

# PRAKTIKUM KIMIA DASAR I

## Jurusan Kimia

---

Nama Praktikan	:	
NIM	:	
Kelas	:	

Penyusun

Rif'atul Mahmudah, M.Si  
Lilik Miftahul Khoiroh, M.Si  
Vina Nurul Istighfarini, M.Si



---

LABORATORIUM KIMIA DASAR  
JURUSAN KIMIA FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2018

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji hanya untuk Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan penyusunan diktat "Petunjuk Praktikum Kimia Dasar I". Diktat ini disusun untuk memperlancar penyelenggaraan praktikum Kimia Dasar yang bertujuan untuk meningkatkan keterampilan mahasiswa dalam kerja laboratorium sekaligus untuk menambah wawasan terhadap bidang Kimia Dasar yang telah diperoleh secara teoritik dalam perkuliahan.

Praktikum Kimia Dasar I merupakan salah satu matakuliah wajib tempuh dengan bobot 1 SKS. Pada pelaksanaannya perlu dilakukan beberapa persiapan, meliputi pembekalan (*briefing*) asisten dan praktikan.

Penulis memahami bahwa diktat "Petunjuk Praktikum Kimia Dasar I" masih perlu dilakukan perbaikan dan penyesuaian setiap tahunnya seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan. Penulis selalu mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak. Mahasiswa yang telah menempuh praktikum ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan dan pemahamannya. Semoga diktat ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Aamiin.

Malang, September 2018

Tim Penulis

## DAFTAR ISI

ISI	Halaman
Kata Pengantar	2
Daftar Isi	3
Jadwal Pelaksanaan Praktikum	4
Eksperimen 1. Keselamatan kerja dan tata tertib di laboratorium	5
Eksperimen 2. Pengukuran di laboratorium	11
Eksperimen 3. Pengenalan alat gelas dan simbol bahan kimia	18
Eksperimen 4. Penentuan entalpi reaksi	27
Eksperimen 5. Sel galvani	35
Eksperimen 6. Sel Elektrolisis	43
Eksperimen 7. Larutan elektrolit	50
Eksperimen 8. Pembuatan larutan	58
Eksperimen 9. Teknik pengenceran	65
Eksperimen 10. Stoikiometri	73
Eksperimen 11. Asam-Basa	81
Eksperimen 12. Kestimbangan kelarutan	89
Eksperimen 13. Hukum Charles	98
Daftar Pustaka	104

## Jadwal Pelaksanaan Praktikum Kimia Dasar I

Tahun Ajaran 2018/2019

Tanggal	Kegiatan
24 - 28 September	Preparasi & Trial
01 - 05 Oktober	Briefing Praktikan & Baseline Test
08 - 12 Oktober	Eksperimen 1 dan 2
15 - 19 Oktober	Eksperimen 3
22 - 26 Oktober	Rolling 1
29 Oktober - 02 November	Rolling 2
05 - 09 November	Rolling 3
12 - 16 November	Rolling 4
19 - 23 November	Rolling 5
26 - 30 November	Rolling 6
03 - 07 Desember	Pra UAP
10 - 14 Desember	Ujian Akhir Praktikum (UAP)

### Pelaksanaan per kelas mahasiswa Jurusan Kimia Angkatan 2018

Laboran : Rika Dian Novitasari, S.Si

Kelas	Hari / Jam / Laboratorium	Dosen Pengampu
A	Senin / 08.10 - 11.30 WIB / Kimia Dasar dan Anorganik Edukasi	Lilik Miftahul Khoiroh, M.Si
B	Selasa / 08.10 - 11.30 WIB / Kimia Dasar dan Anorganik Edukasi	Rif'atul Mahmudah, M.Si
C	Rabu / 08.10 - 11.30 WIB / Kimia Dasar dan Anorganik Edukasi	Vina Nurul Istighfarini, M.Si

# EKSPERIMEN 1

## KESELAMATAN KERJA, TATA TERTIB DI LABORATORIUM DAN SIMBOL BAHAN KIMIA

### A. TUJUAN

Percobaan ini bertujuan untuk memberikan pengetahuan tentang keselamatan kerja dan peraturan-peraturan di Laboratorium Kimia Dasar.

### B. DASAR TEORI

#### 1) Keselamatan Kerja

1. Praktikan diharuskan memakai alat pelindung diri (APD) seperti jas laboratorium, sarung tangan, masker dan kacamata pelindung apabila diperlukan.
2. Praktikan dilarang makan dan minum dalam laboratorium.
3. Praktikan diharuskan memakai sepatu tertutup selama bekerja di laboratorium.
4. Praktikan dilarang melakukan percobaan lain tanpa seijin dosen dan petugas laboran.
5. Praktikan dilarang mencicipi bahan kimia.
6. Hati-hati dengan alat gelas panas.
7. Praktikan dilarang membau bahan kimia secara langsung. Kibaskan tangan anda di atas wadah bahan kimia ke arah hidung sambil membau.
8. Apabila melakukan percobaan yang menggunakan bahan kimia berbahaya di lemari asam dan jangan lupa menghidupkan *blower*-nya.
9. Apabila kulit atau mata praktikan terkena tumpahan atau cipratan bahan kimia segera cuci dengan air selama 15 menit. Segera laporkan kejadian tersebut kepada dosen atau petugas laboran.
10. Penanganan tumpahan bahan kimia yang bersifat asam atau basa adalah dengan menetralkannya. Tumpahan asam dinetralkan dengan  $\text{NH}_4\text{OH}$  atau  $\text{NaHCO}_3$  yang sangat encer sedangkan tumpahan basa dinetralkan dengan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  encer yang diikuti dengan  $\text{NH}_4\text{OH}$  encer.

#### 2) Peraturan Laboratorium

1. Praktikan (ketua kelompok) diharuskan meminjam peralatan percobaan sesuai judul dan setiap kelompok akan memperoleh satu set peralatan.
2. Praktikan diharuskan mengecek kondisi alat dan menghitung jumlah peralatan percobaan yang telah disediakan sebelumnya. Segera laporkan kepada petugas apabila ada kekurangan alat.
3. Praktikan diharuskan menyiapkan tisu atau serbet di setiap percobaan.
4. Praktikan diharuskan menjaga kebersihan laboratorium selama praktikum berlangsung dan ketika praktikum berakhir.
5. Praktikan diharuskan mengembalikan semua peralatan percobaan dalam keadaan bersih.
6. Praktikan diharuskan membuang limbah sesuai dengan kategori limbah yang dihasilkan pada masing-masing percobaan.
7. Praktikan diharuskan menggantikan alat yang rusak sesuai dengan jenis dan merk alat.

#### 3) Pengenalan Bahan Kimia

Bahan kimia merupakan suatu zat atau senyawa yang berdasarkan fasanya dapat berwujud padat, cair atau gas. Bahan ini memiliki berbagai karakteristik bahaya. Oleh karena itu, perlu dilakukan pelabelan menggunakan simbol-simbol

tertentu. Kemasan bahan kimia dapat mengandung satu atau lebih simbol bahaya. Namun demikian, kemasan tanpa simbol bahaya bukan berarti bahwa bahan kimia tersebut aman dan bebas bahaya. Perlu berhati-hati dalam penanganan setiap bahan kimia.

**Simbol-simbol Bahan Kimia :**

<p><b>1) Bahan eksplosif</b></p> 	<p>Simbol tersebut menunjukkan bahwa bahan tersebut mudah meledak pada kondisi tertentu, seperti adanya gesekan, panas, guncangan dan percikan api.</p> <p>Contoh: TNT (2,4,6-trinitrotoluena)</p>
<p><b>2) Bahan pengoksidasi</b></p>	
	<p>Bahan pengoksidasi (<i>oxidizing</i>) biasanya tidak mudah terbakar tetapi apabila kontak dengan bahan mudah terbakar atau bahan sangat mudah terbakar dapat meningkatkan resiko kebakaran secara signifikan.</p> <p>Contoh: asam nitrat, hidrogen peroksida</p>
<p><b>3) Bahan beracun</b></p> 	<p>Bahan beracun (<i>acute toxicity</i>) dapat menyebabkan kerusakan kesehatan akut atau kronis bahkan kematian pada konsentrasi yang rendah.</p> <p>Contoh: metanol, benzena, kalium sianida</p>
<p><b>4) Bahan berbahaya</b></p>	
	<p>Bahan kimia ini memiliki resiko merusak kesehatan sedang, jika masuk ke dalam tubuh melalui pernapasan, mulut atau kontak dengan kulit. Bahan ini dapat menyebabkan iritasi, luka bakar pada kulit, dan mengganggu sistem pernapasan apabila terhirup.</p> <p>Contoh: NaOH, fenol, etilen glikol</p>
<p><b>5) Bahan berbahaya bagi lingkungan</b></p>	
	<p>Bahan dengan simbol ini bersifat berbahaya bagi satu atau beberapa komponen dalam lingkungan hidup (air, tanah, udara, tanaman, mikroorganisme) dan menyebabkan gangguan ekologi.</p> <p>Contoh: AgNO<sub>3</sub>, HgCl<sub>2</sub></p>

<b>6) Bahan mudah terbakar</b>	
	<p>Bahan ini memiliki titik nyala yang rendah dan mudah terbakar dengan api bunsen, permukaan logam panas, atau percikan api. Bahan sangat mudah terbakar berupa gas dengan udara membentuk suatu campuran bersifat mudah meledak di bawah kondisi normal.</p> <p>Contoh: dietil eter, propana, aseton</p>
<b>7) Bahan pengkorosi</b>	
	<p>Bahan ini bersifat korosif yaitu dapat merusak jaringan hidup (tubuh) dan bahan-bahan lain. Hindari kontak dengan kulit, mata, pakaian dan jangan menghirupnya.</p> <p>Contoh: asam sulfat, natrium hidroksida</p>
<b>8) Bahan radioaktif</b>	
	<p>Bahan ini termasuk bahan radioaktif. Bahan ini biasanya digunakan sebagai bahan pembuatan nuklir. Dalam penanganannya, bahan tersebut tidak boleh sampai mengenai bagian tubuh kita.</p> <p>Contoh : uranium dan plutonium</p>
<b>9) Bahan Karsinogenik, mutagenik, teragenik</b>	
	<p>Simbol ini menunjukkan paparan jangka pendek, jangka panjang atau berulang dengan bahan ini dapat menyebabkan efek kesehatan sebagai berikut: karsinogenik, teragenik, mutagenik, toksik terhadap sistem reproduksi, dan terhadap organ sasaran spesifik, serta menyebabkan gangguan saluran pernafasan.</p> <p>Contoh : Formalin</p>

**Beberapa yang harus diperhatikan ketika menggunakan bahan kimia:**

1. Perhatikan label atau etiket yang ditempel pada botol atau wadah bahan kimia. Pada saat menggunakan bahan kimia yang bersifat asam kuat, sebaiknya dilakukan di lemari asam.
2. Jika bahan kimia berwujud cair, gunakan pipet panjang atau pipet ukur untuk mengambilnya. Jangan disedot dengan mulut, tetapi gunakan alat penyedot/bola hisap. Untuk bahan kimia cair yang banyak, tuangkan terlebih dahulu ke gelas beaker besar, kemudian tuangkan ke gelas beaker kecil. Jangan menuang langsung ke tabung reaksi. Manfaatkan bentuk bibir gelas beaker untuk mengatur aliran bahan kimia cair. Jika dipandang perlu, gunakan pengaduk dengan cara menempelkan pengaduk di bibir gelas beaker agar bahan kimia tidak memercik.
3. Gunakan spatula untuk mengambil bahan kimia berbentuk serbuk atau butiran (misalnya NaOH atau NaCl). Gunakan ujung yang pipih sebagai sendok/spatula. Ambilah bahan kimia tersebut dalam takaran sedikit demi sedikit.

4. Cara menuang bahan kimia adalah sebagai berikut :
  - a. Gunakan terlebih dahulu masker penutup mulut dan hidung.
  - b. Peganglah bagian botol yang terdapat labelnya.
  - c. Bukalah tutup botol dengan tangan lain dan letakkan tutup botol dalam posisi terbalik.
  - d. Jauhkan bahan kimia dari hidung saat akan menuangkannya.
  - e. Segera menutupnya kembali setelah bahan kimia yang dibutuhkan selesai dituangkan.
5. Biasakan segera mencuci tangan jika terkena atau selesai menggunakan bahan kimia.
6. Dalam menyimpan bahan kimia perhatikan hal-hal sebagai berikut :
  - a. Labeli semua bahan dalam lemari es dengan isi, pemilik, tanggal perolehan atau penyiapan, dan sifat potensi bahayanya.
  - b. Tuang dan simpan bahan kimia pada botol yang sesuai peruntukannya.
  - c. Simpan bahan dan peralatan di lemari dan rak khusus penyimpanan.
  - d. Simpan bahan kimia pada ruangan dingin dan yang berventilasi.
  - e. Jangan memaparkan bahan kimia pada suhu panas atau matahari langsung.
  - f. Hindari menyimpan bahan kimia di atas bangku, kecuali bahan kimia yang sedang digunakan.



**Hasil Pre-test Eksperimen 1**

**(tempel disini)**

**Hasil Post-test Eksperimen 1**

**(tempel disini)**

## EKSPERIMEN 2

### PENGUKURAN DI LABORATORIUM

#### A. TUJUAN

Percobaan ini bertujuan untuk memahami tentang akurasi, presisi, dan penggunaan angka penting serta aplikasinya.

#### B. DASAR TEORI

##### Satuan Pengukuran

Sistem metrik dari berat dan volume digunakan oleh para saintis di semua bidang, termasuk para ahli kimia. Sistem ini menggunakan dasar pangkat 10 dalam pengukurannya untuk proses konversi.

Tabel 1 Daftar faktor yang sering digunakan

Awalan	Bentuk pangkat	Bentuk Desimal	Singkatan
Mikro	$10^{-6}$	0,000001	$\mu$
Milli	$10^{-3}$	0,001	m
Centi	$10^{-2}$	0,01	c
Kilo	$10^3$	1000	K

Pengukuran panjang, volume, massa, energi dan suhu digunakan untuk menentukan sifat fisik dan kimia. Perbandingan sistem metrik dengan sistem SI (Standar Internasional) ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Satuan dan Alat

Ukuran	Satuan SI	Satuan metric	Alat
Panjang	Meter (m)	Meter (m)	Penggaris
Volume	Cubic meter ( $m^3$ )	Liter (L)	Labu ukur, erlenmeyer, gelas kimia
Mass	Kilogram (kg)	Gram (g)	Timbangan
Energi	Joule (J)	Calorie (cal)	Kalorimeter
Temperature	Kelvin (K)	Degree Celsius ( $^{\circ}C$ )	Termometer

##### Angka Penting

Setiap percobaan atau penelitian tidak akan pernah terlepas dari analisis data, baik kualitatif dan kuantitatif. Analisis kuantitatif merupakan analisis yang berhubungan dengan angka-angka. Ada dua tipe angka yaitu angka pasti (*exact number*) dan angka tidak pasti (*inexact number*).

Pada percobaan ini yang akan dibahas adalah angka tidak pasti. Angka ini diperoleh berdasarkan hasil pengukuran. Tidak ada hasil pengukuran yang sempurna dan setiap pengukuran mengandung ketidakpastian. Oleh karena itu, dalam analisis data diperlukan penggunaan angka penting.

Angka penting digunakan untuk menentukan keakuratan dari hasil pengukuran atau keakuratan perhitungan. Semisal, anda melakukan pengukuran lebar kertas menggunakan penggaris. Berdasarkan hasil pengukuran, anda mungkin akan memperoleh lebar kertas 12,7 cm. Akankah sama apabila anda menulis lebar kertas 12,7 cm dengan 12,70 cm? Bagi seorang ahli matematika akan menganggap nilai 12,70 sama dengan 12,700 tetapi bagi seorang ilmuwan, kedua nilai tersebut berbeda berdasarkan tingkat akurasinya.

Ada beberapa aturan yang digunakan untuk menentukan angka penting.

### 1. Angka selain nol adalah angka penting

Contoh: 26,38 (4 angka penting) dan 7,94 (3 angka penting).

Bagaimana dengan angka 0,00980 atau 28,09?

### 2. Angka nol yang berada diantara angka penting merupakan penting

Angka 28,09 mengandung 4 angka penting dan 406 mengandung 3 angka penting.

### 3. Angka nol diakhir pada bilangan desimal adalah penting

Angka 190 mil mungkin mengandung 2 atau 3 angka penting. Begitu pula dengan angka 50600 mungkin memiliki 3, 4, atau 5 angka penting. Keambiguan ini dapat dihindari dengan penggunaan notasi ilmiah. Contoh :

- $5,06 \times 10^4$  (3 angka penting)
- $5,060 \times 10^4$  (4 angka penting)
- $5,0600 \times 10^4$  (5 angka penting)

### 4. Angka nol di depan angka penting bukan termasuk penting

Misalnya angka 0,00980 memiliki 3 angka penting dan angka 0,001 hanya memiliki 1 angka penting. Contoh lain adalah 0,0023 mL apabila ditulis dalam bentuk notasi ilmiah adalah  $2,3 \times 10^{-3}$  mL yang memiliki 2 angka penting.

Penggunaan angka penting dalam perhitungan memiliki aturan-aturan tertentu, yaitu:

#### 1. Penambahan dan Pengurangan

$1,45 \text{ cm} + 1,2 \text{ cm} = 1,65 \text{ cm}$  dibulatkan menjadi 1,7 cm.

$7,432 \text{ cm} - 2 \text{ cm} = 5,432 \text{ cm}$  dibulatkan menjadi 5 cm.

Berdasarkan contoh, diketahui bahwa angka penting pada hasil akhir penambahan dan pengurangan bergantung pada jumlah angka penting yang paling sedikit. Pada operasi penjumlahan, angka penting yang paling sedikit adalah 1,2 cm yang terdiri dari 2 angka penting. Oleh karena itu, hasil akhir penjumlahan haruslah mengandung 2 angka penting.

#### 2. Perkalian dan Pembagian

$56,78 \text{ cm} \times 2,45 \text{ cm} = 139,111 \text{ cm}^2$  dibulatkan menjadi  $139 \text{ cm}^2$ .

$278 \text{ mL} : 11,70 \text{ mL} = 23,7068$  dibulatkan menjadi 23,7.

Berdasarkan perhitungan tersebut, hasil akhir operasi perkalian dan pembagian bergantung pada angka yang jumlah angka penting paling sedikit. Pada operasi perkalian, nilai yang memiliki angka penting paling sedikit adalah 2,45 yang berjumlah 3 digit. Maka, angka penting pada hasil akhir juga harus terdiri dari 3 digit.

Proses pembulatan bilangan terakhir di atas angka 5, di bawah angka 5 dan angka 5 memiliki beberapa aturan. Adapun aturan-aturan pembulatan angka tersebut adalah sebagai berikut.

- (1) Apabila angka terakhir kurang dari 5 maka dibulatkan ke bawah. Misalnya 12,4 cm dibulatkan menjadi 12 cm.
- (2) Apabila angka terakhir lebih dari 5 maka dibulatkan ke atas. Misalnya 12,6 cm dibulatkan menjadi 13 cm.
- (3) Apabila angka terakhir sama dengan 5 dan diikuti angka bukan angka nol maka dibulatkan ke atas. Misalnya 12,51 dibulatkan menjadi 13.
- (4) Apabila angka terakhir sama dengan 5 dan diikuti angka nol maka perlu dilihat dulu angka sebelum 5. Apabila angka ganjil maka dibulatkan ke atas, sedangkan apabila angka genap dibulatkan ke bawah. Misalnya 11,5 dibulatkan menjadi 12 dan 12,5 dibulatkan menjadi 12.

## Akurasi dan Presisi

Kimia adalah ilmu yang didasarkan pada pengalaman dan data observasi. Sebuah eksperimen akan menghasilkan data yang bagus pasti memerlukan suatu alat yang sesuai dalam pengukurannya. Seberapa bagus data yang diperoleh bergantung pada beberapa faktor: (1) Seberapa hati-hati dalam pengukuran (*laboratory technique*), (2) seberapa bagus alat ukur yang digunakan dalam mendapat ukuran yang benar (akurasi), dan (3) seberapa keterulangan dalam pengukuran (presisi).

Presisi (ketelitian) adalah derajat kepastian hasil dari suatu pengukuran. Presisi dapat menunjukkan seberapa dekat hasil pengukuran satu dengan yang lainnya. Pengukuran dengan presisi tinggi akan menghasilkan nilai dengan keterulangan yang tinggi (variasi rendah), sedangkan pengukuran dengan presisi rendah akan menghasilkan nilai yang bervariasi. *Random error* merupakan kesalahan yang menyebabkan perbedaan nilai secara berturut-turut dalam suatu pengukuran dan dapat mempengaruhi presisi.

Akurasi (ketepatan) adalah menentukan seberapa dekat hasil pengukuran yang diperoleh dengan nilai sebenarnya (*true value*) atau nilai yang dianggap benar (*accepted value*). Rendahnya nilai akurasi dapat disebabkan karena kerusakan alat atau kesalahan prosedur. Alat yang tidak dikalibrasi dengan baik dapat menyebabkan ketidakakuratan pengukuran meskipun memiliki presisi yang tinggi.



Gambar 2.1 Presisi dan akurasi diilustrasikan melalui sebuah target (<http://www.dnasoftware.com/wp-content/uploads/2015/07/targets.png>)

## ALAT

Penggaris, Erlenmeyer 250 mL, gelas ukur 100 mL, gelas kimia 50 mL, timbangan digital, timbangan manual, termometer, tabung reaksi.

## BAHAN

Akuades, air es, air panas, kertas A4, kertas F4

## CARA KERJA

### Pengukuran Panjang :

1. Siapkan kertas A4 dan F4.
2. Ukur panjang dan lebar kertas A4 maupun F4 menggunakan penggaris.
3. Tuliskan panjang dan lebar kertas.
4. Tentukan luas masing-masing kertas.

**Pengukuran volume :**

1. Ambil akuades 50 mL menggunakan erlenmeyer 50 mL.
2. Pindahkan air ke dalam gelas ukur 100 mL dengan hati-hati tanpa tertumpah.
3. Tuliskan volume pada data pengamatan (4).
4. Ambil akuades 40 mL menggunakan gelas kimia 50 mL.
5. Pindahkan air ke dalam gelas ukur 100 mL dengan hati-hati tanpa tertumpah.
6. Tuliskan volume pada data pengamatan (5).
7. Konversikan dalam bentuk L.

**Pengukuran massa :**

1. Ambil tabung reaksi.
2. Timbang menggunakan timbangan manual dan catat massanya.
3. Timbang kembali menggunakan timbangan digital dan catat massanya.
4. Konversikan nilai yang diperoleh ke dalam bentuk "g" atau "mg".
5. Ulang prosedur 1-4 pada Erlenmeyer 250 mL dan gelas kimia 50 mL.

**Pengukuran suhu :**

1. Siapkan 50 mL air pada suhu ruang, air es dan air panas.
2. Ukur suhu masing-masing sampel menggunakan termometer.
3. Tuliskan suhu sampel.
4. Konversikan dalam bentuk °F dan K.

$$^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5} ^{\circ}\text{C} = 32,0\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273,15$$

## DATA HASIL PENGAMATAN

### Pengukuran Panjang

- |    |                            |                       |
|----|----------------------------|-----------------------|
| 1. | Panjang (A4) _____ cm      | _____ mm              |
|    | Lebar (A4) _____ cm        | _____ mm              |
| 2. | Panjang (F4) _____ cm      | _____ mm              |
|    | Lebar (F4) _____ cm        | _____ mm              |
| 3. | Luas _____ cm <sup>2</sup> | _____ mm <sup>2</sup> |

(Tunjukkan hasil perhitungan)

### Pengukuran Volume

- |    |                                   |         |
|----|-----------------------------------|---------|
| 4. | Erlenmeyer _____ mL               | _____ L |
| 5. | Gelas kimia _____ mL              | _____ L |
| 6. | Kesalahan dalam pengukuran volume |         |
|    | a. Erlenmeyer _____ mL            | _____ % |
|    | b. Gelas kimia _____ mL           | _____ % |

$$\% \text{ Kesalahan} = \frac{\text{Kesalahan volume}}{\text{Total volume}} \times 100\%$$

### Pengukuran Massa

Objek	Timbangan manual		Timbangan digital	
	g	mg	g	mg
Tabung reaksi				
Erlenmeyer 250 mL				
Gelas kimia 50 mL				

### Pengukuran suhu

	°C	°F	K
Suhu ruang			
Air es			
Air panas			

**Hasil Pre-test Eksperimen 2**

**(tempel disini)**



**Hasil Post-test Eksperimen 2**

**(tempel disini)**

## EKSPERIMEN 3

### PENGENALAN ALAT GLAS DAN SIMBOL BAHAN KIMIA

#### A. TUJUAN

Percobaan ini bertujuan untuk mengenal dan memahami penggunaan alat serta mengetahui karakteristik bahan-bahan kimia yang ada di laboratorium.

#### B. DASAR TEORI

##### I. Pengenalan Alat

Peralatan laboratorium yang biasa digunakan di Laboratorium Kimia Dasar umumnya terdiri dari peralatan gelas yang sangat diperlukan sebagai sarana dan alat bantu untuk melakukan percobaan (sederhana). Beberapa peralatan yang umum digunakan di laboratorium adalah sebagai berikut.

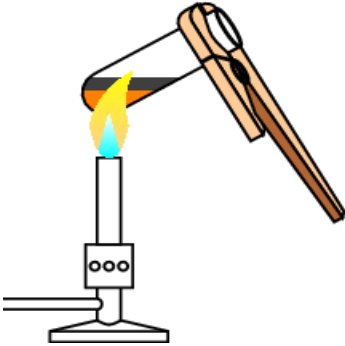
- **Gelas kimia** (*beaker glass*), memiliki berbagai ukuran yang ditulis pada bagian luar. Ukuran ini sesuai dengan kapasitas penampungannya. Gelas kimia digunakan untuk mengambil larutan, menyimpan sementara reagen, melarutkan dan memindahkan larutan.
- **Erlenmeyer** dapat digunakan untuk mengaduk cairan melalui pengocokan dan juga bisa digunakan untuk titrasi.
- **Gelas ukur** untuk mengukur volume cairan. Alat ini tidak untuk mengukur volume larutan secara teliti. Gelas ukur terdiri dari berbagai ukuran/kapasitas.
- **Pipet** untuk mengukur volume cairan yang diambil atau diperlukan. Ada tiga macam pipet yaitu (1) **pipet volume**, yang hanya bisa mengambil sejumlah volume (**dengan tepat**) cairan; (2) **pipet ukur**, yang bisa mengatur jumlah volume (**dengan teliti**) cairan, dan (3) **pipet tetes**, yang bisa mengambil sejumlah kecil cairan.
- **Tabung reaksi** digunakan untuk melakukan reaksi kimia dalam jumlah sedikit. Alat ini terbuat dari gelas dengan berbagai ukuran sesuai kapasitasnya.
- **Kaca arloji** terbuat dari gelas bening dengan berbagai ukuran diameternya. Alat ini digunakan untuk wadah menimbang zat-zat yang berbentuk padatan.
- **Corong** terbuat dari gelas dan digunakan untuk membantu memasukkan cairan ke dalam suatu wadah yang mulutnya sempit.
- **Cawan** terbuat dari porselen, memiliki berbagai ukuran/kapasitas. Cawan digunakan untuk menguapkan larutan.
- **Spatula** dengan berbagai ukuran dan terbuat dari stainless. Alat ini berfungsi untuk mengambil zat padat.
- **Kaca pengaduk** terbuat dari gelas yang digunakan untuk mengaduk larutan.
- **Penampang Kaki tiga** terbuat dari besi yang menyangga ring. Alat ini dilengkapi dengan kasa kawat dan digunakan untuk memanaskan.
- **Bola hisap** terbuat dari karet khusus yang dipasang pada bagian pangkal pipet volume/pipet ukur untuk mengambil dan memindahkan zat cair.

**CATATAN: Anda harus tahu kegunaannya dan tepat cara menggunakannya!**

### ➤ Cara Memanaskan Cairan/larutan

Anda harus sangat memahami segi keamanan yang meliputi tempat kerja, peralatan, zat, orang di sekitar dan tentu saja diri sendiri secara umum. Masalahnya bagaimana memanaskan cairan agar aman? Salah satu hal yang sejauh mungkin harus dihindari pada pemanasan cairan yaitu *bumping* (meledak tiba-tiba).

#### a) Cara memanaskan cairan dalam tabung reaksi



- 1 Jangan mengarahkan mulut tabung reaksi kepada teman atau diri sendiri.
- 2 Jepitlah tabung di dekat mulutnya.
- 3 Miringkan ke arah yang aman, panaskan sambil sesekali digoyang.
- 4 Goyang terus tabung reaksi beberapa saat setelah api di jauhkan /tidak dipanaskan lagi.

b) Memanaskan cairan dalam gelas kimia atau erlenmeyer harus menggunakan (i) batang pengaduk atau (ii) batu didih. Untuk erlenmeyer, bisa dilakukan dengan cara memanaskan langsung di atas api (untuk pelarut yang tidak mudah terbakar) sambil cairannya digoyangkan, sekali-kali diangkat apabila sudah akan mendidih.

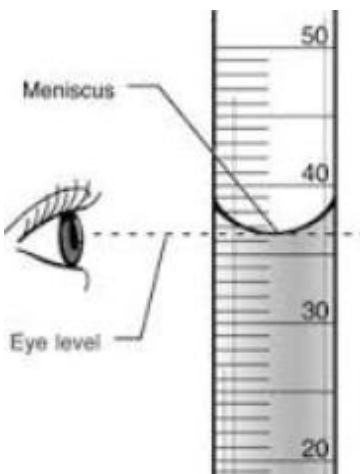


(i)



(ii)

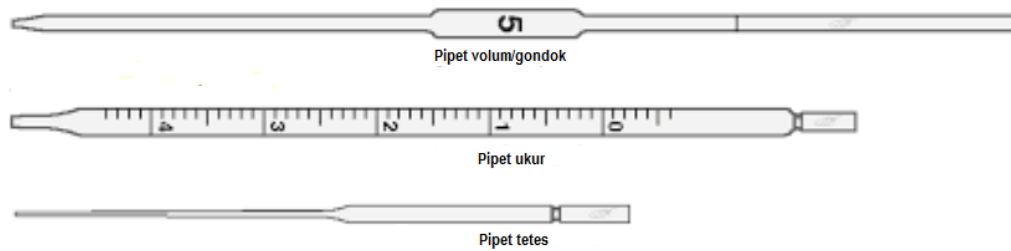
### ➤ Cara Membaca Volume



Gelas ukur atau labu ukur adalah alat untuk mengukur jumlah cairan yang terdapat didalamnya. Oleh karena itu, skala 0 (dalam milliliter, mL) akan terletak di bagian bawah. Masukkan jumlah zat cair yang akan diukur volumenya, lalu tepatkan dengan pipet tetes sampai skala yang diinginkan.

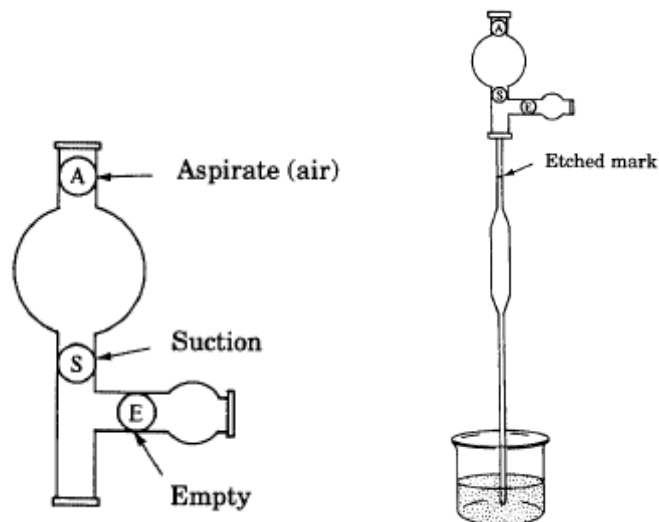
Yang terpenting adalah cara membaca skala. Skala harus dibaca tepat pada garis singgung dengan bagian bawah miniskus cairan. Miniskus adalah garis lengkung (untuk air akan cekung) permukaan cairan karena adanya gaya adhesi atau kohesi zat cair dengan gelas. Pembacaan skala miniskus harus sejajar dengan posisi mata. Contoh gambar, yang dibaca adalah 36,6 mL dan **bukan** 39,0 mL.

Pipet adalah peralatan untuk memindahkan sejumlah tertentu zat cair dari satu tempat ke tempat lain. Secara umum ada 3 jenis pipet yaitu pipet tetes (*dropping pipette*), pipet volume (*volumetric pipette*), dan pipet ukur (*measuring pipette*).



**Pipet tetes** digunakan untuk memindahkan sejumlah tertentu dimana volumenya tidak diukur. Untuk pengambilan cairan digunakan karet. Perbedaan pipet tetes ditentukan oleh ujung pipet ada yang runcing atau panjang (kapiler) dan ada yang besar (biasa). **Pipet volume** atau disebut juga pipet gondok, ukurannya tertera di permukaan gelas, digunakan untuk memindahkan volume tertentu (dengan tepat) cairan. **Pipet ukur** digunakan untuk memindahkan sejumlah tertentu volume (dengan teliti) cairan. Sesuai dengan namanya, pipet ini mempunyai skala ukuran dimana skala 0 terdapat di bagian atas.

**Bola hisap** dipasang di bagian pangkal pipet volume/ pipet ukur untuk memindahkan sejumlah tertentu zat cair. Terdapat tiga titik di bola hisap dengan simbol huruf **A**, **S** dan **E** dengan fungsi yang berbeda. Titik **A (Aspirate)** ditekan untuk mengeluarkan udara dalam bola hisap. Titik **S (Suction)** ditekan ketika ujung pipet volume/ pipet ukur telah masuk ke dalam wadah berisi zat cair, berfungsi untuk menghisap/mengambil zat cair tersebut dengan jumlah tertentu. Titik **E (Empty)** digunakan untuk mengeluarkan zat cair dalam pipet volume/pipet ukur dengan jumlah tertentu.



### ➤ Cara Menggunakan Neraca

Neraca atau timbangan adalah alat untuk mengukur massa atau berat. Jenis neraca pada umumnya ditentukan oleh sensitifitas dan ketelitian penimbangan, neraca teknis 0,01 s/d 0,001 gram, sedangkan neraca analitis <0,0001 gram. Secara teknis, neraca dibagi dua macam yaitu *triple-beam balance* (ayunan) dan *top-leader balance* (torsion), dan pembacaannya secara elektrik atau digital. Penggunaan timbangan digital adalah sebagai berikut :

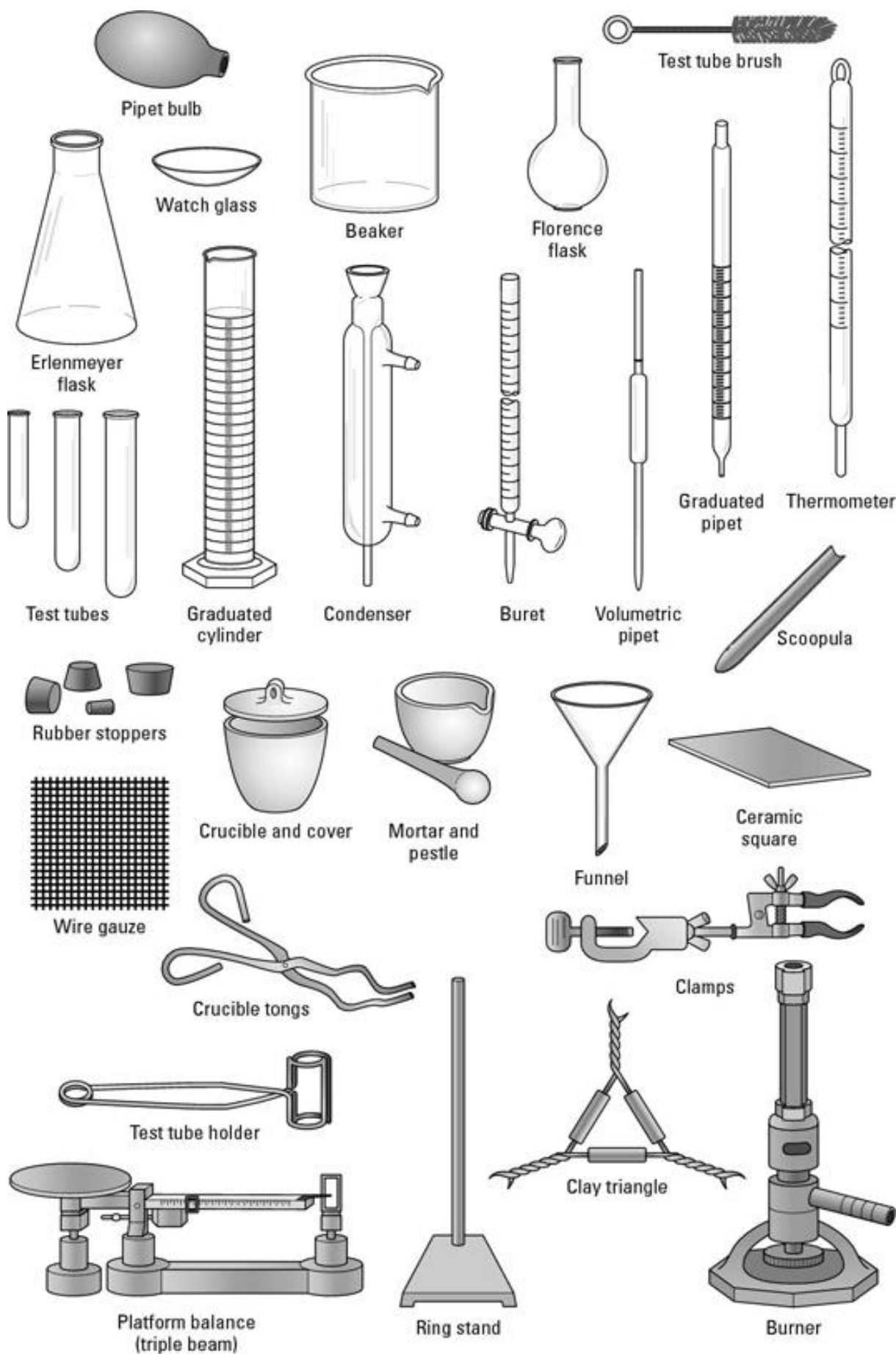
- Siapkan neraca dan pastikan permukaan neraca bersih dari kotoran
- Letakkan objek yang ditimbang di bagian tengah neraca

- c) Tunggu sampai neraca menunjukkan angka yang stabil (tetap/tidak berubah, perubahan digit terakhir masih diperbolehkan)
- d) Bersihkan neraca setelah selesai pemakaian

**Harap diperhatikan!!!**

**Timbangan tidak boleh di nol-kan saat timbangan ada beban. Di-nol-kan hanya saat timbangan tidak ada beban (dalam keadaan belum menimbang).**

# Peralatan Umum Laboratorium Kimia Dasar



## II. Pengenalan Bahan Kimia

Bahan kimia merupakan suatu zat atau senyawa yang berdasarkan fasanya dapat berwujud padat, cair atau gas. Bahan ini memiliki berbagai karakteristik bahaya. Oleh karena itu, perlu dilakukan pelabelan menggunakan simbol-simbol tertentu. Kemasan bahan kimia dapat mengandung satu atau lebih simbol bahaya. Namun demikian, kemasan tanpa simbol bahaya bukan berarti bahwa bahan kimia tersebut aman dan bebas bahaya. Perlu berhati-hati dalam penanganan setiap bahan kimia.

### 1) Bahan eksplosif



Simbol tersebut menunjukkan bahwa bahan tersebut mudah meledak pada kondisi tertentu, seperti adanya gesekan, panas, guncangan dan percikan api.

Contoh: TNT (2,4,6-trinitrotoluena)

### 2) Bahan pengoksidasi



Bahan pengoksidasi (*oxidizing*) biasanya tidak mudah terbakar tetapi apabila kontak dengan bahan mudah terbakar atau bahan sangat mudah terbakar dapat meningkatkan resiko kebakaran secara signifikan.

Contoh: asam nitrat, hidrogen peroksida

### 3) Bahan beracun



Bahan beracun (*acute toxicity*) dapat menyebabkan kerusakan kesehatan akut atau kronis bahkan kematian pada konsentrasi yang rendah.

Contoh: metanol, benzena, kalium sianida

### 4) Bahan berbahaya



Bahan kimia ini memiliki resiko merusak kesehatan sedang jika masuk ke dalam tubuh melalui pernapasan, mulut atau kontak dengan kulit. Bahan ini dapat menyebabkan iritasi, luka bakar pada kulit, dan mengganggu sistem pernapasan apabila terhirup.

Contoh: NaOH, fenol, etilen glikol

### 5) Bahan berbahaya bagi lingkungan



Bahan dengan simbol ini bersifat berbahaya bagi satu atau beberapa komponen dalam lingkungan hidup (air, tanah, udara, tanaman, mikroorganisme) dan menyebabkan gangguan ekologi.

Contoh: AgNO<sub>3</sub>, HgCl<sub>2</sub>

**6) Bahan mudah terbakar**



Bahan ini memiliki titik nyala yang rendah dan mudah terbakar dengan api bunsen, permukaan logam panas, atau percikan api. Bahan sangat mudah terbakar berupa gas dengan udara membentuk suatu campuran bersifat mudah meledak di bawah kondisi normal.

Contoh: dietil eter, propana, aseton

**7) Bahan pengkorosi**



Bahan ini bersifat korosif yaitu dapat merusak jaringan hidup (tubuh) dan bahan-bahan lain. Hindari kontak dengan kulit, mata, pakaian dan jangan menghirupnya.

Contoh: asam sulfat, natrium hidroksida



**Hasil Pre-test Eksperimen 3**

**(tempel disini)**

**Hasil Post-test Eksperimen 3**

**(tempel disini)**

## EKSPERIMEN 4

### PENENTUAN ENTALPI REAKSI

#### A. TUJUAN

1. Memahami konsep pertukaran panas reaksi yang terjadi dalam larutan dan pelarut
2. Memahami penggunaan kapasitas panas air untuk menentukan panas yang terserap atau dilepaskan selama reaksi terjadi
3. Mempelajari penggunaan panas pembentukan standar untuk menghitung panas standar reaksi

#### B. DASAR TEORI

Perubahan kimia dan fisika biasanya melibatkan penyerapan dan pelepasan panas. Suatu reaksi dimana terjadi penyerapan massa maka disebut dengan endotermis dan nilai panas lebih besar dari 0 ( $q > 0$ ) atau bertanda positif, sedangkan jika reaksi melepaskan panas maka disebut eksotermis dan nilai  $q < 0$  atau negatif.

Salah satu jenis panas reaksi yang digunakan untuk mengukur adalah entalpi pembentukan standar suatu substansi  $\Delta H_f^\circ$  yang merupakan entalpi pembentukan satu mol substansi dari unsur-unsurnya pada kondisi standar. Keadaan standar merupakan keadaan dimana suhunya adalah  $25^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm.

Suatu reaksi :



Perubahan entalpi reaksi standar untuk reaksi 1 adalah :

$$\Delta H^\circ_{\text{reak}} = \sum n\Delta H_f^\circ p - \sum n\Delta H_f^\circ r$$

#### Perhitungan nilai $\Delta H_1$

Dengan mengasumsikan bahwa semua panas yang dilepaskan oleh reaksi adalah panas yang diserap oleh larutan HCl dan kalorimeter. Asumsikan bahwa densitas dan panas jenis larutan 1 M HCl adalah sama dengan air murni. Dengan densitasnya 1 g/mL dan panas jenisnya  $4,184 \text{ J/g } ^\circ\text{C}$ . Hitunglah nilai  $q$  dalam kJ untuk sejumlah logam magnesium yang digunakan dalam eksperimen, selanjutnya hitunglah  $\Delta H_1$  untuk satu mol Mg.

$$0 = q_1 + q_{\text{HCl}} + q_{\text{cal}} \quad \text{atau} \quad q_1 = -[(m c \Delta T)_{\text{HCl}} + (C_{\text{cal}} \Delta T_{\text{cal}})]$$

#### C. ALAT DAN BAHAN

Alat :

1. Kalorimeter
2. Beaker glass
3. Termometer

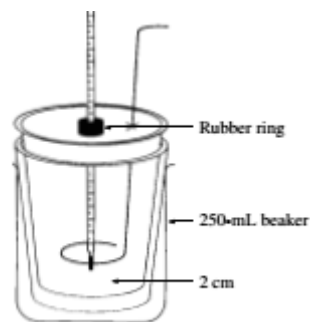
Bahan :

1. Aquades
2. Pita Magnesium
3. HCl

#### D. CARA KERJA

##### I. Penentuan kapasitas panas kalorimeter

1. Rangkai kalorimeter sebagaimana gambar 1.1.



Gambar 1.1 Kalorimeter

2. Asumsikan massa jenis air pada percobaan ini adalah 1,00 g/mL. Masukkan sebanyak 50,0 mL aquades dingin ke dalam bak kalorimeter dengan menggunakan pipet volume. Tentukan massanya (1). Tutup bak kalorimeter dan aduk secara perlahan. Aduk aquades selama 5 menit, amati suhu selama waktu tersebut. Catatlah suhu dengan interval waktu 1 menit. Pada saat sistem mencapai kesetimbangan, catatlah suhunya (3).
3. Masukkan sebanyak 50 mL aquades dengan pipet volume ke dalam beaker glass yang kering dan bersih. Tentukan massanya (2). Panaskan air tersebut secara perlahan hingga suhunya 70°C, aduk secara perlahan beberapa saat dan catatlah suhunya (4). Campurkan aquades tersebut ke dalam kalorimeter hingga tercapai kesetimbangan.
4. Tutup kembali kalorimeter. Amati suhunya selama 5 menit dan catatlah suhunya setiap 30 detik selama 5 menit tersebut. Plotkan fungsi suhu dan waktu sebagaimana gambar 1.3. tentukan suhu maksimum. Dari data yang kamu dapatkan tentukan kapasitas panas kalorimeternya .

## II. Penentuan Entalpi Reaksi Magnesium dalam larutan

1. Timbanglah beaker glass yang akan ditaruh dalam kalorimeter. Catatlah massanya (1).
2. Ambillah sebanyak 75 mL HCl 1 M dengan gelas ukur dan masukkan dalam beaker glass pada langkah 1. Kemudian timbanglah (2). Hitung massa asam klorida dengan cara mengurangi massa beaker glass pada langkah sebelumnya (3).
3. Dengan menggunakan amplas, bersihkan 15 cm pita magnesium sampai mengkilap. Bentuklah pita tersebut hingga berbentuk pola zig-zag. Perkirakan potongan pita tersebut akan terendam dalam asam klorida. Timbanglah pita magnesium tersebut (3).
4. Rangkai kalorimeter sebagaimana gambar 1.
5. Catatlah suhu asam klorida dalam beaker glass yang ada dalam kalorimeter sebelum ditambahkan pita magnesium sebagai  $T_i$  (6).
6. Tambahkan pita magnesium dan aduklah dengan stirrer dengan kecepatan sedang agar tidak terjadi cipratan sampai suhu konstan.
7. Ukur suhunya dan catat sebagai suhu  $T_f$  (7).
8. Lakukan perhitungan pada lembar data.
9. Bersihkan dengan mengosongkan kalorimeter dan buanglah limbahnya ke dalam wadah yang ditentukan. Bilas beaker glass, batang pengaduk dan probe termometer dan keringkan.

**DATA HASIL PENGAMATAN****I. Penentuan kapasitas panas kalorimeter**

No	Perlakuan	Pengulangan	
		I	II
<b>Penentuan kapasitas kalorimeter</b>			
1.	Massa air dingin (50 mL x 1 gr/mL)	g	g
2.	Massa air panas (50 mL x 1 gr/mL)	g	g
3.	Suhu saat kesetimbangan tercapai : air dingin dan kalorimeter	°C	°C
4.	Suhu air panas	°C	°C
5.	Suhu maksimum dari grafik	°C	°C
6.	$\Delta T$ air dingin dan kalorimeter (5)-(3)	°C	°C
7.	$\Delta T$ air panas (5) – (4)	°C	°C
8.	Panas yang hilang oleh air panas (2) x 1 cal/°Cg x (7)	Cal	Cal
9.	Panas yang diserap oleh air dingin dan kalorimeter - (8)	Kal	Kal
10.	Panas yang diserap oleh air dingin (1) x 1 cal/°Cg x (6)	Kal	Kal
11.	Panas yang diserap oleh kalorimeter (9) – (10)	Kal	Kal
12.	Kapasitas panas kalorimeter (11)/(6)	Kal/°C	Kal/°C

**II. Penentuan Entalpi Reaksi Magnesium dalam larutan**

No	Pengamatan	Hasil
1.	Massa beaker glass	g
2.	Massa beaker glass dan asam klorida	g
3.	Massa asam klorida	g
4.	Massa pita magnesium	g
5.	Kapasitas panas calorimeter	g
6.	Temperatur awal, $T_i$	J/°C
7.	Temperatur akhir, $T_f$	°C
8.	Perubahan temperature	°C

9.	Perubahan panas kalorimeter, Qcal	J
10.	Perubahan panas reaksi, q reak = -q cal	J
11.	Mol Mg reaksi	mol
12.	Panas reaksi per mol Mg	Kj/mol
13.	Persen error dalam percobaan ini :  (hasil eksperimen – nilai teoritis )/ (nilai teoritis) x 100%	% error

**Skema Kerja Eksperimen 4**

**(tempel disini)**

**Hasil Pre-test Eksperimen 4**

**(tempel disini)**



## Pembahasan & Perhitungan Eksperimen 4

### PERTANYAAN :

1. Berdasarkan penyerapan dan pelepasan panasnya, reaksi pada percobaan tersebut adalah reaksi :
2. Tuliskan persamaan termokimianya !

## Kesimpulan Eksperimen 4

## EKSPERIMEN 5

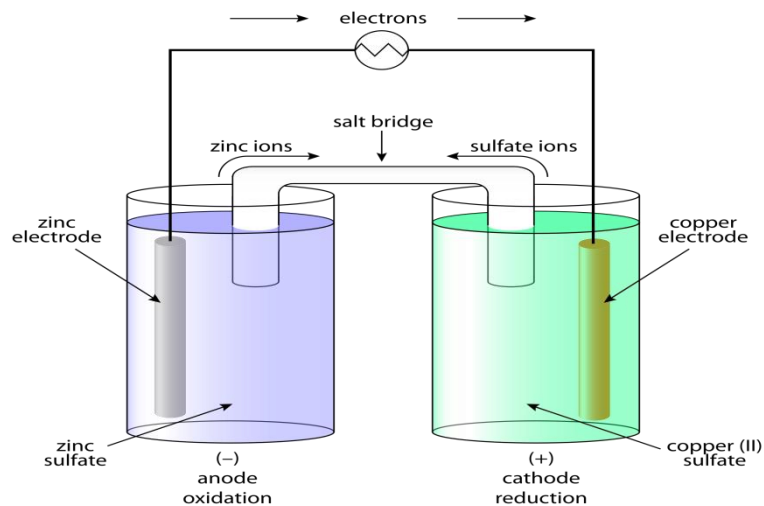
### SEL GALVANI

#### A. TUJUAN

Memahami dan mempraktekkan proses reaksi reduksi oksidasi.

#### B. DASAR TEORI

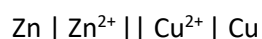
Sel galvani atau sel volta adalah sel elektrokimia yang melibatkan reaksi reduksi oksidasi dan menghasilkan arus listrik. Sel galvani terdiri atas elektroda (logam seng dan tembaga), larutan elektrolit ( $\text{ZnSO}_4$  dan  $\text{CuSO}_4$ ), dan jembatan garam (agar-agar yang mengandung  $\text{KCl}$ ). Logam seng dan tembaga bertindak sebagai elektroda. Keduanya dihubungkan melalui sebuah voltmeter. Menurut M. Faraday, elektroda tempat berlangsungnya oksidasi disebut Anoda (elektroda negatif), sedangkan elektroda tempat berlangsungnya reduksi disebut Katoda (elektroda positif).



Gambar. Sel Galvani

Seperti pada gambar, lembaran tembaga dimasukkan sebagian ke dalam larutan  $\text{CuSO}_4$  dan sebuah lembaran  $\text{Zn}$  dalam larutan  $\text{ZnSO}_4$ . Kedua lembaran logam dihubungkan ke voltmeter/ampermeter, sebuah alat yang mengukur arah dan magnitude arus listrik yang melaluinya. Kedua larutan dihubungkan dengan jembatan garam dan ujung jembatan ditutup dengan penyumbat berpori yang menghindarkan kedua larutan bercampur tetapi memungkinkan ion lewat.

Pada saat  $\text{Zn}$  dioksidasi disisi kiri, ion  $\text{Zn}^{2+}$  masuk ke larutan. Elektron yang dilepaskan pada reaksi melewati rangkaian luar dari sisi ke kanan, seperti digambarkan oleh perubahan jarum ampermeter. Elektron masuk ke lembaran tembaga dan pada antar muka logam-larutan, elektron diikat oleh  $\text{Cu}^{2+}$  sebagai atom yang melapisi pada permukaan tembaga. Proses ini akan menyebabkan kenaikan muatan positif dalam beaker gelas sebelah kiri dan akan menurunkan muatan di beaker gelas sebelah kanan, tetapi tidak untuk jembatan garam. Jembatan garam memungkinkan aliran netto ion positif ke beaker gelas sebelah kanan dan ion negatif ke beaker gelas sebelah kiri, yang menjaga netralitas muatan di setiap sisi. Secara skematis, sel galvani seng-tembaga ditunjukkan sebagai berikut :



### C. ALAT DAN BAHAN

#### Alat :

1. Beaker gelas 50 ml 2 buah
2. Lempeng Zn
3. Lempeng Cu
4. Penjepit kecil 2 buah
5. Voltmeter
6. Jembatan garam

#### Bahan:

1. Larutan  $\text{ZnSO}_4$  1 M; 0,5 M
2. Larutan  $\text{CuSO}_4$  1 M; 0,5 M
3. Agar-agar
4. KCl
5. Aquades

### D. CARA KERJA

1. Buatlah jembatan garam menurut langkah-langkah berikut :  
Larutkan 1 gram agar-agar dengan 10 mL aquades, kemudian didihkan dan tambahkan 1 gram KCl. Selanjutnya masukkan larutan garam tersebut dalam selang plastik yang dilengkungkan, sumbat ujung-ujungnya dengan kapas dan dinginkan dalam kulkas hingga agak mengeras
2. Masukkan lempeng Zn dalam beaker gelas A yang berisi larutan  $\text{ZnSO}_4$
3. Masukkan lempeng Cu dalam beaker gelas B yang berisi larutan  $\text{CuSO}_4$
4. Rangkailah alat dan bahan seperti gambar, tetapi tanpa menggunakan jembatan garam, kemudian ukur tegangan masing-masing lempeng. Dapatkah anda menentukan anoda dan katodanya?
5. Sekarang hubungkan beaker gelas A dan B dengan jembatan garam dan rangkailah alat dan bahan seperti gambar, kemudian ukur tegangan masing-masing lempeng dan tentukan manakah anoda dan katodanya
6. Amati dan catat perubahan masing-masing lempeng, bandingkan dengan lempeng yang belum terpakai!
7. Apakah yang anda simpulkan?
8. Ulangi langkah 1-6 dengan menggunakan larutan  $\text{ZnSO}_4$  dan  $\text{CuSO}_4$  0,5 M

## DATA HASIL PENGAMATAN

### A. Menggunakan Larutan $ZnSO_4$ dan $CuSO_4$ 1 M

No	Pengamatan	Keterangan
1	Jenis Sel	
2	Katoda (Voltase +)	
3	Anoda (Voltase -)	
4	Larutan elektrolit pada anoda	
5	Larutan elektrolit pada katoda	
6	Larutan garam	
7	Voltase rangkaian sebelum menggunakan jembatan garam	
8	Voltase rangkaian setelah menggunakan jembatan garam	
9	Perubahan pada lempeng Cu	
10	Perubahan pada lempeng Zn	

### B. Menggunakan Larutan $ZnSO_4$ dan $CuSO_4$ 0,5 M

No	Pengamatan	Keterangan
1	Jenis Sel	
2	Katoda (Voltase +)	
3	Anoda (Voltase -)	
4	Larutan elektrolit pada anoda	
5	Larutan elektrolit pada katoda	
6	Larutan garam	
7	Voltase rangkaian sebelum menggunakan jembatan garam	
8	Voltase rangkaian setelah menggunakan jembatan garam	
9	Perubahan pada lempeng Cu	
10	Perubahan pada lempeng Zn	

**Skema Kerja Eksperimen 5**

**(tempel disini)**

**Hasil Pre-test Eksperimen 5**

**(tempel disini)**

## Pembahasan & Perhitungan Eksperimen 5

### PERTANYAAN :

1. Bandingkan bagaimana nilai tegangan jika menggunakan larutan  $ZnSO_4$  dan  $CuSO_4$  dengan konsentrasi yang berbeda!
2. Berfungsi sebagai apakah lempeng Cu?
3. Bagaimana reaksi yang terjadi pada Cu?
4. Berfungsi sebagai apakah lempeng Zn?
5. Bagaimana reaksi yang terjadi pada Zn?
6. Jelaskan fungsi jembatan garam, dan mengapa diperlukan sumbat berpori pada ujung-ujung jembatan garam?
7. Apakah yang terjadi jika sel tersebut tidak menggunakan jembatan garam? Apakah terbentuk arus listrik atau tidak?
8. Jika larutan yang digunakan diganti dengan larutan nonelektrolit, apakah reaksi redoks dapat terjadi dalam sel volta? Apakah sel tersebut dapat menghasilkan arus listrik? Mengapa?



9. Jika larutan yang digunakan sama tetapi berbeda konsentrasi, apakah akan menghasilkan nilai tegangan yang sama? Jelaskan!
  
10. Jika rangkaian tidak dihubungkan dengan kabel listrik, dapatkah reaksi elektrokimia pada sel galvani berlangsung? Jelaskan fungsi rangkaian tersebut!
  
11. Apakah yang menyebabkan sel galvani dapat mengalirkan arus listrik?

## Kesimpulan Eksperimen 5

## EKSPERIMEN 6

### ELEKTROLISIS LARUTAN NaCl

#### A. TUJUAN

Mengamati yang terjadi di katoda dan di anoda pada elektrolisis larutan NaCl.

#### B. DASAR TEORI

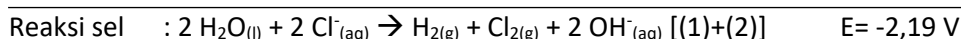
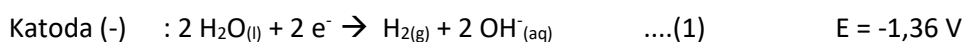
Reaksi kimia yang terjadi pada elektroda selama terjadinya konduksi listrik disebut **elektrolisis** dan alat yang digunakan untuk reaksi ini disebut **sel elektrolisis**. Reaksi kimia yang terjadi dalam sel elektrolisis disebut **reaksi sel**. Contoh aplikasi sel elektrolisis seperti penyepuhan, pemurnian logam, dan penyetruman accu/aki. Dalam sel elektrolisis, listrik digunakan untuk melangsungkan reaksi redoks tak spontan. Sel elektrolisis terdiri dari sebuah elektroda, elektrolit, dan sumber arus searah. Elektron memasuki sel elektrolisis melalui kutub negatif (katoda). Spesi tertentu dalam larutan menyerap elektron dari katoda dan mengalami reduksi. Sedangkan spesi lain melepaskan elektron di anoda dan mengalami oksidasi.

Beberapa pengertian yang terdapat pada sel elektrolisis, sebagai berikut :

1. **Anoda (elektroda negatif)** adalah elektroda tempat terjadinya reaksi oksidasi.
2. **Katoda (elektroda positif)** adalah elektroda tempat terjadinya reaksi reduksi.
3. **Kation** adalah ion yang kekurangan elektron. Karena Kation bergerak menuju elektroda negatif dan terjadi reaksi pengikatan elektron atau reaksi reduksi.
4. **Anion** adalah ion yang kelebihan elektron. Karena Anion bergerak menuju elektroda positif dan melepaskan elektronnya terjadi reaksi reduksi.
5. Pada setiap reaksi redoks jumlah elektron yang diterima sama dengan jumlah elektron yang hilang.

Dalam elektrolisis larutan NaCl terjadi kompetisi di anoda antara oksidasi ion klorida dengan oksidasi air. Pada **katoda**, terjadi suatu persaingan antara air dengan ion  $\text{Na}^+$ . Dan berdasarkan **Tabel Potensial Standar Reduksi**, air memiliki  $E^{\circ}_{\text{red}}$  yang lebih besar dibandingkan ion  $\text{Na}^+$ . Ini berarti, air lebih mudah tereduksi dibandingkan ion  $\text{Na}^+$ . Oleh sebab itu, spesi yang bereaksi di katoda adalah air. Sementara, berdasarkan **Tabel Potensial Standar Reduksi**, nilai  $E^{\circ}_{\text{red}}$  ion  $\text{Cl}^-$  dan air hampir sama. Oleh karena oksidasi air memerlukan potensial tambahan (*overvoltage*), maka oksidasi ion  $\text{Cl}^-$  lebih mudah dibandingkan oksidasi air. Oleh sebab itu, spesi yang bereaksi di **anoda** adalah ion  $\text{Cl}^-$ .

Jadi, reaksi yang terjadi pada **elektrolisis larutan garam NaCl** adalah sebagai berikut :



Reaksi **elektrolisis larutan garam NaCl** menghasilkan gelembung gas  $\text{H}_2$  dan ion  $\text{OH}^-$  (basa) di katoda serta gelembung gas  $\text{Cl}_2$  di anoda. Terbentuknya ion  $\text{OH}^-$  pada katoda dapat dibuktikan dengan perubahan warna larutan dari bening menjadi merah muda setelah diberi sejumlah indikator fenolftalein (pp).

### **C. ALAT DAN BAHAN**

#### **Alat:**

1. Tabung U
2. Kabel dan jepit
3. Adaptor
4. Pipet Tetes
5. Elektroda C
6. Beaker Gelas
7. Klem

#### **Bahan:**

1. Larutan Indikator Fenolftalein
2. Larutan NaCl 0,5 M

### **D. CARA KERJA**

1. Pasanglah pipa U di statif dan kedua lubang diberikan elektroda karbon yang sudah dirangkai dengan kabel yang dihubungkan dengan adaptor.
2. Lalu masukkan larutan NaCl pada gelas beaker, tuangkan ke dalam tabung U.
3. Kemudian tambahkan 3 tetes indikator fenolftalein ke dalam masing-masing lubang pipa U.
4. Setelah itu, tutup kedua lubang dengan menggunakan kapas.
5. Elektrolisis kedua larutan itu sampai terlihat suatu perubahan pada sekitar kedua elektrolit.

**DATA HASIL PENGAMATAN**

<b>No.</b>	<b>Perlakuan</b>	<b>Hasil Pengamatan</b>

**Skema Kerja Eksperimen 6**

**(tempel disini)**

**Hasil Pre-test Eksperimen 6**

**(tempel disini)**

## Pembahasan & Perhitungan Eksperimen 6

### PERTANYAAN :

1. Sebutkan manakah yang bereaksi; elektroda, larutan, ataukah pelarutnya?
2. Jelaskan pertanda apakah terbentuknya gelembung?
3. Dimanakah terbentuknya gelembung, apakah pada anoda ataukah katoda?
4. Tuliskan reaksi yang terjadi pada katoda!
5. Tuliskan reaksi yang terjadi pada anoda!
6. Tuliskan reaksi lengkap elektrolisis!



## Kesimpulan Eksperimen 6

## EKSPERIMEN 7

### LARUTAN ELEKTROLIT

#### A. TUJUAN PERCOBAAN

- 1) Untuk membandingkan kelarutan beberapa senyawa polar dan nonpolar
- 2) Untuk mengamati dan menggolongkan sampel sebagai elektrolit kuat, lemah, atau nonelektrolit.

#### B. DASAR TEORI

Sifat fisik penting dari zat adalah kelarutan atau kemampuannya untuk larut dalam berbagai pelarut. Air merupakan pelarut yang sangat baik dengan kemampuan untuk melarutkan berbagai senyawa kimia karena sifatnya yang sangat polar. Senyawa polar cenderung larut dalam pelarut polar, dan senyawa nonpolar cenderung larut dalam pelarut nonpolar. Senyawa nonpolar larut dalam pelarut nonpolar karena mereka memiliki kekuatan antarmolekul yang dinamakan gaya London, yaitu kekuatan sementara yang diakibatkan oleh daya tarik inti positif satu molekul terhadap awan elektron molekul terdekat, membentuk dipol sementara.

Senyawa yang larut dalam air diklasifikasikan sebagai elektrolit atau nonelektrolit. Elektrolit adalah senyawa yang menghantarkan listrik ketika dilarutkan dalam air karena menghasilkan ion. Senyawa elektrolit yang menghasilkan sejumlah besar ion dalam larutan (asam kuat, basa kuat, dan garam larut air) sehingga dapat menghantarkan listrik dengan baik diklasifikasikan sebagai elektrolit kuat. Senyawa yang menghasilkan sejumlah kecil ion, didominasi oleh larutan asam lemah dan basa lemah, dan bersifat lemah dalam menghantarkan listrik disebut sebagai elektrolit lemah. Sedangkan zat yang tidak menghantarkan listrik saat dilarutkan dalam air tidak menghasilkan ion, disebut sebagai nonelektrolit.

#### C. ALAT DAN BAHAN

##### Alat

Konduktivimeter, batang pengaduk, botol semprot, tabung reaksi, pipet tetes, gelas kimia 50 mL.

##### Bahan

Urea, etanol, sukrosa, naftalena, n-heksana, ammonium klorida, natrium sulfat, kalsium klorida, asam asetat glasial, NaCl, akuades, NaOH, kalsium sulfat.

#### D. CARA KERJA

##### I. Menentukan Sifat Polar Dan Nonpolar Beberapa Senyawa

1. Amati penampilan fisik masing-masing senyawa berikut (catat pengamatan Anda) yaitu urea ( $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ ), etanol, sukrosa, dan naftalena.
2. Tambahkan 0,05 g setiap senyawa padat/5-6 tetes setiap senyawa cair lalu ditambah 2 mL air dalam tabung reaksi dan kocok untuk mencampur zat. Tentukan kelarutan air senyawa.
3. Ulangi langkah 1 dan 2 menggunakan n-heksana.
4. Manakah dari senyawa yang tercantum dalam Langkah 1 adalah polar; yang mana nonpolar; yang bersifat ionik?
5. Senyawa mana yang dapat berikatan hidrogen dengan air : etanol, sukrosa dan urea? Sebutkan alasan mengapa masing-masing senyawa membentuk atau tidak membentuk ikatan hidrogen dengan air. Apa pengaruh ikatan hidrogen terhadap kelarutan masing-masing senyawa dalam air dan dalam n-heksana?

## II. Menentukan Kelarutan Beberapa Senyawa Ionik di dalam Air

1. Tentukan kelarutan air masing-masing senyawa berikut: Amonium klorida ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ), Natrium sulfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), Kalsium klorida, ( $\text{CaCl}_2$ ), dan Kalsium sulfat, ( $\text{CaSO}_4$ ).
2. Tambahkan 0,05 g setiap senyawa lalu ditambah 2 mL air dalam tabung reaksi dan kocok untuk mencampur.
3. Catat setiap kecenderungan kelarutan dari empat senyawa yang ditentukan pada Langkah 1. Berikan penjelasan untuk pengamatan Anda.

## III. Menentukan Konduktivitas Listrik Beberapa Larutan

1. Tambahkan 20 mL salah satu larutan ke dalam gelas ukur :
  - a. distilled water
  - b. etanol
  - c. asam asetat glasial
  - d. 0,1 M NaCl
  - e. 0,1 asam asetat
  - f. 0,1 NaOH
  - g. 0.1 M kalsium sulfat
2. Masukkan elektroda detektor konduktivitas ke dalam larutan. Catat pengamatan Anda!
3. Bilas elektroda dengan akuades.
4. Ulangi Langkah 2-3 untuk setiap larutan pada Langkah 1
5. Bandingkan konduktivitas listrik natrium klorida ( $\text{NaCl}$ ), kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4$ ), dan air suling.
6. Bandingkan konduktivitas listrik dari asam asetat glasial ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ , 99,9%), asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) 0,1 M dan air suling.
7. Bandingkan konduktivitas listrik asam asetat 0,1 M, HCl 0,1 M, dan akuades.
8. Bandingkan konduktivitas listrik dari 0,1 M natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ), dan akuades.

## DATA HASIL PENGAMATAN

### 1) Menentukan Sifat Polar Dan Non Polar Beberapa Senyawa

a. Sifat fisik masing-masing senyawa berikut :

Urea ( $\text{NH}_2$ )<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Ethanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH)

Sukrosa

Naftalena

---

Senyawa	Kelarutan dalam air	Kelarutan dalam n-heksana	Polar/ nonpolar
---------	---------------------	---------------------------	-----------------

---

b. Jelaskan alasan hasil pengamatan kelarutan senyawa dalam air dan heksan senyawa di atas!

c. Manakah dari senyawa yang tercantum dalam Langkah 1 adalah polar; yang mana nonpolar; yang mana bersifat ionik?

d. Senyawa mana yang dapat berikatan hidrogen dengan air: etanol, sukrosa dan urea? Sebutkan alasan mengapa masing-masing senyawa membentuk atau tidak membentuk ikatan hidrogen dengan air. Apa pengaruh ikatan hidrogen terhadap kelarutan masing-masing senyawa dalam air? dan dalam heksana?

### 2) Menentukan Kelarutan Beberapa Senyawa Ionik di dalam Air

a. Kelarutan Senyawa Ionik

---

Senyawa	Kelarutan dalam air	Senyawa ionik atau non ionik
---------	---------------------	------------------------------

---

b. Jelaskan alasan kelarutan senyawa di atas!

### 3) Menentukan Konduktivitas Listrik Beberapa Larutan

a. Konduktivitas beberapa Larutan

Senyawa	Tes Konduktivitas	Kuat/Lemah/Non-elektrolit
---------	-------------------	---------------------------

b. Jelaskan hasil perbandingan konduktivitas listrik natrium klorida (NaCl), kalsium sulfat (CaSO<sub>4</sub>), dan air suling.

c. Jelaskan hasil perbandingan konduktivitas listrik dari asam asetat glasial (CH<sub>3</sub>COOH, 99,9%), asam asetat (CH<sub>3</sub>COOH) 0,1 M dan akuades.

d. Jelaskan hasil perbandingan konduktivitas listrik asam asetat 0,1 M, HCl 0,1 M, dan akuades.

e. Bandingkan konduktivitas listrik dari 0,1 M natrium hidroksida (NaOH), dan akuades.

**Skema Kerja Eksperimen 7**

**(tempel disini)**

**Hasil Pre-test Eksperimen 7**

**(tempel disini)**





## Kesimpulan Eksperimen 7

## EKSPERIMEN 8

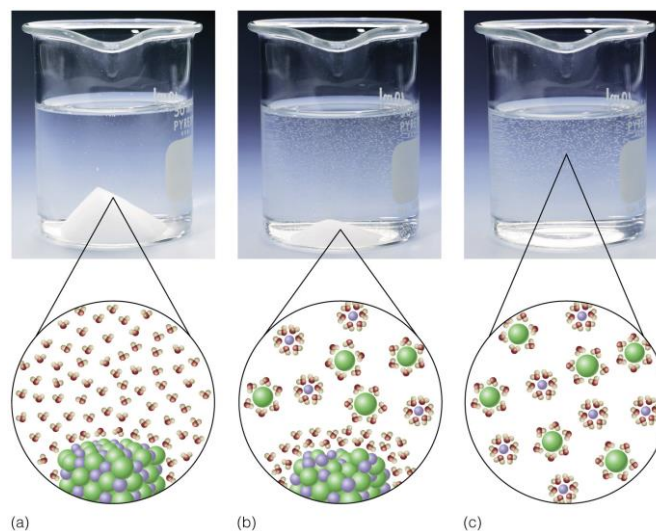
### PEMBUATAN LARUTAN

#### A. TUJUAN

Percobaan ini bertujuan untuk memahami dan mempraktekkan pembuatan larutan.

#### B. DASAR TEORI

Larutan adalah campuran homogen dari satu atau lebih zat terlarut dalam pelarut. Larutan terdiri atas dua bagian yaitu zat terlarut (*solute*) dan pelarut (*solvent*). Zat terlarut merupakan zat yang berjumlah sedikit di dalam larutan sedangkan pelarut merupakan zat yang berjumlah banyak di dalam larutan dan pelarut yang banyak digunakan adalah air. Air merupakan pelarut universal yang mampu melarutkan banyak senyawa. Proses pelarutan NaCl dalam pelarut air ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1. Proses pelarutan NaCl dalam air**

(hrsbstaff.ednet.ns.ca)

Konsentrasi larutan didefinisikan sebagai banyaknya zat yang terlarut dalam sejumlah pelarut. Beberapa satuan konsentrasi yang digunakan dalam ilmu kimia untuk menyatakan jumlah zat terlarut dalam jumlah tertentu diantaranya molaritas (M), persen massa (b/v), dan ppm (part per million)

##### a) Molaritas (M)

Molaritas didefinisikan sebagai jumlah mol yang terlarut setiap liter larutan, atau dapat ditulis sebagai berikut.

$$M = \frac{\text{mol zat yang terlarut (mol)}}{\text{Volume larutan (L)}}$$

##### b) Persen massa/volume (% b/v)

% b/v didefinisikan sebagai gram zat terlarut dalam 100 mL pelarut. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut.

$$\% \frac{b}{v} = \frac{\text{massa zat terlarut (gram)}}{\text{Volume larutan (mL)}} \times 100\%$$

**c) Persen volume/volume (% v/v)**

% v/v didefinisikan sebagai volume zat terlarut dalam 100 mL pelarut. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut.

$$\% \frac{v}{v} = \frac{\text{Volume zat terlarut (mL)}}{\text{Volume larutan (mL)}} \times 100\%$$

**d) ppm (part per million)**

ppm didefinisikan sebagai 1 mg zat terlarut dalam 1 L atau 1 kg pelarut sehingga 1 ppm = 1 mg/L atau 1 mg/kg.

### C. ALAT DAN BAHAN

#### Alat

Gelas arloji, labu ukur 100 mL, pengaduk, botol semprot, corong, gelas kimia 100 mL, pipet tetes, timbangan, spatula.

#### Bahan

akuades, NaCl, sukrosa

### D. CARA KERJA

#### Pembuatan Larutan 100 mL NaCl 0,1 M

1. Persiapan : menghitung massa NaCl menggunakan rumus **massa (gr) = mol x Mr**, dimana **mol = M x V**.
2. Timbang massa NaCl sesuai perhitungan.
3. Pindahkan NaCl ke dalam gelas kimia.
4. Tambahkan 50 mL akuades dan aduk hingga larut sempurna.
5. Pindahkan larutan tersebut ke dalam labu ukur 100 mL.
6. Tambahkan akuades hingga tanda batas.
7. Tutup labu ukur dan homogenkan.

#### Catatan:

- Buat larutan larutan NaCl dengan konsentrasi yang berbeda yaitu 5% (% b/v) dan 1000 ppm.
- Ulangi langkah di atas pada sampel sukrosa.

**DATA HASIL PENGAMATAN**

<b>No.</b>	<b>Perlakuan</b>	<b>Hasil Pengamatan</b>

**Skema Kerja Eksperimen 8**

**(tempel disini)**

**Hasil Pre-test Eksperimen 8**

**(tempel disini)**

## Pembahasan & Perhitungan Eksperimen 8

## Kesimpulan Eksperimen 8



## EKSPERIMEN 9

### TEKNIK PENGECERAN LARUTAN

#### A. TUJUAN

Percobaan ini bertujuan untuk memahami dan mempraktekkan teknik pengenceran larutan.

#### B. DASAR TEORI

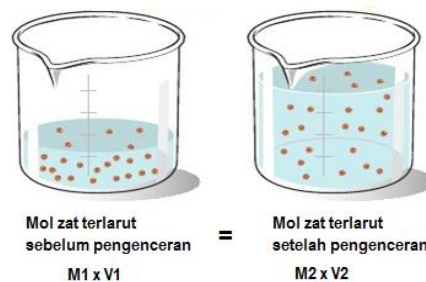
Pengenceran merupakan salah satu prosedur yang dilakukan pada larutan dengan konsentrasi pekat agar menjadi konsentrasi encer. Teknik pengenceran melibatkan teknik pengukuran volume dan pencampuran. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam proses pengenceran :

a) Pengenceran dari cairan pekat

Penggunaan cairan pekat dalam proses pengenceran harus dilakukan di lemari asam. Pembacaan skala volume cairan sebaiknya dilakukan sesegera mungkin. Teknik pencampurannya yaitu mengalirkan cairan pekat melalui batang pengaduk ke dalam gelas kimia yang telah berisi pelarut. Prosedur ini disebut dengan dekantasi.

b) Pengenceran dari cairan kurang pekat

Proses pengenceran ini tidak memerlukan perlakuan khusus dan dapat dilakukan tanpa menggunakan lemari asam. Misalnya : pengenceran asam sulfat 3 M menjadi 1 M.



Gambar 1. Larutan setelah dan sebelum diencerkan (pharmrx.yolasite.com)

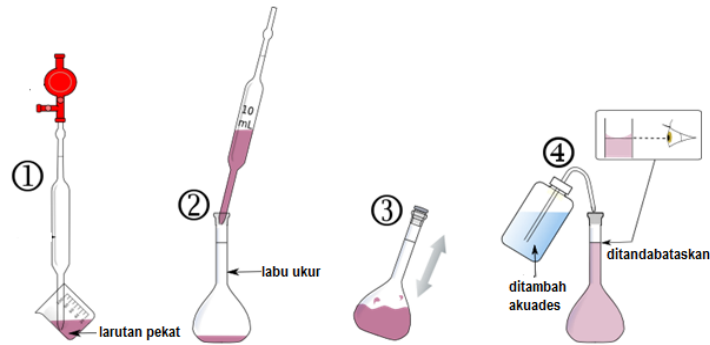
Hubungan matematis pengenceran molaritas (M) ditunjukkan pada rumus berikut.

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

dimana,  $V_1$  = volume awal (L)     $M_1$  = molaritas awal (mol/L)

$V_2$  = volume akhir (L)     $M_2$  = molaritas akhir (mol/L)

Adapun tahapan-tahapan pada proses pengenceran secara umum ditunjukkan pada Gambar 2. Larutan pekat diambil sejumlah volume tertentu sesuai dengan perhitungan, dimasukkan ke dalam labu ukur, ditambah dengan akuades dan ditandabatkan.



Gambar 2. Tahapan pengenceran (courzadetphysique.e-monsite.com)

### C. ALAT DAN BAHAN

#### Alat

Gelas kimia 250 mL, pipet tetes, pengaduk, botol semprot, pipet volume 50 mL, labu takar 100 mL, timbangan, corong, bola hisap.

#### Bahan

Akuades, NaCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat

### D. CARA KERJA

#### 1) Pengenceran NaCl 0,1 M menjadi NaCl 0,01 M

1. Persiapan : Hitung berapa volume larutan yang diperlukan untuk pengenceran dengan menggunakan rumus  $V_1M_1 = V_2M_2$
2. Pipet x mL (sesuai perhitungan) NaCl 0,1 M
3. Pindahkan ke dalam labu ukur 100 mL
4. Tambahkan 50 mL akuades dan homogenkan
5. Tambahkan akuades kembali hingga volumenya sedikit di bawah tanda batas
6. Keringkan bagian atas skala dengan tisu secara hati-hati
7. Tambahkan akuades hingga tanda batas menggunakan pipet tetes
8. Tutup labu ukur dan homogenkan

**Catatan:** Ulangi percobaan di atas pada sampel Methylene Blue.

#### 2) Pengenceran H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat menjadi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 3 M

1. Persiapan: Hitung berapa volume larutan yang diperlukan untuk pengenceran dengan menggunakan rumus  $V_1M_1 = V_2M_2$ . Hitung pula berapa molaritas H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat  
**Penting:** suatu bahan kimia yang bersifat eksotermis ketika diencerkan (misal: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), maka proses pengencerannya adalah dengan menuangkan bahan tersebut sedikit demi sedikit ke dalam wadah yang sudah berisi pelarut
2. Diambil 50 mL akuades dan dimasukkan ke dalam gelas kimia
3. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat sebanyak x mL (sesuai perhitungan)
4. Tuangkan ke dalam gelas kimia yang sudah berisi akuades

**Penting:** Penuangan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat harus dilakukan secara perlahan dan hati-hati dengan sesekali digoyang. Perhatikan perubahan suhu sebelum dan setelah penambahan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat. **Proses ini dilakukan di lemari asam**

5. Pindahkan sampel ke dalam labu ukur 100 mL
6. Tambahkan akuades hingga tanda batas

**DATA HASIL PENGAMATAN**

<b>No.</b>	<b>Perlakuan</b>	<b>Hasil Pengamatan</b>

**Skema Kerja Eksperimen 9**

**(tempel disini)**

**Hasil Pre-test Eksperimen 9**

**(tempel disini)**

## Pembahasan & Perhitungan Eksperimen 9

## Kesimpulan Eksperimen 9



## EKSPERIMEN 10

### STOIKIOMETRI

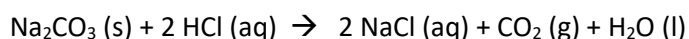
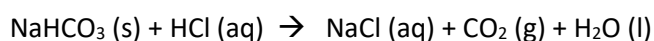
#### A. TUJUAN PERCOBAAN

Percobaan ini bertujuan untuk menentukan rasio mol dan persen hasil dari suatu reaksi kimia.

#### B. DASAR TEORI

Stoikiometri merupakan ilmu yang mempelajari hubungan kuantitatif antara reaktan dan produk dalam suatu reaksi kimia. Berdasarkan persamaan kimia, kita dapat memprediksikan jumlah produk yang akan terbentuk jika kita mereaksikan reaktan dalam jumlah tertentu. Bahasan dalam stoikiometri antara lain penentuan rasio mol reaktan-produk dan persen hasil reaksi.

Pada percobaan ini akan dibuat NaCl dengan mereaksikan NaHCO<sub>3</sub> dan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dengan HCl. Penentuan rasio mol termudah yang dapat dilakukan adalah dengan menyetarakan persamaan kimia antara reaktan dan produk. Persamaan kimia untuk reaksi tersebut yang telah disetarakan adalah sebagai berikut.



Untuk menentukan rasio mol secara eksperimental perlu dilakukan analisis secara kuantitatif. Dengan analisis ini akan dapat diketahui massa reaktan dan produk yang akan dikonversi dalam bentuk mol. Massa produk (NaCl) yang terbentuk disebut hasil eksperimental. Selain perhitungan secara eksperimental, juga dilakukan perhitungan secara teoritis. Hasil teoritis hanya dapat diperoleh melalui perhitungan secara stoikiometri. Hasil teoritis ini menunjukkan massa maksimum produk yang dapat dihasilkan dari suatu reaksi tanpa adanya kesalahan (*no error*).

Setelah data massa hasil eksperimen dan teoritis telah ditentukan, kita dapat menghitung persen hasil reaksi. Persen hasil ini menunjukkan seberapa maksimal reaksi terjadi. Penentuan persen hasil menggunakan persamaan berikut.

$$\text{percent yield} = \frac{\text{actual yield}}{\text{theoretical yield}} \times 100\%$$

Hasil eksperimental yang baik (*minimum error*) umumnya akan menghasilkan persen hasil yang tinggi, dimana hasil eksperimen mendekati hasil teoritis. Satuan yang digunakan untuk menentukan persen hasil dapat berupa gram atau mol.

#### C. ALAT DAN BAHAN

##### Alat

Cawan penguap, pipet tetes, pengaduk, kaca arloji, penjepit, bunsen, kaki tiga, kasa kawat, timbangan, gelas kimia 100 mL

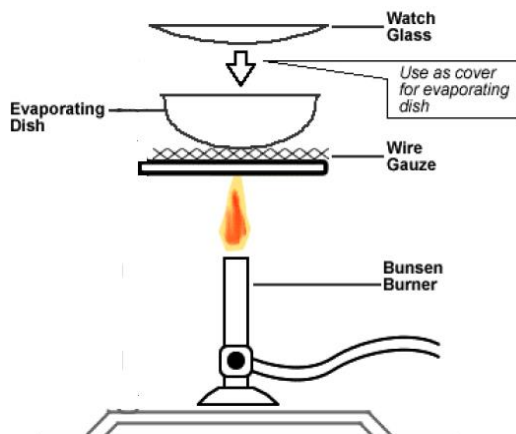
##### Bahan

NaHCO<sub>3</sub> padat, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> padat, HCl 6 M, akuades

## D. CARA KERJA

### 1) Penentuan Rasio Mol dan Persen Hasil

1. Timbang dan catat massa cawan penguap kosong.
2. Tambahkan 0,3 gram  $\text{NaHCO}_3$  padat ke dalam cawan penguap.
3. Timbang dan catat kembali massa cawan penguap +  $\text{NaHCO}_3$ .
4. Tuang 2 mL HCl ke dalam gelas kimia 100 mL.
5. Tambahkan 1 mL HCl tetes demi tetes ke dalam cawan penguap yang berisi  $\text{NaHCO}_3$ . Reaksi yang muncul pada perlakuan ini adalah terbentuknya gelembung. Reaksi terjadi secara sempurna apabila tidak terbentuk gelembung kembali. Timbang kembali cawan penguap +  $\text{NaHCO}_3$  + HCl.
6. Susun alat seperti yang ditunjukkan pada gambar.



7. Panaskan campuran tersebut hingga produk hasil reaksi kering.
8. Biarkan semua alat mendingin pada suhu ruang. Ukur dan catat massa cawan penguap + produk ( $\text{NaCl}$ ).
9. Ulangi langkah 1 – 8 dengan sampel lain yaitu  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  sebanyak 0,3 gram.

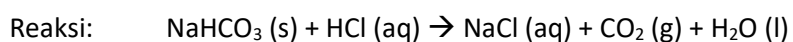
### 2) Analisis Data

**Penentuan rasio mol** : massa sampel awal dikonversi menjadi dalam bentuk mol. Konversikan pula massa produk  $\text{NaCl}$  menjadi bentuk mol. Setelah itu, mol reaktan dan produk dibagi dengan mol terkecil sehingga diperoleh rasio mol yang sederhana dan bulat. Adapun persen hasil ditentukan menggunakan persamaan yang terdapat pada dasar teori.

**DATA HASIL PENGAMATAN**

**Reaksi I: Sampel NaHCO<sub>3</sub>**

- |   |                |         |
|---|----------------|---------|
| 1) Massa cawan penguap kosong                     | _____          | g       |
| 2) Massa cawan penguap + NaHCO <sub>3</sub>       | _____          | g       |
| 3) Massa NaHCO <sub>3</sub>                       | _____          | g       |
| 4) Massa cawan penguap + NaHCO <sub>3</sub> + HCl | _____          | g       |
| 5) Massa HCl 1 mL                                 | _____          | g       |
| 6) Warna yang dihasilkan setelah selesai bereaksi | _____          |         |
| 7) Massa cawan penguap + produk                   |                |         |
|   | Penimbangan I  | _____ g |
|   | Penimbangan II | _____ g |
| 8) Massa produk (NaCl): (7) – (1)                 | _____          | g       |
| 9) Mol NaHCO <sub>3</sub>                         | _____          | mol     |
| 10) Mol HCl                                       | _____          | mol     |



- |                                  |       |   |
|----------------------------------|-------|---|
| 11) Pereaksi pembatas            | _____ |   |
| 12) Massa HCl yang bereaksi      | _____ | g |
| 13) Massa HCl yang bersisa       | _____ | g |
| 14) Massa produk (percobaan)     | _____ | g |
| 15) Massa produk secara teoritis | _____ | g |
| 16) Persen hasil produk NaCl     | _____ | % |



**Skema Kerja Eksperimen 10**

**(tempel disini)**

**Hasil Pre-test Eksperimen 10**

**(tempel disini)**

**Pembahasan & Perhitungan Eksperimen 10**

## Kesimpulan Eksperimen 10



# EKSPERIMEN 11

## ASAM DAN BASA

### A. TUJUAN PERCOBAAN

1. Untuk menguji larutan yang termasuk asam dan basa menggunakan pH meter, kertas lakmus dan indikator universal
2. Untuk menguji bahan alam yang dapat digunakan sebagai indikator asam basa

### B. DASAR TEORI

Larutan asam memiliki rasa asam, menyebabkan sensasi menusuk pada kulit, dan mengubah kertas lakmus biru menjadi merah. Asam merupakan salah satu penyusun dari berbagai bahan makanan dan minuman, misalnya cuka, keju, dan buah-buahan. Menurut Arrhenius, asam adalah zat yang dalam air akan melepaskan ion  $H^+$ . Asam yang sering dalam industri adalah asam sulfat ( $H_2SO_4$ ), asam nitrat ( $HNO_3$ ) dan asam klorida ( $HCl$ ).

Basa memiliki rasa pahit, licin saat disentuh, dan mengubah kertas lakmus merah menjadi biru. Basa adalah suatu senyawa yang jika dilarutkan dalam air (larutan) dapat melepaskan ion hidroksida ( $OH^-$ ). Oleh karena itu, semua rumus kimia basa umumnya mengandung gugus  $OH$ . Dalam keadaan murni, basa umumnya berupa kristal padat dan bersifat kaustik. Beberapa produk rumah tangga seperti deodoran, pembersih amonia rumah tangga, obat maag (antacid) dan sabun serta deterjen mengandung basa.

Garam diproduksi ketika larutan asam dan basa dicampur. Netralisasi reaksi dapat menyebabkan garam larut atau tidak larut dalam air. Sebagai contoh, campuran asam sulfat dan natrium hidroksida menghasilkan air dan garam natrium sulfat. Oleh karena itu garam dapat didefinisikan sebagai senyawa ionik apa pun yang merupakan netralisasi produk reaksi asam basa.

Indikator asam-basa (disebut juga Indikator pH) adalah senyawa halokromik yang ditambahkan dalam jumlah kecil ke dalam sampel, umumnya adalah larutan yang akan memberikan warna sesuai dengan kondisi pH larutan tersebut. Pada temperatur  $25^\circ$  Celsius, nilai pH untuk larutan netral adalah 7,0. Di bawah nilai tersebut larutan dikatakan asam, dan di atas nilai tersebut larutan dikatakan basa.

#### Identifikasi Larutan Asam dan Basa Menggunakan Indikator Alami

Cara lain untuk mengidentifikasi sifat asam atau basa suatu zat dapat menggunakan indikator alami. Banyak indikator asam basa adalah pigmen tumbuhan. Contohnya dengan mendidihkan irisan kubis merah dalam air dapat mengekstraksi pigmen yang menunjukkan berbagai warna pada berbagai pH. Berbagai bunga yang berwarna atau tumbuhan, seperti daun, mahkota bunga, kunyit, kulit manggis, dan kubis ungu yang diekstrak dengan air panas dapat digunakan sebagai indikator asam basa. Ekstrak atau sari dari bahan-bahan ini dapat menunjukkan warna yang berbeda dalam larutan asam basa.

### C. Alat Dan Bahan

#### Alat :

- pH indikator
- kertas lakmus
- pH meter
- tabung reaksi dan rak
- botol semprot
- mortar dan alu
- pipet tetes

**Bahan :**

- Larutan gula
- Larutan garam
- Air sumur
- Aquades
- Larutan cuka
- Air kapur
- Minuman kemasan
- Air detergen
- Minyak goreng
- Kunyit
- Bunga
- Amonia
- Susu

**D. Prosedur Kerja****PENGUJIAN LARUTAN ASAM BASA**

1. Masukkan masing-masing larutan dalam tabung reaksi yang berbeda.
2. Uji pH larutan menggunakan pH meter dan indikator universal.
3. Uji masing-masing larutan menggunakan kertas lakmus merah dan biru, catat hasil pada tabel hasil pengamatan.

**PENGUJIAN INDIKATOR ASAM BASA MENGGUNAKAN INDIKATOR ALAMI**

1. Gerus beberapa helai indikator alami menggunakan mortar dan alu, kemudian tambahkan air aquades kurang lebih 5 mL lalu saring.
2. Tuangkan ekstrak bahan alami tersebut pada tabung reaksi yang berisi bahan yang diuji.
3. Goyangkan tabung dan amati perubahan yang terjadi, catat hasilnya pada tabel hasil pengamatan.

**PENGUJIAN LARUTAN ASAM DENGAN LARUTAN BASA DAN SEBALIKNYA**

1. Masukkan dalam tabel mana saja bahan yang merupakan asam dan mana yang basa.
2. Tuangkan bahan yang mengandung basa dalam tabung reaksi lalu direaksikan dengan larutan cuka (asam). Amati yang terjadi.
3. Pada bahan yang mengandung asam di basa yang berada pada tabung reaksi direaksikan dengan amonia rumah tangga (basa). Amati yang terjadi.

## DATA HASIL PENGAMATAN

Tabel hasil pengujian larutan asam basa dan bahan alam sebagai indikator

NO.	Bahan yang diuji	pH meter	Indikator universal	Lakmus merah	Lakmus biru	Bahan alam sebagai indikator
1.	Cuka					
2.	Garam					
3.	Detergen.....					
4.	Jeruk nipis					
5.	Shampo					
6.	Aquades					
7.	Kapur					
8.	Minuman kemasan..... .....					
9.	Air Susu					
10.	Minyak goreng					
11.	Amonia (pembersih RT)					

Tabel hasil pengujian bahan asam dengan larutan basa

NO.	Bahan yang termasuk asam	Hasil pengamatan
1.		
2.		
3.		
4.		

Tabel hasil pengujian bahan basa dengan larutan asam

No.	Bahan yang termasuk basa	Hasil pengamatan
1.		
2.		
3.		
4.		

**Pertanyaan**

1. Bagaimana ciri-ciri larutan asam dan basa berdasarkan pH meter, indikator universal dan pengujian dengan kertas lakmus ?
2. Diantara bahan yang diuji manakah yang termasuk asam dan basa?
3. Berdasarkan hasil percobaan, apakah ekstrak .....bisa dijadikan sebagai indikator alami asam dan basa? Jelaskan alasannya?
4. Apa yang terjadi ketika larutan asam atau basa direaksikan dengan cuka/amonia? Jelaskan alasannya?
5. Kesimpulan apa yang didapatkan dari percobaan di atas?

**Skema Kerja Eksperimen 11**

**(tempel disini)**

**Hasil Pre-test Eksperimen 11**

**(tempel disini)**

## Pembahasan & Perhitungan Eksperimen 11

## Kesimpulan Eksperimen 11



## EKSPERIMEN 12

### KELARUTAN DAN KONSTANTA KELARUTAN PRODUK

#### A. TUJUAN PERCOBAAN

Mahasiswa dapat menentukan konstanta kesetimbangan kelarutan produk dan membedakan nilai Ksp dari kelarutannya

#### B. DASAR TEORI

Banyak sekali senyawa ionik yang langsung larut dalam air seperti NaCl, namun beberapa memiliki kelarutan yang kecil. Kelarutan garam merupakan jumlah gram zat yang terlarut dalam 1 L larutan jenuh (gram per liter). Kelarutan molar adalah jumlah mol zat terlarut dalam 1 liter larutan jenuh (mol per liter).

Nilai Ksp sering sulit diukur sebab konsentrasi suatu zat sangat kecil. Cara umum untuk menentukannya adalah dengan titrasi pengendapan, dimana sejumlah reagen ditambahkan sambil melihat hasil pembentukan garam yang tak terlarut, yang menandakan bahwa larutan tersebut telah jenuh. Dalam eksperimen ini kita dapat menggunakan pendekatan alternatif sebab salah satu ion garam tak terlarut bersifat basa. Dengan demikian kita dapat melakukan titrasi asam-basa untuk menentukan sejumlah ion dan menghasilkan Ksp dari cara tersebut.

Untuk pelarutan padatan ionik dalam larutan berair, salah satu kondisi berikut dapat terjadi : (1) larutan tak jenuh (2) larutan jenuh atau (3) larutan lewat jenuh. Dengan demikian jika hasil kali ion adalah Q, untuk menyatakan hasil kali konsentrasi molar ion dipangkatkan dengan koefisien konsentrasi molar ion dipangkatkan dengan koefisien stoikiometrinya.

Misalnya larutan yang mengandung ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan ion  $\text{CO}_3^{2-}$  pada 25 °C.

$$Q = [\text{Ca}^{2+}]_o [\text{CO}_3^{2-}]_o$$

Subskrip o menunjukkan bahwa konsentrasi awal dan tidak selalu berarti konsentrasi pada kesetimbangan. Hubungan yang terjadi antara Q dan Ksp adalah :

$Q < K_{sp}$ $[\text{Ca}^{2+}]_o [\text{CO}_3^{2-}]_o < 8,0 \times 10^{-13}$	larutan tak jenuh
$Q = K_{sp}$ $[\text{Ca}^{2+}] [\text{CO}_3^{2-}] = 8,0 \times 10^{-13}$	Larutan jenuh
$Q > K_{sp}$ $[\text{Ca}^{2+}]_o [\text{CO}_3^{2-}]_o > 8,0 \times 10^{-13}$	Larutan lewat jenuh

#### C. ALAT dan BAHAN

##### ALAT :

1. Beaker glass
2. Erlenmeyer
3. Buret dan statif
4. Kertas saring
5. Pipet volume
6. Pipet tetes
7. Corong gelas

**BAHAN :**

1.  $\text{CaCO}_3$
2. HCl
3. Indikator bromotimol blue
4. Benang

**D. CARA KERJA****Prosedur I**

1. Buatlah Larutan  $\text{CaCO}_3$  tepat jenuh dengan melarutkan sedikit demi sedikit  $\text{CaCO}_3$  dalam 100 mL aquades hingga tepat sebelum terbentuk endapan ( $\text{CaCO}_3$  tidak dapat larut). Identifikasi adakah endapan yang mulai terbentuk dan tulislah dalam data pengamatan.
2. Buatlah kertas saring berbentuk lingkaran. Lipatlah kertas saring tersebut menjadi dua lalu lipatlah 3 kali lagi.
3. Saringlah sedikit demi sedikit larutan  $\text{CaCO}_3$  dengan menggunakan kertas saring yang telah dibuat dan tampunglah filtratnya dalam beaker glass.
4. Ambillah sebanyak 25 mL filtratnya, tuangkan pada Erlenmeyer 250 mL.
5. Tuangkan sebanyak 50 mL HCl ke dalam buret.
6. Tambahkan 20 mL aquades dalam filtrat yang sudah dimasukkan dalam erlenmeyer, tambahkan indikator bromothymol blue sebanyak 2 tetes.
7. Titrasikan larutan tersebut dengan HCl sampai larutan berubah warna menjadi kuning.
8. Hitunglah konsentrasi masing-masing ion dan tentukanlah nilai  $K_{sp}$  nya.

**Prosedur II**

1. Buatlah larutan  $\text{CaCO}_3$  jenuh dalam 2 buah beaker glass 100 mL dengan menambahkan  $\text{CaCO}_3$  dalam 50 mL aquades sampai serbuk  $\text{CaCO}_3$  tidak dapat terlarut dalam aquades (terbentuk endapan).
2. Ambillah sehelai benang sepanjang 20 cm dan celupkan ujung-ujungnya diantara 2 buah larutan  $\text{CaCO}_3$  pada beaker glass.
3. Tambahkan  $\text{CaCO}_3$  dalam beaker glass sampai larutan menjadi sangat jenuh dan benang yang tercelup membentuk stalagtit.
4. Ambillah sebanyak 25 mL larutan  $\text{CaCO}_3$  jenuh yang sudah dibuat tadi dan titrasikan dengan cara yang sama pada prosedur 1. Kerjakan mulai poin 2 sampai selesai.

**DATA HASIL PENGAMATAN**

**Prosedur 1**

<b>No</b>	<b>Perlakuan</b>	<b>Hasil</b>
1.		

**Konsentrasi HCl..... M**

Larutan CaCO <sub>3</sub>		
Volume sample	25	25
Volume awal buret		
Volume akhir buret		
Volume HCl		
Mol Cl <sup>-</sup>		
Molaritas Ca <sup>2+</sup>		
Molaritas CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>		
Ksp		

**Prosedur II**

No	Perlakuan	Hasil
1.		

**Konsentrasi HCl..... M**

<b>Larutan jenuh CaCO<sub>3</sub></b>		
Volume sample	25	25
Volume awal buret		
Volume akhir buret		
Volume HCl		
Mol Cl <sup>-</sup>		
Molaritas Ca <sup>2+</sup>		
Molaritas CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>		
Qsp		

**Skema Kerja Eksperimen 12**

**(tempel disini)**

**Hasil Pre-test Eksperimen 12**

**(tempel disini)**

## Pembahasan & Perhitungan Eksperimen 12

### **PERTANYAAN :**

Berdasarkan Data analisis

1. Hitunglah jumlah mol  $\text{Cl}^-$  yang digunakan untuk titrasi!
2. Dengan menggunakan jumlah volume sampel dan secara stoikiometri reaksi titrasi, hitunglah konsentrasi molar  $\text{CaCO}_3$  untuk masing-masing titrasi larutan jenuh!
3. Hitunglah nilai masing-masing  $K_{sp}$  dan  $Q_{sp}$  nya!
4. Berdasarkan hasil perhitungan, bandingkan nilai  $K_{sp}$  atau  $Q$  perhitungan dan  $K_{sp}$  standart, apa yang dapat kalian simpulkan!
5. Berdasarkan prosedur I dan prosedur II, bagaimana kelarutan dan kesetimbangannya?
6. Tuliskan reaksi yang terjadi!



## Kesimpulan Eksperimen 12

## EKSPERIMEN 13

### HUBUNGAN VOLUME-TEMPERATUR PADA GAS (HUKUM CHARLES)

#### A. TUJUAN PERCOBAAN

1. Untuk mengukur volume udara secara kuantitatif seiring perubahan temperatur pada tekanan konstan
2. Untuk membuktikan fenomena sifat gas sesuai Hukum Charles

#### B. DASAR TEORI

Jacques Charles mengamati bahwa pada tekanan konstan, volume dari sejumlah massa tertentu suatu gas ideal akan berbanding lurus dengan temperatur (derajat Kelvin). Joseph Gay-Lussac merumuskan Hukum Charles secara matematis dengan persamaan berikut :

$$V = k \times T \quad \text{atau} \quad \frac{V}{T} = k$$

dimana **V** = volume gas, **T** = temperatur (dalam Kelvin) dan **k** = konstanta yang bergantung pada tekanan dan jumlah gas.

Jika pada tekanan konstan,  $V_1$  dan  $T_1$  adalah kondisi awal eksperimen serta  $V_2$  dan  $T_2$  adalah kondisi akhir eksperimen, maka dapat dirumuskan persamaan berikut :

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \text{atau} \quad V_1 T_2 = V_2 T_1 \quad \text{atau} \quad \frac{V_1 T_2}{V_2 T_1} = 1$$

#### C. ALAT DAN BAHAN

##### Alat

Hot plate, erlenmeyer 250 mL, pipet tetes, gelas ukur, gelas beaker, bak besar, statif, klem, termometer 110 °C

##### Bahan

Air

#### D. CARA KERJA

1. Letakkan gelas beaker 500 mL di atas hot plate.
2. Pasang erlenmeyer 250 mL yang sudah diberi tutup karet dan pipet tetes pada statif dengan kondisi erlenmeyer di dalam beaker. Sebelumnya, pastikan erlenmeyer benar-benar kering.
3. Isi gelas beaker dengan air hingga sebagian erlenmeyer terendam.
4. Panaskan air hingga suhu 100 °C, ukur temperaturnya dengan termometer. Jaga agar termometer tidak menyentuh dinding dan dasar gelas beaker.
5. Biarkan suhu konstan selama  $\pm 5$  menit.
6. Lepaskan erlenmeyer dari statif bersamaan dengan menyumbat lubang pipet tetes dengan jari telunjuk.
7. Balikkan erlenmeyer dengan kondisi lubang pipet tertutup, kemudian masukkan pada air es pada bak besar.

8. Catat suhu air es.
9. Buka mulut pipet tetes, biarkan air masuk ke dalam erlenmeyer.
10. Jika tidak ada perubahan jumlah air yang masuk, angkat erlenmeyer hingga tinggi air di dalam erlenmeyer setara dengan tinggi air dalam bak besar yang berisi air es. Lalu sumbat kembali mulut pipet dengan telunjuk kemudian keluarkan erlenmeyer dan balikkan posisinya.
11. Buka tutup karet, kemudian hitung air yang masuk ke dalam erlenmeyer dengan gelas ukur. Ulangi percobaan tersebut hingga tiga kali pengulangan.

#### DATA HASIL PENGAMATAN

- |   |   |
|---|---|
| 1. Temperatur air yang dipanaskan ( $T_1$ )   | 1).....°C = ..... K<br>2).....°C = ..... K<br>3).....°C = ..... K |
| 2. Pengamatan saat erlenmeyer didinginkan   | .....   |
| 3. Temperatur air es ( $T_2$ )  | 1).....°C = ..... K<br>2).....°C = ..... K<br>3).....°C = ..... K |
| 4. Volume air yang masuk ke erlenmeyer ( $V_w$ )  | 1) ..... mL<br>2) ..... mL<br>3) ..... mL                         |
| 5. Volume Erlenmeyer  | ..... mL  |
| 6. Volume udara pada temperatur pendidihan air ( $V_1$ )  | ..... mL  |
| 7. Volume udara pada temperatur air es ( $V_2$ )<br>$V_2 = V_1 - V_w$                               | 1) ..... mL<br>2) ..... mL<br>3) ..... mL                         |
| 8. Hukum Charles<br>$\frac{V_1.T_2}{V_2.T_1}$   | 1) .....<br>2) .....<br>3) .....                                  |
| 9. Persen kesalahan<br>$\frac{V_1 - V_2}{\frac{T_1 - T_2}{V_1}} \times 100 \%$<br>$\frac{T_1}{T_2}$ | 1) .....<br>2) .....<br>3) .....                                  |
| 10. Rata-rata persen kesalahan  | .....   |
| 11. Bagaimana hubungan antara suhu dengan volume gas?   |   |

**Skema Kerja Eksperimen 13**

**(tempel disini)**

**Hasil Pre-test Eksperimen 13**

**(tempel disini)**

## Pembahasan & Perhitungan Eksperimen 13

## Kesimpulan Eksperimen 13

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2016. A Short Guide to Significant Figures, <https://www.hccfl.edu/media/181113/sigfigs.pdf>, diakses tanggal 08 Agustus 2016.
- Anonim. 2016. Math Skill Review Significant Figure, <https://www.chem.tamu.edu/class/fyp/mathrev/mr-sigfg.html>, diakses tanggal 08 Agustus 2016.
- Anonim. 2016. Exact Number, Significant Figure, [www.imperial.edu/Media/Sig-Figs.ppt](http://www.imperial.edu/Media/Sig-Figs.ppt), diakses tanggal 08 Agustus 2016.
- Anonim. 2016. Significant Figure, [compcolts.wikispaces.com/file/view/Significant+Figures.ppt](http://compcolts.wikispaces.com/file/view/Significant+Figures.ppt), diakses tanggal 08 Agustus 2016.
- Anonim. 2016. Tutorial on the Use of Significant Figures, [www2.ccsd.ws/sbfaculty/team8e/.../Significant%20Figures.ppt](http://www2.ccsd.ws/sbfaculty/team8e/.../Significant%20Figures.ppt), diakses tanggal 08 Agustus 2016
- Anonim. 2016. Experiment 7 – Reaction stoichiometry and percent yield, [m.learning.hccs.edu/...lab.../experiment-7-reaction-stoichiomet...](http://m.learning.hccs.edu/...lab.../experiment-7-reaction-stoichiomet...), diakses tanggal 9 Agustus 2016.
- Anonim. 2016. Mole ratios and reaction stoichiometry, [https://www.smc.edu/...Experiments/Ch10 Stoichiometry.pdf](https://www.smc.edu/...Experiments/Ch10%20Stoichiometry.pdf), diakses tanggal 9 Agustus 2016.
- Achmad, H., dan Baradja, L. 2014. *Stoikiometri*. Bandung: PT. Citra Aditya Bakti.
- Syukri, S. 1999. *Kimia Dasar*. Bandung: ITB Press.
- Oxtoby, D.W., Gillis, H.P. & Nachtrieb, N.H., 2001, *Prinsip-Prinsip Kimia Modern*, alih bahasa Achmadi. Jakarta: Erlangga.
- Achmad, H., dan Baradja, L. 2014. *Stoikiometri*. Bandung: PT. Citra Aditya Bakti.
- HAM, M. 2006. *Membuat Reagen Kimia di Laboratorium*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Jespersen, N.D., Brady, J.E., dan Hyslop, A. *Chemistry, The Molecular Nature of Matter*, 6<sup>th</sup> Ed. New York: John Wiley and Sons.
- Petrucci, R.H., Herring, F.G., Madura, J.D., dan Bissonnette, C. 2011. *General Chemistry, Principles and Modern Applications*, 10<sup>th</sup> Ed. New York: Pearson Hall.
- Bettelheim and Landeseberg. 2006. *Laboratory Experiments for General, organic and biochemistry*, 4<sup>th</sup> Ed. New York: Harcourt Inc.
- Slowinski, et al. 2012. *Chemical Principles in the Laboratory*. New York: Brooks/Cole cengage Learning.
- Stanton et al. 2010. *Experiments in General Chemistry Featuring MeasureNet. Guided Inquiry, Self-Directed, and Capstone*. Second Edition.