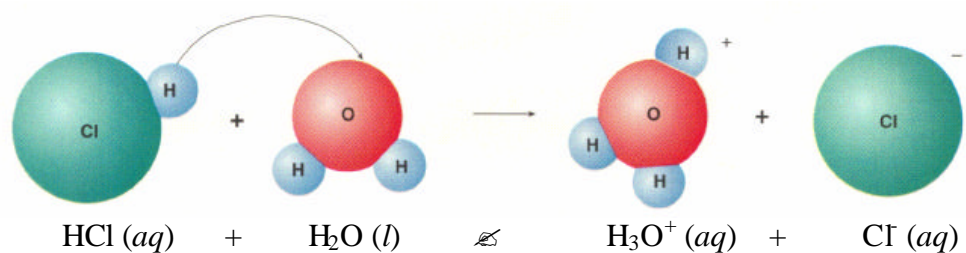
Asam, basa dan garam terdapat dalam banyak bahan yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Kimia asam-basa berperan penting dalam banyak proses yang terjadi dalam tubuh kita. Sari jeruk dan vitamin C sangat dibutuhkan oleh sel-sel tubuh kita, karena dalam sari jeruk terdapat asam sitrat dan dalam vitamin C terdapat asam askorbat. Di lambung kita terdapat getah yang dikenal sebagai asam lambung yang mengandung asam klorida membantu menghancurkan makanan pada proses pencernaan. Dapatkah Anda menyebutkan contoh asam yang lain?

Contoh basa dan garam dalam kehidupan sehari-hari, antara lain amonia sebagai desinfektan, aluminium hidroksida dan magnesium hidroksida untuk obat nyeri lambung, serta garam dapur. Secara sederhana, sifat-sifat yang teramati dari asam, basa dan garam ternyata mampu membedakan asam, basa dan garam tersebut.

Konsep Asam Basa Arrhenius

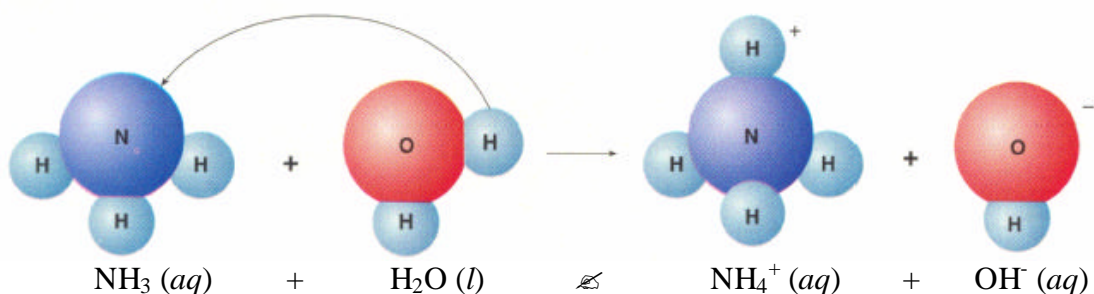
Konsep yang cukup memuaskan tentang asam dan basa, serta yang tetap diterima hingga sekarang, dikemukakan oleh **Arrhenius** pada tahun 1884. Menurut Arrhenius, **asam** adalah zat-zat yang dalam air melepaskan ion hidronium (H_3O^+) sedangkan **basa** melepaskan ion hidroksida (OH^-).

Misalnya, bila suatu molekul polar seperti asam klorida (HCl) dilarutkan dalam air, daerah bermuatan negatif pada molekul air menarik daerah bermuatan positif dari molekul HCl. H^+ akan terpisah dari molekul yang polar dan akan terbentuk ion hidronium, H_3O^+ , seperti ditunjukkan dalam **Gambar 9**. Demikian juga bila amonia dilarutkan dalam air, zat ini akan menghasilkan ion hidroksida (**Gambar 10**).



Gambar 9

Bila asam klorida dilarutkan dalam air, akan mengalami ionisasi menghasilkan ion hidronium dan ion klorida.



Gambar 10

Bila amonia dilarutkan dalam air, akan mengalami ionisasi menghasilkan ion amonium dan ion hidroksida.

Dapatkan Anda menyebutkan beberapa contoh basa yang lain di laboratorium? Tentu Anda akan menyebutkan senyawa NaOH, karena NaOH juga menghasilkan ion hidroksida bila dilarutkan dalam air. Seperti halnya NaOH, kalsium hidroksida, $Ca(OH)_2$, kalium hidroksida, KOH, dan aluminium hidroksida, $Al(OH)_3$ merupakan contoh basa, karena menghasilkan ion hidroksida bila dilarutkan dalam air (**Gambar 11**).

Gambar 11

Semua senyawa ini adalah basa karena menghasilkan ion hidroksida bila dilarutkan dalam air



Perhatikan contoh-contoh berikut.

Asam nitrat dalam air: $\text{HNO}_3 (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq}) + \text{NO}_3^- (\text{aq})$

Asam sulfat dalam air: $\text{H}_2\text{SO}_4 (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightleftharpoons 2 \text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-} (\text{aq})$

Asam fosfat dalam air: $\text{H}_3\text{PO}_4 (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightleftharpoons 3 \text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq}) + \text{PO}_4^{3-} (\text{aq})$

Berdasarkan contoh diatas, setiap molekul yang hanya dapat memberikan satu ion H_3O^+ disebut asam **monoprotik**, sedangkan yang dapat memberikan dua ion H_3O^+ disebut asam **diprotik**, dan tiga ion H_3O^+ disebut asam **triprotik**. Atau dapat dikatakan setiap molekul yang dapat memberikan lebih dari satu ion H_3O^+ disebut asam **poliprotik**.

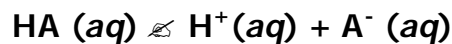
Gambar 12

Buah jeruk banyak mengandung asam sitrat, termasuk asam poliprotik, karena dalam molekulnya memberikan tiga ion hidronium



Akan tetapi, kadang-kadang terlalu panjang untuk menuliskan pembentukan ion hidronium bila asam dilarutkan dalam air atau pembentukan ion hidroksida bila basa dilarutkan dalam air dengan persamaan reaksi secara lengkap. Untuk itu, dapat juga digunakan bentuk reaksi singkat, air tidak ditunjukkan dalam reaksi dan ion hidronium dituliskan

dalam bentuk ion hidrogen yang terlarut dalam air (*aqueous*). Dalam bentuk reaksi singkat, reaksi HA dapat dituliskan sebagai berikut:



Sifat-sifat Asam, Basa dan Garam

Asam, basa dan garam merupakan zat kimia yang memiliki sifat-sifat yang dapat membantu kita untuk membedakannya. Karena pada umumnya asam bersifat masam dan basa berasa agak pahit. Akan tetapi *rasa sebaiknya jangan dipergunakan untuk menguji adanya asam atau basa*, karena Anda tidak boleh begitu saja mencicipi zat-zat kimia yang belum dikenal karena banyak diantaranya yang bersifat racun atau bersifat korosif.

1. Asam dan Basa dapat Dibedakan dari Rasa dan Sentuhan

Apa yang terdapat dalam pikiran Anda ketika mendengar kata asam? Apakah Anda berpikir pada suatu benda yang rasanya masam atau asam adalah suatu zat yang dapat membakar kulit Anda dan melarutkan logam? Semua itu tergantung dari sifat khas beberapa asam.

Pernahkah Anda membersihkan saluran yang tersumbat dengan pembersih saluran? Meminum obat anti maag (*antasid*) untuk mengatasi gangguan sakit perut dan merasakan licinnya sabun? Hal ini berarti Anda telah berpengalaman dengan sifat kimia basa.

Asam mempunyai **rasa masam**. Rasa masam yang kita kenal misalnya pada beberapa jenis makanan seperti jeruk, jus lemon, tomat, cuka, minuman ringan (*soft drink*) dan beberapa produk seperti sabun yang mengandung belerang dan air accu (**Gambar 13**). Sebaliknya, basa mempunyai **rasa pahit**. Tetapi, rasa sebaiknya jangan digunakan untuk menguji adanya asam dan basa, karena beberapa asam dan basa dapat mengakibatkan luka bakar dan merusak jaringan.



Gambar 13
Beberapa produk kimia yang mengandung asam

Seperti halnya rasa, *sentuhan* bukan merupakan cara yang aman untuk menguji basa, meskipun Anda telah terbiasa dengan sentuhan sabun saat mandi atau mencuci. Basa (seperti sabun) bersifat alkali, bereaksi dengan protein di dalam kulit sehingga sel-sel kulit akan mengalami pergantian. Reaksi ini merupakan bagian dari rasa licin yang diberikan oleh sabun, yang sama halnya dengan proses pembersihan dari produk pembersih saluran.

Gambar 14
Pemutih dan pembersih saluran merupakan produk kimia yang mengandung basa



Beberapa asam yang telah dikenal dalam kehidupan sehari-hari disajikan dalam **Tabel 4**.

Tabel 4. Beberapa Asam dan Basa Yang Telah Dikenal

Nama	Didapatkan dalam
Asam	
Asam asetat	Larutan Cuka
Asam askorbat	Jeruk, tomat, sayuran
Asam sitrat	Jeruk
Asam borat	Larutan pencuci mata
Asam karbonat	Minuman berkarbonasi
Asam klorida	Asam lambung, obat tetes mata
Asam nitrat	Pupuk, peledak (TNT)
Asam fosfat	Deterjen, pupuk
Asam sulfat	Baterai mobil, pupuk
Asam tartrat	Anggur
Asam malat	Apel
Asam formiat	Sengatan lebah
Asam laktat	Keju
Asam benzoat	Bahan pengawet makanan
Basa	
Aluminium hidroksida	Deodoran, antasid
Kalsium hidroksida	Pabrik mortar dan plester
Magnesium hidroksida	Obat urus-urus, antasid
Natrium hidroksida	Pembersih saluran pipa air, bahan sabun

Asam juga merupakan kebutuhan industri yang vital. Empat macam asam yang paling penting dalam industri adalah asam sulfat, asam fosfat, asam nitrat dan asam klorida. Asam sulfat (H_2SO_4) merupakan cairan kental menyerupai oli. Umumnya asam sulfat digunakan dalam pembuatan pupuk, pengilangan minyak, pabrik baja, pabrik plastik, obat-obatan, pewarna, dan untuk pembuatan asam lainnya. Asam fosfat (H_3PO_4) digunakan untuk pembuatan pupuk dan deterjen. Namun, sangat disayangkan bahwa fosfat dapat menyebabkan masalah pencemaran di danau-danau dan aliran sungai.

Asam nitrat (HNO_3) banyak digunakan untuk pembuatan bahan peledak dan pupuk. Asam nitrat pekat merupakan cairan tidak berwarna yang dapat mengakibatkan luka bakar pada kulit manusia. Asam klorida (HCl) adalah gas yang tidak berwarna yang dilarutkan dalam air. Asap HCl

dan ion-ionnya yang terbentuk dalam larutan, keduanya berbahaya bagi jaringan tubuh manusia.

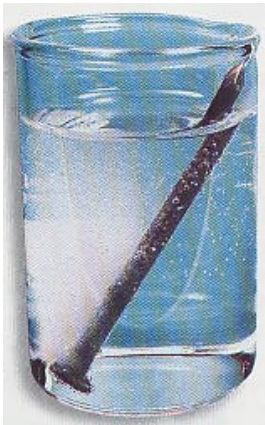
Dalam keadaan murni, pada umumnya basa berupa **kristal padat**. Produk rumah tangga apa yang mengandung basa? Beberapa produk rumah tangga yang mengandung basa, antara lain deodorant, antasid, dan sabun. Basa yang digunakan secara luas adalah kalsium hidroksida, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang umumnya disebut soda kaustik suatu basa yang berupa tepung kristal putih yang mudah larut dalam air.

Basa yang paling banyak digunakan adalah amoniak. Amoniak merupakan gas tidak berwarna dengan bau yang sangat menyengat, sehingga sangat mengganggu saluran pernafasan dan paru-paru bila gas terhirup. Amoniak digunakan sebagai pupuk, serta bahan pembuatan rayon, nilon dan asam nitrat.

2. Asam dan Basa Bersifat Korosif

Beberapa asam bereaksi sangat kuat pada beberapa logam, marmer dan berbagai bahan lain. **Gambar 15** menunjukkan bagaimana logam besi dapat bereaksi cepat dengan asam klorida (HCl) membentuk besi (II) klorida (FeCl_2) dan gas hidrogen (H_2). Sifat ini dapat menjelaskan mengapa asam bersifat **korosif** terhadap sebagian besar logam. Uji sederhana lain yang dapat membedakan asam dan basa adalah reaksi asam asetat dengan senyawa-senyawa yang mengandung ion karbonat (CO_3^{2-}) membentuk gas karbon dioksida, kalsium asetat dan air.

Sedangkan basa secara umum tidak bereaksi dengan logam, namun basa kuat juga bersifat korosif dan jika mengenai kulit akan mengakibatkan luka bakar dan merusak jaringan.

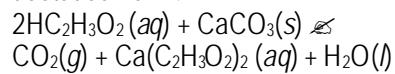


Gambar 15
Asam dengan logam dan arbonat

↓ Asam bereaksi dengan logam membentuk senyawa logam dan gas hidrogen.



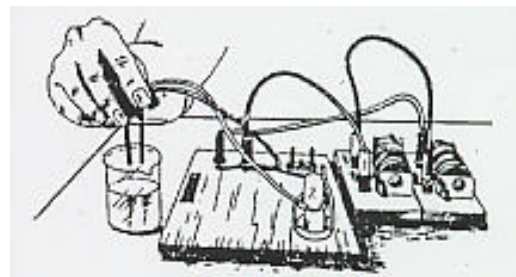
Cuka, suatu larutan asam asetat bereaksi dengan kulit telur yang mengandung kalsium karbonat, menghasilkan karbon dioksida, kalsium asetat dan air. ?



3. Asam, Basa dan Garam Bersifat Elektrolit

Asam, basa dan garam bersifat **elektrolit**. Sesuai dengan **konsep Arrhenius**, bila asam dan basa dilarutkan dalam air menghasilkan ion-ion, sehingga larutan asam dan basa tersebut dapat menghantarkan listrik. Demikian juga, bila garam dilarutkan dalam air menghasilkan ion-ion yang dapat menghantarkan listrik.

Telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya bahwa untuk mengetahui apakah suatu larutan bersifat elektrolit digunakan suatu alat yang disebut **alat uji elektrolit**. Alat penguji elektrolit sederhana terdiri dari dua elektroda yang dihubungkan dengan sumber arus listrik searah dan dilengkapi dengan lampu serta bejana untuk meletakkan larutan yang akan diselidiki. Jika larutan menghantar arus listrik, maka lampu pijar pada rangkaian itu akan menyala dan terjadi suatu perubahan (misalnya: timbulnya gelembung-gelembung gas) pada salah satu atau kedua elektrodanya.



4. Reaksi Asam, Basa dan Garam dengan Indikator

Sifat suatu larutan dapat ditunjukkan dengan menggunakan **indikator asam-basa**, yaitu zat-zat warna yang warnanya berbeda dalam larutan asam, basa dan garam. Untuk mengidentifikasi sifat dari asam, basa dan garam dapat menggunakan kertas lakmus, larutan indikator atau indikator alami.

Secara sederhana, kertas lakmus dapat digunakan untuk mengidentifikasi sifat dari larutan asam, basa dan garam (larutan netral). Alat lain yang dapat digunakan untuk mengindikasikan apakah larutan bersifat asam, basa atau netral adalah larutan indikator fenolftalein, metil merah dan metil jingga. Warna-warna kertas lakmus dan larutan indikator dalam larutan asam, larutan basa dan larutan yang bersifat netral ditunjukkan pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Warna Lakmus dalam Larutan Yang Bersifat Asam, Basa dan Netral

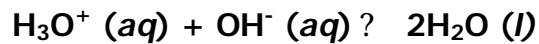
Indikator	Larutan Asam	Larutan Basa	Larutan Netral
Lakmus Merah	Merah	Biru	Merah
Lakmus Biru	Merah	Biru	Biru
Fenolftalein (PP)	Tidak berwarna	Merah	Tidak berwarna
Metil Merah (MM)	Merah	Kuning	Kuning
Metil Jingga (MJ)	Merah	Kuning	Kuning

Berbagai bahan tumbuhan yang berwarna, seperti daun mahkota bunga (kembang sepatu, bogenvil, mawar dan lain-lain) kunyit, kulit manggis dan kubis ungu juga dapat digunakan sebagai indikator asam basa. Ekstrak bahan-bahan ini dapat memberikan warna yang berbeda dalam larutan asam dan basa.

Reaksi Penetralan/Penggaraman Asam Basa

Dari televisi, Anda sering melihat iklan yang menggambarkan bagaimana efektifnya antasid (obat maag) dalam menetralkan asam lambung. Apa yang dikandung obat-obatan antasid tersebut? Ternyata obat-obatan tersebut mengandung basa, karena hanya basa yang dapat

menetralkan pengaruh asam. Umumnya zat-zat dengan sifat yang berlawanan, seperti asam dan basa cenderung bereaksi satu sama lain. Reaksi asam dan basa merupakan pusat kimiawi sistem kehidupan, lingkungan, dan proses-proses industri yang penting. Bila larutan asam direaksikan dengan larutan basa, maka sebagian dari ion H_3O^+ asam akan bereaksi dengan sebagian ion OH^- basa membentuk air.

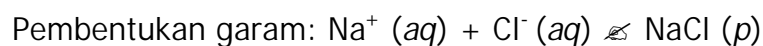
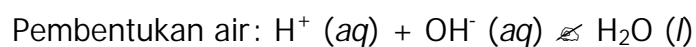
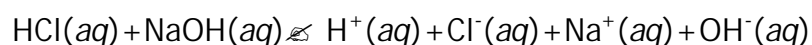


Karena air bersifat netral, maka reaksi asam dengan basa disebut **reaksi penetralan**. Persamaan diatas hanya memperhitungkan sebagian ion-ion yang ada dalam larutan. Apakah yang terjadi dengan ion negatif sisa asam dan ion positif sisa basa? Ion-ion ini akan bergabung membentuk senyawa ion yang disebut **garam**. Bila garam yang terbentuk itu mudah larut dalam air, maka ion-ionnya akan tetap ada dalam larutan. Tetapi jika garam itu sukar larut dalam air, maka ion-ionnya akan bergabung membentuk endapan.

Jadi reaksi asam dengan basa disebut juga **penggaraman**, karena:

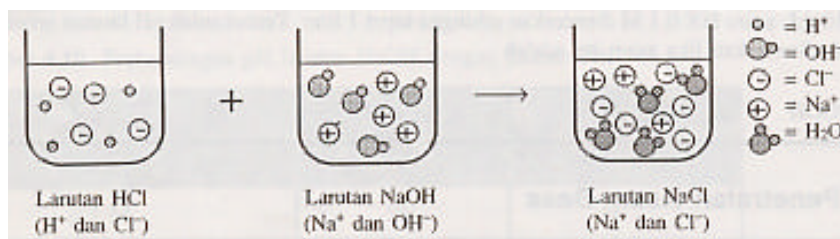


Persamaan berikut menunjukkan apa yang terjadi pada semua ion-ion selama terjadi reaksi penetralan atau reaksi penggaraman.



NaCl adalah garam yang mudah larut dalam air. Jadi ion-ion Na^+ dan Cl^- tetap dalam larutan. Apabila larutan itu diuapkan akan di dapat kristal natrium klorida (NaCl). Untuk melihat proses pembentukan NaCl perhatikan **Gambar 16** berikut.

Gambar 16
Reaksi antara larutan HCl dengan larutan NaOH membentuk NaCl (terlarut) dan air



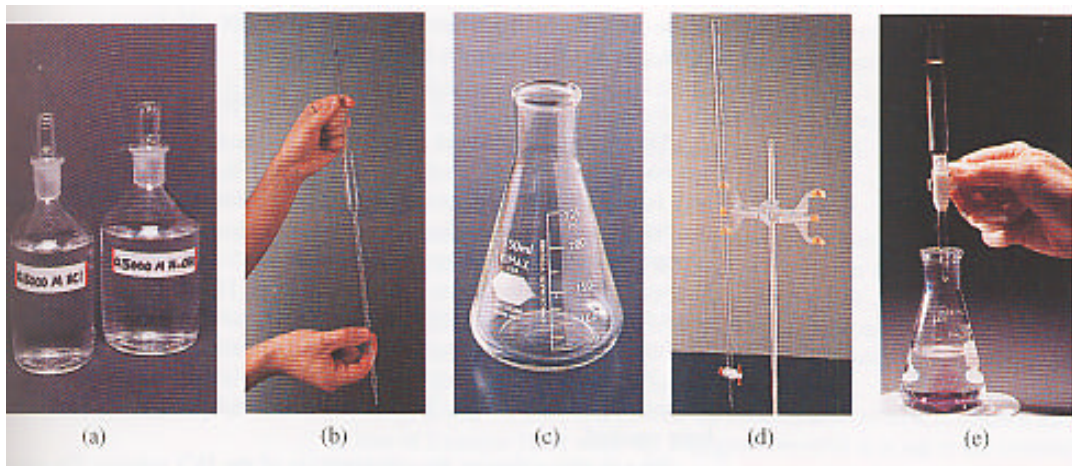
Garam natrium klorida dalam kehidupan sehari-hari dinamakan garam meja. **Tabel 3** memuat informasi tentang beberapa garam yang telah dikenal.

Tabel 6. Beberapa Garam Yang Dikenal

Nama	Rumus	Nama Dagang	Kegunaan
Natrium klorida	NaCl	Garam dapur	Penambah rasa makanan
Natrium hidrogen karbonat	NaHCO ₃	Natrium bikarbonat (<i>baking soda</i>)	Penambah rasa makanan
Kalsium karbonat	CaCO ₃	Kalsit	Pembuatan cat dan bahan karet
Kalium nitrat	KNO ₃	Saltpeter	Pembuatan pupuk, bahan peledak
Kalium karbonat	K ₂ CO ₃	Potash	Pembuatan sabun dan kaca
Natrium fosfat	Na ₃ PO ₄	TSP	Pembuatan deterjen
Amonium klorida	NH ₄ Cl	Sal amoniak	Pembuatan baterai kering

Walaupun reaksi asam basa disebut reaksi penetralan, tetapi hasil reaksi (garam) tidak selalu bersifat netral. Sifat asam basa dari larutan garam tergantung pada kekuatan relatif asam basa penyusunnya. Garam dari asam kuat dan basa kuat bersifat netral. Garam dari asam kuat dan basa lemah bersifat asam; sedangkan garam dari asam lemah dan basa kuat bersifat basa. Contoh: NaCl bersifat netral, NH₄Cl bersifat asam, dan CH₃COONa bersifat basa.

Untuk mengetahui seberapa banyak asam atau basa yang diperlukan dalam reaksi penggaraman, digunakan titrasi. **Titrasi** adalah cara analisis tentang pengukuran jumlah larutan yang diperlukan untuk bereaksi secara tepat dengan zat yang terdapat dalam larutan lain. Perhatikan **Gambar 17** yang menyajikan berbagai peralatan yang digunakan dalam proses titrasi.



Gambar 17

Peralatan yang digunakan untuk titrasi asam basa (reaksi penggaraman)

(a) Larutan asam klorida (HCl) dan larutan natrium hidroksida (NaOH), (b) sebuah pipet seukuran (pipet gondok) digunakan untuk mengambil larutan yang akan dititrasi, (c) Labu erlenmeyer digunakan untuk tempat larutan yang akan dititrasi, (d) buret yang terpasang pada klem dan statif, (e) proses titrasi.

Tujuan dari titrasi adalah menentukan konsentrasi larutan seperti HCl, menggunakan larutan NaOH yang konsentrasinya tidak diketahui. Tahap-tahap titrasi berdasarkan **Gambar 17**, asumsikan masing-masing larutan 1 L (a). Kemudian mengambil 25 mL larutan HCl dengan menggunakan pipet seukuran (pipet gondok) (b) dan memasukkan pada tabung erlenmeyer (c), ditambahkan 2 tetes indikator. Indikator menunjukkan reaksi dengan adanya perubahan warna, bila titik akhir telah dicapai. Titik akhir reaksi menunjukkan bahwa mol pereaksi sama dengan mol hasil reaksi. Hal ini menandakan bahwa titrasi telah selesai.

Larutan NaOH diletakkan dalam buret (d). Lalu proses titrasi dilakukan dengan cara membuka kran buret dan meneteskan setetes demi tetes (e). Jika telah terjadi perubahan warna berarti titik akhir telah tercapai. Jumlah mol HCl sama dengan jumlah mol NaOH dengan reaksi:



Selanjutnya kita dapat menghitung konsentrasi larutan HCl. Volume larutan NaOH dibaca dalam buret awal dan akhir titrasi. Lebih jelasnya perhatikan contoh soal berikut.

Contoh Soal 1

Hitung konsentrasi larutan HCl bila konsentrasi larutan NaOH 1,500 M, volume larutan HCl 25,00 mL, pembacaan buret awal adalah 1,42 mL, dan buret akhir 46,10 mL.

Penyelesaian

Volume larutan NaOH adalah $46,10 \text{ mL} - 1,42 \text{ mL} = 44,68 \text{ mL}$, maka jumlah mol NaOH =

$$44,68 \text{ mL} \times \frac{1,500 \text{ mmol}}{1 \text{ mL}} = 67,02 \text{ mmol NaOH}$$

Jumlah mmol HCl adalah 67,02 mmol, karena titrasi dihentikan bila jumlah milimol kedua reaktan sama, maka konsentrasi HCl adalah:

$$\frac{67,02 \text{ mmol HCl}}{25,00 \text{ mL}} = 2,681 \text{ M HCl}$$

Konsep pH, pOH dan pK_w

1. Tetapan Kesetimbangan Air (K_w)

Air merupakan elektrolit sangat lemah dan terionisasi menurut kesetimbangan berikut: $\text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}^+ (\text{aq}) + \text{OH}^- (\text{aq})$

Dari persamaan diatas, di dapat tetapan kesetimbangan air.

$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]} \text{ atau } K [\text{H}_2\text{O}] = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$$

Konsentrasi H₂O dianggap tetap, karena konsentrasi H₂O sangat besar dibandingkan dengan banyaknya H₂O yang terionisasi, sehingga

$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$$

Harga K_w pada berbagai suhu dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Harga K_w pada berbagai suhu

Suhu	K _w
10	$0,295 \times 10^{-14}$
20	$0,676 \times 10^{-14}$
25	$1,000 \times 10^{-14}$
60	$9,550 \times 10^{-14}$

Dari Tabel 7, harga K_w pada suhu 25°C untuk larutan encer adalah $1,00 \times 10^{-14}$. Karena produk $[\text{H}^+][\text{OH}^-]$ konstan, konsentrasi ion hidrogen dalam larutan encer dapat dihitung dari ion hidroksida dan sebaliknya.

Contoh Soal 2

Hitung konsentrasi ion hidronium dari larutan yang mempunyai konsentrasi ion hidroksida $4,30 \times 10^{-3} \text{ M}$

Penyelesaian

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+](4,30 \times 10^{-3}) = 1,00 \times 10^{-14}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{1,00 \times 10^{-14}}{4,30 \times 10^{-3}} = 2,33 \times 10^{-12}$$

Ingat bahwa ion hidrogen (ion hidronium) dan ion hidroksida ada dalam setiap larutan encer. Larutan bersifat basa bila konsentrasi ion hidroksida lebih besar dari konsentrasi ion hidronium, netral berarti kedua konsentrasi sama, dan asam bila konsentrasi ion hidronium lebih besar dari ion hidroksida.

$$[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-] \quad \text{larutan asam}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] \quad \text{larutan netral}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-] \quad \text{larutan basa}$$

2. pH dan pOH

Apakah yang dimaksud dengan pH ? Pada dasarnya skala/tingkat keasaman suatu larutan bergantung pada konsentrasi ion H^+ dalam larutan. *Makin besar konsentrasi ion H^+ makin asam larutan tersebut.* Umumnya konsentrasi ion H^+ sangat kecil, sehingga untuk menyederhanakan penulisan, seorang kimiawan dari Denmark bernama **Sorrensen** mengusulkan konsep pH untuk menyatakan konsentrasi ion H^+ . Nilai pH sama dengan **negatif logaritma konsentrasi ion H^+** dan secara matematika diungkapkan dengan persamaan:

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

Analog dengan pH, konsentrasi ion OH^- juga dapat dinyatakan dengan cara yang sama, yaitu pOH.

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

Selain itu, pH yang merupakan konsentrasi ion hidronium dalam larutan ditunjukkan dengan skala secara matematis dengan nomor 0 sampai 14. Skala pH merupakan suatu cara yang tepat untuk menggambarkan konsentrasi ion-ion hidrogen dalam larutan yang bersifat asam, dan konsentrasi ion-ion hidroksida dalam larutan basa.

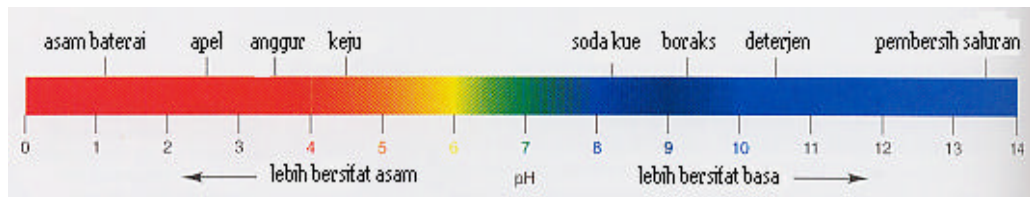
Contoh Soal 3

- Hitung pH suatu larutan yang mempunyai konsentrasi ion hidronium $6,1 \times 10^{-6} \text{ M}$
- Hitung konsentrasi ion hidronium dari suatu larutan yang mempunyai $\text{pH} = 7,121$

Penyelesaian

- $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (6,1 \times 10^{-6}) = 5,21$
- $[\text{H}_3\text{O}^+] = 7,57 \times 10^{-8} \text{ M}$

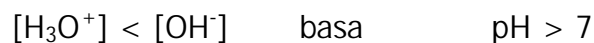
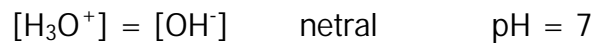
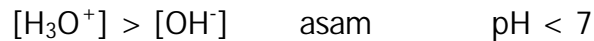
Skala pH dari 0 sampai 14 ditunjukkan dalam **Gambar 18**. Skala ini terbagi menjadi tiga daerah untuk beberapa larutan dengan pH yang berbeda. Bila larutan mempunyai pH tepat sama dengan 7, larutan tersebut dikatakan netral. Bila tidak, mungkin bersifat asam atau basa.



Gambar 18

Warna yang ditunjukkan oleh indikator universal pada berbagai macam bahan.

Berdasarkan **Gambar 18**, pH kurang dari 7 larutan bersifat asam, sama dengan 7 larutan netral, dan lebih besar dari 7 larutan basa. Sehingga kita dapat menuliskan hubungan sebagai berikut.



Untuk mengetahui hubungan antara pH dengan pOH, perhatikan uraian berikut.

$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$$

Jika kedua ruas persamaan ini diambil harga negatif logaritmanya, maka

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

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

Dengan $p = -\log$, maka **$p K_w = \text{pH} + \text{pOH}$**

Contoh Soal 4

Hitung pH larutan NaOH bila konsentrasi ion $\text{OH}^- = 4,5 \times 10^{-3}$

Penyelesaian

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+](4,50 \times 10^{-3}) = 1,00 \times 10^{-14}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{1,00 \times 10^{-14}}{4,50 \times 10^{-3}} = 2,22 \times 10^{-12} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (2,22 \times 10^{-12}) = 11,65$$

3. Hubungan Tingkat Keasaman dengan pH

Bila Anda perhatikan, nilai pH merupakan eksponen negatif dari konsentrasi ion hidronium. Sebagai contoh, larutan basa kuat dengan konsentrasi ion hidronium 10^{-11} M mempunyai pH 11. Larutan asam kuat dengan pH 1 mempunyai konsentrasi ion hidronium 10^{-1} M. Hal ini dikarenakan asam/basa kuat terionisasi sempurna, maka konsentrasi ion H^+ setara dengan konsentrasi asamnya.



$$0,1 \text{ M} \qquad \qquad \qquad 0,1 \text{ M}$$

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log 0,1 = 1$$

Berdasarkan uraian di atas, karena pH dan konsentrasi ion H^+ dihubungkan dengan tanda negatif, maka kedua besaran itu berbanding terbalik, artinya makin besar konsentrasi ion H^+ (makin asam larutan) maka makin kecil nilai pH, dan sebaliknya. Selanjutnya, karena dasar logaritma adalah 10 maka larutan yang nilai pH-nya berbeda sebesar n dan mempunyai perbedaan konsentrasi ion H^+ sebesar 10^n .

Bila pH berkurang, konsentrasi ion hidronium akan meningkat, dan konsentrasi ion hidroksida berkurang. Pada setiap unit penurunan pH sama dengan peningkatan faktor 10 untuk konsentrasi ion hidronium. Sebagai contoh, larutan dengan pH 4 dan larutan dengan pH 3 keduanya bersifat asam, karena mempunyai pH kurang dari 7. Larutan dengan pH 3 mempunyai konsentrasi H_3O^+ 10 kali lebih besar dari pada larutan dengan pH 4, sehingga perubahan kecil dalam pH dapat membuat perubahan besar dalam konsentrasi ion hidronium. Bila pH meningkat di atas 7, konsentrasi ion hidroksida akan meningkat, dan konsentrasi ion hidronium akan berkurang. Dalam larutan netral, konsentrasi ion hidroksida dan ion hidronium adalah sama.

Macam-macam Konsentrasi

Konsentrasi didefinisikan sebagai jumlah zat terlarut dalam setiap satuan larutan atau pelarut. Pada umumnya konsentrasi dinyatakan dalam satuan fisik, misalnya satuan berat atau satuan volume dan satuan kimia, misalnya mol, massa rumus, dan ekivalen.

1. Persen Konsentrasi

Dalam bidang kimia sering digunakan persen untuk menyatakan konsentrasi larutan. Persen konsentrasi dapat dinyatakan dengan persen berat (% W/W) dan persen volume (% V/V)

Persen berat (% W/W)

$$\text{Persen Berat (\%W/W)} = \frac{\text{Gram zat terlarut}}{\text{Gram zat terlarut} + \text{gram pelarut}} \times 100\%$$

Persen volume (% V/V)

$$\text{Persen Volume (\%V/V)} = \frac{\text{Volume zat terlarut}}{\text{Volume Larutan}} \times 100\%$$

Contoh Soal 5

- Dalam 100 gram larutan terlarut 20 gram zat A. Berapa persen berat zat A
- Berapa persen volume zat B, bila dalam 50 mL larutan terlarut 10 mL zat B.

Penyelesaian

- $\frac{20 \text{ g}}{100 \text{ g}} \times 100\% = 20\%$
 - $\frac{10 \text{ mL}}{50 \text{ mL}} \times 100\% = 20\%$
-

2. Parts Per Million (ppm) dan Parts Per Billion (ppb)

Bila larutan sangat encer digunakan satuan konsentrasi parts per million, ppm (bagian persepjuta), dan parts per billion, ppb (bagian per

milliar). Satu ppm ekuivalen dengan 1 mg zat terlarut dalam 1 L larutan. Satu ppb ekuivalen dengan 1 μ g zat terlarut per 1 L larutan.

$$1 \text{ ppm} ? \frac{1 \text{ mg zat terlarut}}{1 \text{ L Larutan}} \times 100\%$$

$$1 \text{ ppb} ? \frac{1 \mu\text{g zat terlarut}}{1 \text{ L Larutan}} \times 100\%$$

Parts per million (ppm) dan parts per billion (ppb) adalah satuan yang mirip persen berat. Bila persen berat, gram zat terlarut per 100 g larutan, maka ppm gram terlarut per sejuta gram larutan, dan ppb zat terlarut per miliar gram larutan.

$$\text{ppm} ? \frac{\text{berat zat terlarut}}{\text{berat larutan}} \times 10^6$$

$$\text{ppb} ? \frac{\text{berat zat terlarut}}{\text{berat larutan}} \times 10^9$$

3. Fraksi Mol

Fraksi mol (x) adalah perbandingan mol salah satu komponen dengan jumlah mol semua komponen. Jika suatu larutan mengandung zat A, dan B dengan jumlah mol masing-masing n_A dan n_B , maka fraksi mol masing-masing komponen adalah:

$$X_A ? \frac{n_A}{n_A + n_B}$$

$$X_B ? \frac{n_B}{n_A + n_B}$$

4. Molaritas (M)

Molaritas atau konsentrasi molar (M) suatu larutan menyatakan jumlah mol spesi zat terlarut dalam 1 liter larutan atau jumlah milimol dalam 1 mL larutan.

$$\text{Molaritas}(M) ? \frac{\text{mol zat terlarut}}{\text{liter larutan}}$$

Contoh Soal 6

- a. Hitunglah fraksi mol zat terlarut bila 117 g NaCl dilarutkan dalam 3 kg air.
- b. 2 mol NaOH terlarut dalam 250 mL larutan. Hitung molaritas larutan

Penyelesaian

c. $117 \text{ g NaCl} = \frac{117}{58,7} \text{ mol} \approx 2 \text{ mol}$; 3 kg air =

$$\frac{3000}{18} \text{ mol} \approx 166,6 \text{ mol}$$

$$\text{Fraksi mol NaCl} = \frac{2}{2 + 166,6} \approx 0,012$$

d. $M = \frac{n}{V} \approx \frac{0,2 \text{ mol}}{0,25 \text{ L}} \approx 0,8 \text{ mol/L}$

Cara membuat larutan dengan kemolaran tertentu

Misalnya larutan yang akan dibuat adalah CuSO_4 dengan molaritas 1 M sebanyak 250 mL. Terlebih dahulu kita harus menghitung massa CuSO_4 yang terlarut dalam larutan tersebut, dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Mol CuSO}_4 = 0,1 \text{ M} \times 0,25 \text{ L} = 0,025 \text{ mol}$$

$$\text{Massa CuSO}_4 = 0,025 \times \text{Mr CuSO}_4 = 0,025 \times 160 = 4 \text{ gram.}$$

Kemudian lakukan beberapa tahap berikut:

Tahap 1.	Timbang massa CuSO_4 tersebut sebanyak 4 gram.
Tahap 2.	Masukkan dalam labu ukur 250 mL yang sebelumnya sudah diberi sedikit aquades
Tahap 3.	Masukkan sedikit aquades, kocok hingga CuSO_4 larut. Tambahkan aquades hingga tepat 250 mL menggunakan pipet tetes. Kocok lagi sampai homogen.
Tahap 4.	Masukkan larutan CuSO_4 1 M ke dalam botol reagen



Gambar 19
Proses pembuatan larutan CuSO₄ 1,0 M

5. Molalitas (m)

Molalitas (m) menyatakan jumlah mol zat terlarut dalam 1000 g pelarut. Molalitas tidak tergantung pada temperatur, dan digunakan dalam bidang kimia fisika, teristimewa dalam sifat koligatif.

$$\text{Molalitas}(m) ? \frac{\text{mol zat terlarut}}{\text{kg pelarut}}$$

6. Normalitas (N)

Normalitas menyatakan jumlah ekuivalen zat terlarut dalam tiap liter larutan. Ekuivalen zat dalam larutan bergantung pada jenis reaksi yang dialami zat itu, karena satuan ini dipakai dalam penyetara zat dalam reaksi.

$$\text{Normalitas}(N) ? \frac{\text{ekivalen zat terlarut}}{\text{literlarutan}}$$

$$\text{Normalitas}(N) ? \frac{\text{gram zat terlarut}}{\text{berat ekuivalen} \times \text{liter larutan}}$$

c. Rangkuman

1. Menurut Arrhenius, zat-zat yang dalam air melepaskan ion hidronium (H_3O^+) disebut asam, sedangkan zat-zat dalam air melepaskan ion hidroksida (OH^-) disebut basa.
2. Setiap molekul yang hanya dapat memberikan satu ion H_3O^+ disebut asam **monoprotik**, sedangkan setiap molekul yang dapat memberikan lebih dari satu ion H_3O^+ disebut asam **poliprotik**.
3. Sifat-sifat asam adalah dalam air menghasilkan ion H_3O^+ , mempunyai rasa masam, elektrolit, korosif dan bereaksi dengan indikator menyebabkan perubahan warna.
4. Sifat-sifat basa adalah dalam air menghasilkan ion OH^- , mempunyai rasa pahit dan licin, elektrolit, korosif dan bereaksi dengan indikator menyebabkan perubahan warna.
5. Sifat-sifat garam adalah elektrolit, tidak mengubah warna kertas lakmus, dan jika dilarutkan melepaskan ion logam dan ion sisa asam. Reaksi penggaraman terjadi bila asam + basa = garam + air.
6. pH adalah derajat keasaman suatu larutan. Makin besar konsentrasi ion hidronium, makin kecil nilai pH dan sebaliknya.
7. Konsentrasi dinyatakan sebagai jumlah zat terlarut dalam setiap satuan larutan atau pelarut. Macam-macam konsentrasi adalah persen berat, persen volume, ppm, ppb, fraksi mol, molaritas, molalitas dan normalitas.

d. Tugas

1. Jelaskan bagaimana sabun dapat digunakan untuk membersihkan kotoran yang berlemak.
2. Bila Kalium iodida, KI ditambahkan pada garam dapur akan membantu mencegah masalah kelenjar tiroid. Ramalkan asam basa apa yang menyusun garam KI tersebut.
3. Buatlah daftar yang memuat persamaan dan perbedaan sifat-sifat asam, basa dan garam.
4. Buat peta konsep tentang nilai pH. Mulai dengan 3 kotak yang berisi label "asam", "basa" dan "netral" dan daerah pHnya. Dibawah masing-masing kotak tadi, beri beberapa contoh larutan yang sesuai.
5. Jelaskan hubungan antara pH dan pOH.

e. Tes Formatif

1. Mengapa asam, basa dan garam bersifat elektrolit?
2. Sebutkan tiga asam, basa dan garam serta kegunaannya.
3. Bila kamu disengat lebah, serangga tersebut menginjeksikan asam formiat, HCOOH ke dalam tubuhmu. Tulis suatu reaksi yang menunjukkan bahwa asam formiat adalah suatu asam?
4. Mengapa mata Anda pedih pada saat terkena shampoo?
5. Beri nama dan rumus kimianya garam yang terbentuk dari reaksi-reaksi penggaraman berikut.
 - a. Asam klorida dan amonium hidroksida
 - b. Asam nitrat dan kalium hidroksida
 - c. Asam karbonat dan aluminium hidroksida
 - d. Natrium hidroksida dan asam asetat
 - e. Barium hidroksida dan asam klorida
6. Bagaimana hubungan antara pH dengan kekuatan asam dan basa, pada konsentrasi yang sama?
7. Bagaimana cara menyiapkan 500,0 g 7,500 % berat larutan NaCl ?

8. Hitung molalitas larutan yang disiapkan dengan melarutkan 71,3 g NaCl dalam 395 g air.
9. Hitung fraksi mol metil alkohol, CH₃OH, dalam larutan yang terdiri dari 0,328 mol metil alkohol dan 0,929 mol etil alkohol, C₂H₅OH
10. Hitunglah volume dari suatu zat yang mengandung 0,949 mol 0,555 M

f. Kunci Jawaban

- A. Asam, basa dan garam bersifat elektrolit karena dapat menghasilkan ion-ion dalam larutan. Akibatnya, larutan dapat menghantarkan arus listrik.
- B. Respon mungkin bervariasi, namun seharusnya meliputi asam, basa dan garam dalam sub bab ini. Contoh jawaban, asam
- C. $\text{HCOOH} \rightleftharpoons \text{HCOO}^- + \text{H}^+$; adanya ion H⁺ menunjukkan bahwa asam formiat adalah asam organik.
- D. Salah satu alasan adalah karena shampoo mungkin bersifat basa yang membuat mata pedih.
- E. Reaksi-reaksi penggaraman
 - a. $\text{HCl (aq)} + \text{NH}_4\text{OH (aq)} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{Cl (p)} + \text{H}_2\text{O (l)}$
 - b. $\text{HNO}_3 \text{ (aq)} + \text{KOH (aq)} \rightleftharpoons \text{KNO}_3 \text{ (p)} + \text{H}_2\text{O (l)}$
 - c. $3\text{H}_2\text{CO}_3 \text{ (aq)} + 2 \text{Al(OH)}_3 \rightleftharpoons \text{Al}_2(\text{CO}_3)_3 + 6 \text{H}_2\text{O (l)}$
 - d. $\text{NaOH (aq)} + \text{CH}_3\text{COOH (aq)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COONa (p)} + \text{H}_2\text{O (l)}$
 - e. $\text{Ba(OH)}_2 \text{ (aq)} + \text{HCl (aq)} \rightleftharpoons \text{BaCl}_2 \text{ (p)} + \text{H}_2\text{O (l)}$
- F. Makin rendah nilai pH, terjadi kenaikan sifat asam yang berarti makin kuat asam tersebut. Makin tinggi nilai pH, terjadi kenaikan sifat basa yang berarti makin kuat basa tersebut.

G. Massa NaCl yang diperlukan: $500,0 \text{ g} \times \frac{7,500 \text{ g NaCl}}{100,0 \text{ g larutan}} = 37,50 \text{ g}$

Massa air yang diperlukan:

$$500,0 \text{ g larutan} - 37,50 \text{ g NaCl} = 462,5 \text{ g air}$$

Maka cara membuat kita melarutkan 37,50 g NaCl dalam 462,5 g air.

H. $71,3 \text{ g NaCl} \times \frac{1 \text{ mol NaCl}}{58,5 \text{ g NaCl}} = 1,219 \text{ mol NaCl}$

$$395 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ kg H}_2\text{O}}{1000 \text{ g H}_2\text{O}} = 0,395 \text{ kg H}_2\text{O}$$

$$\text{molalitas} = \frac{1,219 \text{ mol NaCl}}{0,395 \text{ kg H}_2\text{O}} = 3,09 \text{ m}$$

$$\text{I. } X_{\text{CH}_3\text{OH}} = \frac{0,328 \text{ mol}}{0,328 \text{ mol} + 0,929 \text{ mol}} = 0,261$$

$$\text{J. } 0,949 \text{ mol} \times \frac{1 \text{ L}}{0,555 \text{ mol}} = 1,71 \text{ L}$$

g. Lembar Kerja

Titration Asam Basa (Reaksi Penggaraman)

Alat dan Bahan yang diperlukan:

- | | |
|--------------------------|----------------------|
| ? Statif dan klem | ? Botol semprot |
| ? Buret | ? Gelas kimia 100 mL |
| ? Labu erlenmeyer 250 mL | ? Gelas ukur |
| ? Corong | ? NaOH 0,1 M |
| ? Pipet gondok 25 mL | ? HCl 0,1 M |
| ? Pipet tetes | |

Cara Kerja:

- Bilas buret yang sudah bersih dengan larutan NaOH yang akan dipakai.
- Gunakan corong untuk memasukkan larutan NaOH dalam buret dan bersihkan sisa larutan yang menempel di dinding buret dengan kertas saring.
- Pipet 25 mL larutan HCl dan masukkan ke dalam erlenmeyer. Tambahkan 4 tetes indikator fenolftalein.
- Catat volume awal buret, lalu teteskan NaOH dari buret ke dalam larutan HCl dengan hati-hati sampai terjadi perubahan warna dari tak berwarna menjadi merah muda.
- Catat volume akhir NaOH yang diperlukan untuk proses.
- Ulangi percobaan minimal 3 kali dan hitung konsentrasi larutan NaOH.

Analisis dan Simpulan:

- ? Berapa volume NaOH yang diperlukan untuk menitrasi larutan HCl?
Kemudian hitung konsentrasi larutan NaOH.
- ? Apa yang dapat Anda simpulkan dari kegiatan ini.

BAB III. EVALUASI

A. Tes Tertulis

1. Mengapa CH_2O larut dalam air, tetapi C_6H_6 tidak larut?
2. Tulislah reaksi penggaraman antara asam sulfat dan natrium hidroksida dan berapa perbandingan mol asam sulfat dan natrium hidroksida.
3. Jelaskan bagaimana perubahan warna kertas lakmus biru dalam larutan asam, basa dan garam!
4. Apa yang dimaksud dengan pH?
5. Apa yang dapat ditunjukkan oleh pH masing-masing larutan: air hujan 5,8; air soda 3,0; pembersih saluran 14; air sungai 8,9; air murni 7,0.
6. Asam lambung merupakan larutan HCl. Jika antasid digunakan, yang mana yang lebih memerlukan lebih banyak antasid, lambung dengan pH 1,5 atau pH 2,0?
7. Hitung massa NaCl dalam 53,0 g dari 5,00 % berat larutan garam.
8. Kelarutan Li_2SO_4 dalam air pada 0°C adalah 26,1 g per 100 g air. Tunjukkan kelarutan sebagai molalitas.
9. Hitung fraksi mol sukrosa, $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$, bila 0,850 mol dilarutkan dalam 55,6 mol air (1 kg)
10. Hitung molaritas 40,0 mL larutan yang mengandung 2,35 mmol zat terlarut!
11. Hitung konsentrasi ion hidronium dari larutan yang mempunyai pH berikut:
 - a. 6,917
 - b. 13,091
 - c. 4,447
12. Hitung pH larutan yang mempunyai konsentrasi ion hidroksida sebagai berikut: (a) $2,07 \times 10^{-4}$ M; (b) $3,82 \times 10^{-8}$ M; (c) $6,29 \times 10^{-12}$ M.
13. Hitung molaritas dan molalitas dari 241,5 mL larutan yang mengandung 0,4628 mol CsCl dan 177,8 g air.

14. Hitunglah pH dari larutan berikut: (a) HBr 0,100 M; (b) LiOH 0,100 M dan (c) KBr 0,100 M.
15. Hitung fraksi mol gliserin dalam 675 g larutan yang mengandung 1,25 mol gliserin, $C_3H_5(OH)_3$ dalam air.
16. Hitung massa pelarut dalam 0,525 m larutan yang mengandung 0,925 mol zat terlarut.
17. Hitung jumlah mol zat terlarut dalam 0,696 m larutan yang mengandung 0,250 kg pelarut.
18. Tablet "antacid" mengandung 23,4 g $NaHCO_3$. Berapa volume asam lambung (HCl) 2,91 M yang digunakan untuk menetralkan tablet tersebut?
19. Jelaskan bagaimana menyiapkan 250 g larutan KCl 5,50 % berat.
20. Hitung konsentrasi larutan H_3PO_4 bila 25,00 mL ternetralisasi secara sempurna oleh 46,17 mL larutan NaOH 3,00 M.

B. Tes Paktek

1. Rancanglah suatu eksperimen untuk membuktikan bahwa terjadi reaksi penggaraman antara larutan asam oksalat ($C_2H_2O_4$) dan larutan basa NaOH.

KUNCI JAWABAN

A. TES TERTULIS

1. CH_2O dan H_2O mengandung molekul polar, dan keduanya mempunyai ikatan hidrogen. Sehingga keduanya dapat saling melarutkan. C_6H_6 tidak polar dan tidak mempunyai ikatan hidrogen sehingga tidak larut dalam air.
2. $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$
Perbandingan mol $\text{H}_2\text{SO}_4 : \text{NaOH} = 1 : 2$
3. Kertas lakmus biru dalam larutan asam berubah menjadi warna merah, dalam larutan basa dan garam tidak berubah warna (tetap).
4. pH merupakan derajat keasaman larutan, yang dinyatakan oleh konsentrasi ion H^+ suatu larutan.
5. Air hujan sedikit mengandung asam, air soda mengandung asam dalam jumlah yang sedang, pembersih saluran air adalah basa kuat, air laut adalah basa sedang dan air murni adalah netral.
6. pH 1,5 lebih bersifat asam dan memerlukan lebih banyak basa untuk menetralkannya.
7. $53,0 \text{ g larutan} \times \frac{5 \text{ g NaCl}}{100 \text{ g larutan}} = 2,65 \text{ g NaCl}$
8. $\frac{26,1 \text{ g Li}_2\text{SO}_4}{100 \text{ g H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ mol Li}_2\text{SO}_4}{110 \text{ g Li}_2\text{SO}_4} \times \frac{1000 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ kg H}_2\text{O}} = \frac{2,37 \text{ mol Li}_2\text{SO}_4}{1 \text{ kg H}_2\text{O}} = 2,37 \text{ m Li}_2\text{SO}_4$
9. $\frac{0,850 \text{ mol}}{56,45 \text{ mol}} = 0,0151$
10. $\frac{2,35 \text{ mmol}}{40,0 \text{ mL}} \times \frac{1 \text{ mol}}{1000 \text{ mmol}} \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} = \frac{2,35 \text{ mol}}{40,0 \text{ L}} = 0,0588 \text{ M}$

11. (a) $1,21 \times 10^{-7}$ M; (b) $8,11 \times 10^{-14}$ M; (c) $3,57 \times 10^{-5}$ M

12. (a) 10,316 ; (b) 6,582; (c) 2,799

$$13. M = \frac{0,4628 \text{ mol}}{0,2415 \text{ L}} = 1,916 \text{ M}$$

$$m = \frac{0,4628 \text{ mol}}{0,1778 \text{ kg}} = 2,603 \text{ m CsCl}$$

14. (a) 1,0 ; (b) 13,0 dan (c) 7,0

$$15. \text{Massa gliserin} = 1,25 \text{ mol} \times \frac{92,0 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 115 \text{ g}$$

$$\text{Massa air} = (675 - 115) \text{ g} = 560 \text{ g}$$

$$560 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol}}{18 \text{ g}} = 31,11 \text{ mol H}_2\text{O} ;$$

$$X_{\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3} = \frac{1,25 \text{ mol}}{1,25 + 31,11 \text{ mol}} = 0,0386$$

$$16. 0,925 \text{ mol zat terlarut} \times \frac{1 \text{ kg pelarut}}{0,525 \text{ mol zat terlarut}} = 1,76 \text{ kg pelarut}$$

$$17. 0,250 \text{ kg} \times \frac{0,696 \text{ mol zat terlarut}}{1 \text{ kg pelarut}} = 0,174 \text{ mol zat terlarut}$$

18. $\text{HCl (aq)} + \text{NaHCO}_3 \text{ (s)} \rightleftharpoons \text{NaCl (aq)} + \text{H}_2\text{O (l)} + \text{CO}_2 \text{ (g)}$

$$23,4 \text{ g NaHCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol NaHCO}_3}{84,0 \text{ g NaHCO}_3} \times \frac{1 \text{ mol HCl}}{1 \text{ mol NaHCO}_3} \times \frac{1 \text{ L}}{2,91 \text{ mol HCl}} = 0,0957 \text{ L}$$

Jadi tablet dapat menetralkan 95,7 mL asam lambung.

$$19. 250 \text{ g larutan} \times \frac{5,50 \text{ g KCl}}{100 \text{ g larutan}} = 13,75 \text{ g KCl}$$

jadi dengan melarutkan 13,75 g KCl dalam 236,25 g H₂O

20. $\text{H}_3\text{PO}_4 \text{ (aq)} + 3 \text{ NaOH (aq)} \rightleftharpoons \text{Na}_3\text{PO}_4 \text{ (aq)} + 3 \text{ H}_2\text{O (l)}$

Jumlah milimol NaOH adalah

$$46,17 \text{ mL} \times \frac{3,000 \text{ mmol}}{1 \text{ mL}} = 138,51 \text{ mmol NaOH}$$

$$138,51 \text{ mmol NaOH} \times \frac{1 \text{ mmol H}_3\text{PO}_4}{3 \text{ mmol NaOH}} = 46,17 \text{ mmol H}_3\text{PO}_4$$

$$\text{Konsentrasi H}_3\text{PO}_4 \text{ adalah } \frac{46,17 \text{ mmol}}{25,00 \text{ mL}} = 1,847 \text{ M}$$

B. LEMBAR PENILAIAN TES PRAKTEK

Nama Siswa :

No. Absen :

Program Keahlian :

PEDOMAN PENILAIAN

No	Aspek Penilaian	Skor Maks.	Skor Perolehan	Keterangan
1.	Perencanaan a. Persiapan alat dan bahan b. Hasil rancangan eksperimen			
	Sub Total			
2.	Merancang eksperimen a. Rancangan percobaan yang dibuat dapat menguji prediksi b. Rumusan masalah menjelaskan kebutuhan eksperimen c. Metode dan prosedur yang digunakan dalam eksperimen mengikuti urutan tertentu d. Prosedur eksperimen jelas dan komunikatif e. Rancangan tersebut memungkinkan variabel respon dapat diukur dengan tepat. f. Bahasa yang digunakan komunikatif g. Disertai dengan aturan kebersihan dan penanganan keselamatan kerja			
	Sub Total			
3.	Melakukan Titrasi a. Memasang dan mencuci buret ? Letak buret <ul style="list-style-type: none"> - Klem ditengah - Buret 1-2 cm di atas erlen meyer - Skala menghadap penitrasi ? Mencuci buret <ul style="list-style-type: none"> - Dibilas air suling - Dibilas dengan larutan yang akan dipakai - Pembilas ditampung dalam gelas kimia 			

	b. Mengisi buret ? Diisi diatas skala nol, lalu diturunkan. ? Larutan yang tidak digunakan ditampung dalam gelas kimia c. Menitrasi ? Erlenmeyer diberi alas putih ? Pembacaan skala buret pada awal titrasi ? Memegang dan memutar kran buret dengan tangan kiri ? Memegang leher erlenmeyer dengan tangan kanan ? Menggoyang/memutar erlenmeyer ? Pembacaan skala buret pada akhir titrasi			
	Sub Total			
4.	Sikap/Etos kerja a. Tanggung jawab b. Ketelitian c. Inisiatif d. Kemandirian			
	Sub Total			
5.	Laporan a. Sistematika penyusunan laporan b. Kelengkapan bukti fisik			
	Sub Total			
	Total			

BAB IV. PENUTUP

Setelah menyelesaikan modul ini, Anda berhak untuk mengikuti tes praktek untuk menguji kompetensi yang telah Anda pelajari. Apabila Anda dinyatakan memenuhi syarat kelulusan dari hasil evaluasi dalam modul ini, maka Anda berhak untuk melanjutkan ke topik/modul berikutnya.

Mintalah pada guru untuk melakukan uji kompetensi dengan sistem penilaian yang dilakukan langsung oleh pihak industri atau asosiasi yang berkompeten apabila Anda telah menyelesaikan seluruh evaluasi dari setiap modul, maka hasil yang berupa nilai dari guru atau berupa portofolio dapat dijadikan bahan verifikasi oleh pihak industri atau asosiasi profesi. Kemudian selanjutnya hasil tersebut dapat dijadikan sebagai penentu standar pemenuhan kompetensi dan bila memenuhi syarat Anda berhak mendapatkan sertifikat kompetensi yang dikeluarkan oleh dunia industri atau asosiasi profesi.

DAFTAR PUSTAKA

- Chang, Raymond. 2003. *General Chemistry: The Essential Concepts*. Third Edition. Boston: Mc Graw-Hill.
- Goldberg, David E. 2004. *Fundamentals of Chemistry*. Fourth Edition. New York The McGraw – Hill Companies, Inc.
- Heyworth, Rex. 1990. *Chemistry A New Approach*. Hongkong: Macmillan Publishers (HK) Limited.
- Hill, John W. , and Kolb, Doris K. 1998. *Chemistry for Changing Times*. Eighth Edition. London: Prentice Hall International (UK) Limited.
- Hill, John W. , Baum, Stuart J. , Feigl, Dorothy M. 1997. *Chemistry and Life*. Fifth Edition. London: Prentice Hall International (UK) Limited.
- Kelter, Paul B. , Carr, James D. , and Scott, Andrew. 2003. *Chemistry A World of Choices*. Boston: Mc Graw Hill.
- Moore, John W, Stanitski and Jurs, Peter C. 2005. *Chemistry The Molecular Science*. Second Edition. United States: Thomson Learning, Inc.
- Stanitski, Conrad L., Et all. 2003. *Chemistry In Context: Applying Chemistry to Society*. Boston: Mc Graw Hill.
- Winstrom, Cheryl, Phillips, John, Stozak, Victor. 1997. *Chemistry: Concepts and Application Students Edition*. New York: GLENCOE McGraw-Hill