



# **MODUL PRAKTIKUM KIMIA DASAR (Semester I)**

**Tim Penyusun :Dharma Yanti, M.Farm**

**PROGRAM STUDI S1 FARMASI  
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN  
MEDISTRA INDONESIA  
TAHUN 2023/2024**



## SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN (STIKes)

### MEDISTRA INDONESIA

PROGRAM STUDI PROFES NERS-PROGRAM STUDI ILMU KEPERAWATAN (S1)

PROGRAM STUDI PROFESI BIDAN - PROGRAM STUDI KEBIDANAN (S1)

PROGRAM STUDI FARMASI (S1)-PROGRAM STUDI KEBIDANAN (D3)

Jl.Cut Mutia Raya No. 88A-Kel.Sepanjang Jaya - Bekasi Telp.(021) 82431375-77 Fax (021) 82431374

Web:stikesmedistra-indonesia.ac.id Email: stikes\_mi@stikesmedistra-indonesia.ac.id

## MODUL PEMBELAJARAN PRAKTIKUM

### PROGRAM STUDI FARMASI (S1)

### STIKES MEDISTRA INDONESIA

Nomor Dokumen	:	FM.030/A.003/WK1/STIKESMI-UPM/2022	Tanggal Pembuatan	:	15 Maret 2022
Revisi	:	0	Tgl efektif	:	22 Maret 2022

## VISI MISI PROGRAM STUDI S1 FARMASI STIKES MEDISTRA INDONESIA

### Visi

Menjadikan Program Studi S1 Farmasi Yang Kompetitif, Humanistik dan Unggul Dalam Komunikasi kefarmasian Dan Kewirausahaan.

### Misi

1. Mengembangkan dan Menjalankan Kurikulum S1 Farmasi sesuai Capaian Pembelajaran dengan unggulan Komunikasi Farmasi dan Kewirausahaan.
2. Mengembangkan Penelitian Inovasi Sediaan Farmasi dan Pelayanan Kefarmasian Secara Mandiri Dan Kolaboratif.
3. Melaksanakan Pengabdian Masyarakat Melalui Edukasi dan Pelayanan Kefarmasian.

### Tujuan

1. Menghasilkan lulusan farmasi S1 yang mempunyai integritas, profesional dan berjiwa wirausaha.
2. Menghasilkan penelitian inovasi sediaan farmasi dan pelayanan kefarmasian secara mandiri dan kolaboratif.
3. Menghasilkan pengabdian masyarakat dengan edukasi dan pelayanan kefarmasian

Diketahui,  
Kepala Program Studi Farmasi (S1)

Jonathan Tri Atmojo Reuben, M.Farm.

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Kuasa sehingga Modul Praktikum Kimia Dasar ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Diharapkan modul ini dapat bermanfaat baik bagi dosen pengampu praktikum untuk mempertajam pemahaman dan keterampilan mahasiswa dalam proses pembelajaran Praktikum Kimia Dasar. Modul ini disusun sedemikian rupa untuk memudahkan mahasiswa dalam melaksanakan setiap tahap pembelajaran praktikum.

Besar harapan kami agar modul praktikum ini memberikan manfaat yang luas bagi penggunanya, dan dapat menstimulasi keingintahuan untuk mendalami topik yang disajikan. Sangat kami sadari modul ini memiliki ketidaksempurnaan dalam berbagai aspek, segala bentuk masukan yang membangaun sangat kami harapkan.

Bekasi, April 2022

Penulis

## Daftar Isi

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>2</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>3</b>
<b>TATA TERTIB PENGGUNA LABORATORIUM DAN PERATURAN PRAKTIKUM .....</b>	<b>4</b>
<b>1.KESELAMATAN KERJA DAN PENGENALAN ALAT.....</b>	<b>8</b>
<b>2. SIFAT FISIKA DAN KIMIA.....</b>	<b>23</b>
<b>3.KONSENTRASI LARUTAN .....</b>	<b>27</b>
<b>4. SIFAT POLAR DAN KELARUTAN .....</b>	<b>34</b>
<b>5.STOIKIOMETRI REAKSI SEDERHANA.....</b>	<b>36</b>
<b>6.PENENTUAN JUMLAH AIR HIDRAT .....</b>	<b>40</b>
<b>7.PENENTUAN Ph LARUTAN.....</b>	<b>44</b>
<b>8.PRAKTIKUM KOLOID.....</b>	<b>46</b>
<b>9.PRAKTIKUM LARUTAN BUFFER.....</b>	<b>49</b>
<b>10. PRAKTIKUM SIFAT LARUTAN BUFFER.....</b>	<b>51</b>
<b>11. KECEPATAN REAKSI.....</b>	<b>54</b>
11.1 KONSENTRASI TEHADAP KECEPATAN REAKSI.....	55
11.2 SUHU TERHADAP KECEPATAN REAKSI.....	56
11.3 LUAS PERMUKAAN TERHADAP KECEPATAN REAKSI.....	56
11.4 KATALIS TERHADAP KECEPATAN REAKSI.....	57
<b>12.REAKSI KIMIA.....</b>	<b>59</b>
<b>13. LARUTAN.....</b>	<b>64</b>
<b>14. SIFAT KOLIGATIF LARUTAN.....</b>	<b>68</b>

## PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

Modul ini sebagai penuntun dalam proses pembelajaran, sangat penting untuk dipelajari karena akan sangat berkaitan dengan materi berikutnya dalam mata kuliah Praktikum Ilmu Kimia Dasar, untuk dapat memahami uraian materi dalam modul ini dengan baik, maka ikuti penggunaan modul ini, yaitu:

1. Bacalah dengan cermat bagian pendahuluan ini sampai anda memahami betul apa, untuk apa, dan bagaimana mempelajari modul ini.
2. Bacalah modul ini secara teratur dimulai dari Kegiatan belajar dengan mengikuti materi-materi yang dibahas dan temukan kata-kata yang dianggap baru. Carilah arti dari kata-kata tersebut dari kamus ataupun media internet.
3. Carilah informasi sebanyak-banyaknya tentang materi modul untuk lebih memahami materi yang dipelajari.
4. Pada akhir kegiatan belajar ada latihan untuk menguji pemahaman anda mengenai materi yang telah dibahas. Apabila pemahaman anda belum maksimal, anda ditugaskan kembali untuk mempelajari materi terkait hingga memahami dan dapat melanjutkan pada kegiatan berikutnya.
5. Apabila evaluasi menyatakan anda mampu menjawab dengan tepat dan sistematis maka anda telah menyelesaikan kegiatan pembelajaran pada modul ini.

## TATA TERTIB PRAKTIKUM LABORATORIUM

Dalam melaksanakan praktikum Kimia Dasar ini mahasiswa/praktikan wajib mengikuti beberapa aturan sebagai berikut:

1. Kehadiran praktikan dalam praktikum adalah mutlak 100%.
2. Praktikan telah hadir di laboratorium selambatnya 10 menit menjelang praktikum dimulai.
3. Praktikan mengenakan jas laboratorium dengan baik, sepatu tertutup, masker wajah, sarung tangan dan kaca mata pelindung (jika diperlukan).
4. Praktikan membawa buku penuntun praktikum masing-masing, sampel uji, dan kelengkapan lain yang telah diinformasikan sebelumnya.
5. Praktikan telah mempelajari dan memahami prosedur pengujian yang akan dilakukan.
6. Praktikum dijalankan dengan bertanggungjawab, mengedepankan kehati-hatian, tertib, dan senantiasa menjaga kebersihan.
7. Semua bahan dan sampel yang digunakan harus diperlakukan sebagai bahan berbahaya.
8. Jika terjadi kecelakaan kerja, segera informasikan pada dosen/laboran dan ikuti arahan untuk menanganinya.
9. Set alat praktikum yang digunakan harus sesuai dengan bon alat yang diajukan. Keutuhan dan kebersihan alat menjadi tanggung jawab praktikan.
10. Alat rusak dan atau hilang sepanjang pelaksanaan praktikum harus diganti oleh praktikan yang bertanggungjawab, selambatnya sebelum ujian akhir praktikum.
11. Percobaan yang telah dilakukan harus dilaporkan kepada dosen/laboran untuk didiskusikan.
12. Hanya laporan sementara, laporan akhir, dan buku praktikum yang telah divalidasi oleh dosen/laboran saat praktikum yang akan dinilai.
13. Laboratorium ditinggalkan dalam keadaan bersih dan rapi.

## PRAKTIKUM I: KESELAMATAN KERJA DAN PENGENALAN ALAT

### PETUNJUK KESELAMATAN KERJA

Dengan kehati-hatian dan pengetahuan akan teknik kerja yang benar, laboratorium bukanlah tempat yang berbahaya. Petunjuk keselamatan kerja berikut ini adalah hal yang masuk akal belaka.

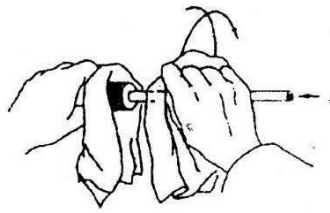
1. Kenakan kacamata pelindung setiap saat Anda bekerja di laboratorium. Kacamata jauh lebih aman dibandingkan dengan kontak lensa.
2. Kenakan sepatu tertutup, bukan sepatu sandal.
3. Makan, minum, dan merokok dilarang setiap saat di laboratorium.
4. Kenali letak dan cara penggunaan PPPK dan alat pemadam api.
5. Anggaph semua bahan kimia berbahaya, jangan mencicipi apapun kecuali diminta oleh asisten.
6. Jika bahan kimia mengenai mata anda, cucilah dengan air sebanyak – banyaknya dan laporkan kejadian ini kepada asisten.
7. Jangan langsung membaui uap gas, tepiskan sedikit sampel gas ke hidung Anda.



8. Setiap reaksi yang melibatkan bahan kimia berbahaya atau berbau tidak enak dilakukan di lemari asam.
9. Jangan arahkan tabung reaksi yang sedang dipanaskan ke muka Anda, atau ke rekan Anda; isi tabung dapat menyembur.



10. Bila menyisipkan pipa kaca atau termometer ke dalam gabung, lumasi batang dan lubang gabus dengan gliserol atau air. Lindungi tangan Anda dengan lap dan putar masuk alat kaca tadi ke dalam gabus. Agar tidak pecah, kedudukan kedua tangan tidak boleh berjauhan.



11. Kumpulkan segera pecahan kaca.
12. Banyak pelarut biasa seperti alkohol, aseton, dan khususnya eter, sangat mudah terbakar. Jangan menggunakan atau meletakkan bahan – bahan seperti ini di dekat nyala api.
13. Jangan kerjakan percobaan yang tidak dijadwalkan.
14. Perhatikan setiap peringatan khusus yang tertulis dalam setiap percobaan.
15. Laporkan setiap kesalahan sekecil apapun kepada asisten. Untuk luka akibat keratin ringan, balutlah dengan plaster. Bila kulit Anda tersentuh benda panas, siramlah dengan air dingin untuk mengatasi rasa nyeri; jangan olesi dengan minyak. Untuk kecelakaan yang lebih berat, hubungi paramedik.

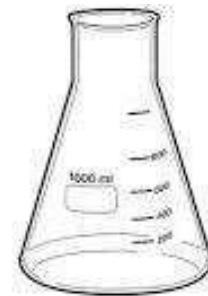
## PENGENALAN ALAT, BAHAN DAN BUDAYA K3

### A. Pengenalan Alat

Sebelum mulai melakukan praktikum dilaboratorium, praktikan harus mengenal dan memahami cara penggunaan semua peralatan dasar yang biasa digunakan dalam laboratorium kimia serta merupakan K3 di laboratorium.

Berikut diuraikan beberapa peralatan yang umum digunakan dilaboratorium kimia.

1. Erlenmeyer Tempat membuat larutan. Dalam membuat larutan erlenmeyer yang selalu digunakan.



2. Labu destilasi Untuk destilasi larutan. Digunakan pada proses destilasi. Pada bagian atas terdapat karet penutup dengan sebuah lubang sebagai tempat termometer.



3. Gelas Beaker Tempat untuk menyimpan dan membuat larutan. Beaker glass memiliki takaran namun jarang bahkan tidak diperbolehkan untuk mengukur volume suatu zat cair





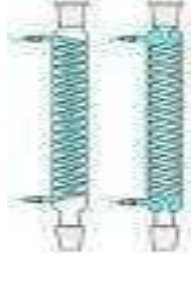



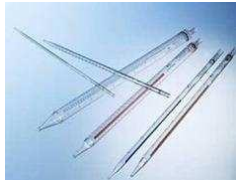



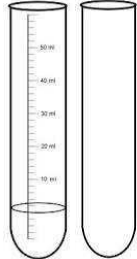



4. Corong Corong digunakan untuk memasukan atau memindah larutan dari satu tempat ke tempat lain dan digunakan pula untuk proses penyaringan setelah diberi kertas saing pada bagian atas.




5. Corong bucher Menyaring larutan dengan dengan bantuan pompa vakum.










6.	Buret	Digunakan untuk titrasi, tapi pada keadaan tertentu dapat pula digunakan untuk mengukur volume suatu larutan.	
7.	Corong pisah	Untuk memisahkan dua larutan yang tidak bercampur karena adanya perbedaan massa jenis. Corong pisah biasa digunakan pada proses ekstraksi.	
8.	Labu ukur	Untuk membuat dan atau mengencerkan larutan dengan ketelitian yang tinggi.	
9.	Gelas ukur	Untuk mengukur volume larutan. Pada saat praktikum dengan ketelitian tinggi gelas ukur tidak diperbolehkan untuk mengukur volume larutan. Pengukuran dengan ketelitian tinggi dilakukan menggunakan pipet volume.	
10.	Kondensor	Untuk destilasi larutan. Lubang lubang bawah tempat air masuk, lubang atas tempat air keluar.	
10.	Filler (karet pengisap)	Untuk menghisap larutan yang akan dari botol larutan. Untuk larutan selain air sebaiknya digunakan karet pengisat yang telah disambungkan pada pipet ukur.	

11.	Pipet ukur	Untuk mengukur volume larutan	
12.	Pipet volume atau pipet gondok atau volumetrik	Digunakan untuk mengambil larutan dengan volume tertentu sesuai dengan label yang tertera pada bagian pada bagian yang menggebung.	
13	Pipet tetes	Untuk meneteskan atau mengambil larutan dengan jumlah kecil.	
14.	Pengaduk	Untuk mengocok atau mengaduk suatu baik akan direaksikan maupun ketika reaksi sementara berlangsung.	
15.	Tabung reaksi	Untuk mereaksikan dua atau lebih zat.	
16.	Spatula	Untuk mengambil bahan-bahan kimia dalam bentuk padatan, misalnya dalam bentuk kristal. Untuk zat-zat yang bereaksi dengan logam digunakan spatula plastik sedangkan zat-zat yang tidak bereaksi dengan logam dapat digunakan spatula logam.	
17.	Kawat nikrom	untuk uji nyala dari beberapa zat.	
18.	Pipa kapiler atau kaca kapiler	Untuk mengalirkan gas ke tempat tertentu dan digunakan pula dalam penentuan titik lebur suatu zat.	

19.	Desikator	Untuk menyimpan bahan-bahan yang harus bebas air dan mengeringkan zat-zat dalam laboratorium. Dikenal dua jenis desikator yaitu desikator biasa dan desikator vakum.	
20.	Indikator universal	Untuk identifikasi keasamaan larutan/zat. Caranya: setelah kertas indikator universal dicelupkan di cocokan warna yang ada pada kotak kertas universal.	
21.	Kaca arloji	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. penutup saat melakukan pemanasan terhadap suatu bahan kimia</li> <li>2. Untuk menimbang bahan-bahan kimia</li> <li>3. Untuk mengeringkan suatu bahan dalam desikator.</li> </ol>	
22.	Kertas saring	Untuk menyaring larutan.	
23.	Kaki tiga	Kaki tiga sebagai penyangga pembakar spiritus.	
24.	Kawat kasa	Sebagai alas atau untuk menahan labu atau beaker pada waktu pemanasan menggunakan pemanas spiritus atau pemanas bunsen	
25.	Rak tabung reaksi	Tempat tabung reaksi.	

26.	Penjepit	Untuk menjepit tabung reaksi.	
27.	Batang stirer dan Stirer	Pengaduk magnetik. Untuk mengaduk larutan. Batang-batang magnet diletakan di dalam larutan kemudian disambungkan arus listrik maka secara otomatis batang magnetik dari stirer akan berputar.	
28.	mortal dan pastle	Menghaluskan zat yang masing bersifat padat/kristal.	
29.	Krusibel	Terbuat dari persolen dan bersifat inert, digunakan untuk memanaskan logam-logam.	
30.	Cawan penguap	Digunakan sebagai wadah. Misalnya penguapan larutan dari suatu bahan yang tidak mudah menguap.	
31.	Klem dan statif	Sebagai penjepit misalnya: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Untuk menjepit soklet pada proses ekstraksi</li> <li>· Menjepit buret dalam proses titrasi</li> <li>· Untuk menjepit kondensor pada proses destilasi</li> </ul>	
32.	Ring	Untuk menjepit corong pemisah dalam proses pemisahan dan untuk meletakan corong pada proses penyeringan.	

33.	Clay triangle	Untuk menahan wadah, misalnya krus pada saat pemanasan atau corong pada waktu penyaringan.	
34.	Kacamata pengaman	Untuk melindungi mata dari bahan yang menyebabkan iritasi dan melindungi dari percikan api, uap logam, serbuk debu, kabut dan zat-zat kimia yang meletup ketika dilakukan pemanasan, misalnya $H_2SO_4$ .	
35.	Pemanas spiritus	Untuk membakar zat atau memanaskan larutan.	
36.	Pemanas atau pembakar bunsen	Untuk memanaskan larutan dan dapat pula digunakan untuk sterilisasi dalam proses suatu proses.	
37.	Hot plate	Untuk memanaskan larutan. Biasanya untuk larutan yang mudah terbakar.	
38.	Oven	Untuk mengeringkan alat-alat sebelum digunakan dan digunakan untuk mengeringkan bahan yang dalam keadaan basah.	
39.	Tanur /furnace	Digunakan sebagai pemanas pada suhu tinggi, sekitar 1000 °C.	

- 
40. Inkubator                      Digunakan untuk fermentasi dan menumbuhkan media pada pengujian secara mikrobiologi.



### A. Pengenalan Bahan Kimia

Pengetahuan sifat bahan menjadi suatu keharusan sebelum bekerja di laboratorium. Sifat-sifat bahan secara rinci dan lengkap dapat dibaca pada Material Safety Data Sheet (MSDS) di dalam buku, CD, atau melalui internet. Pada tabel berikut disajikan sifat bahaya bahan berdasarkan kode gambar yang ada pada kemasan bahan kimia. Peraturan pada pengepakan dan pelabelan bahan kimia diwajibkan mencantumkan informasi bahaya berdasarkan tingkat bahaya bahan kimia khususnya untuk bahan yang tergolong pada hazardous chemicals atau bahan berbahaya dan beracun (B3).

Bahan berdasarkan fasa :

1. Padat
2. Cair
3. gas

Bahan berdasarkan kualitas

1. teknis
2. special grade : pro analyses (pa)
3. special grade : material referrences

Pengenalan Simbol bahaya (Hazard symbol)



Simbol bahaya digunakan untuk pelabelan bahan-bahan berbahaya menurut Peraturan tentang Bahan Berbahaya (*Ordinance on Hazardous Substances*). Peraturan tentang Bahan Berbahaya (*Ordinance on Hazardous Substances*) adalah suatu aturan untuk melindungi/menjaga bahan-bahan berbahaya dan terutama terdiri dari bidang keselamatan kerja. Arah Peraturan tentang Bahan Berbahaya (*Ordinance on Hazardous Substances*) untuk klasifikasi, pengepakan dan pelabelan bahan kimia adalah valid untuk semua bidang, area dan aplikasi, dan tentu saja, juga untuk lingkungan, perlindungan konsumen dan kesehatan manusia.

Simbol bahaya adalah piktogram dengan tanda hitam pada latar belakang oranye, kategori bahaya untuk bahan dan formulasi ditandai dengan simbol bahaya, yang terbagi dalam :

1. Resiko kebakaran dan ledakan (sifat fisika-kimia)
2. Resiko kesehatan (sifat toksikologi) atau
3. Kombinasi dari keduanya.

Berikut ini adalah penjelasan simbol-simbol bahaya .

### ***1. Explosive (bersifat mudah meledak)***

Bahan dan formulasi yang ditandai dengan notasi bahaya „explosive“ dapat meledak dengan pukulan/benturan, gesekan, pemanasan, api dan sumber nyala lain bahkan tanpa oksigen atmosferik. Ledakan akan dipicu oleh suatu reaksi keras dari bahan. Energi tinggi dilepaskan dengan propagasi gelombang udara yang bergerak sangat cepat. Resiko ledakan dapat ditentukan dengan metode yang diberikan dalam *Law for Explosive Substances*

Di laboratorium, campuran senyawa pengoksidasi kuat dengan bahan mudah terbakar atau bahan pereduksi dapat meledak . Sebagai contoh, asam nitrat dapat menimbulkan ledakan jika bereaksi dengan beberapa solven seperti aseton, dietil eter, etanol, dll. Produksi atau bekerja dengan bahan mudah meledak memerlukan pengetahuan dan pengalaman praktis maupun keselamatan khusus. Apabila bekerja dengan bahan-bahan tersebut kuantitas harus dijaga sekecil/sedikit mungkin baik untuk penanganan maupun persediaan/cadangan. Frase-R untuk bahan mudah meledak : R1, R2 dan R3



- Bahaya: eksplosif pada kondisi tertentu
- Contoh: ammonium nitrat, nitroselulosa, TNT

Keamanan : hindari benturan, gesekan, loncatan api, dan panas

## 2. *Oxidizing (Oxidator , pengoksidasi)*

Bahan-bahan dan formulasi yang ditandai dengan notasi bahaya “*oxidizing*“ biasanya tidak mudah terbakar. Tetapi bila kontak dengan bahan mudah terbakar atau bahan sangat mudah terbakar mereka dapat meningkatkan resiko kebakaran secara signifikan. Dalam berbagai hal mereka adalah bahan anorganik seperti garam (salt-like) dengan sifat pengoksidasi kuat dan peroksida-peroksida organik. Frase-R untuk bahan pengoksidasi : R7, R8 dan R9.



- Keamanan : hindari panas serta bahan mudah terbakar dan reduktor
- Bahaya : oksidator dapat membakar bahan lain, penyebab timbulnya api atau penyebab sulitnya pemadaman api

Contoh : hidrogen peroksida, kalium perklorat

## 3. *Flammable (mudah terbakar)*

Jenis bahaya flammable dibagi menjadi dua yaitu *Extremely flammable* (amat sangat mudah terbakar) dan *Highly flammable* (sangat mudah terbakar). Untuk Bahan- bahan dan formulasi yang ditandai dengan notasi bahaya “*extremely flammable* “ merupakan likuid yang memiliki titik nyala sangat rendah (di bawah 0 0C) dan titik didih rendah dengan titik didih awal (di bawah +350C). Bahan amat sangat mudah terbakar berupa gas dengan udara dapat membentuk suatu campuran bersifat mudah meledak di bawah kondisi normal. Frase-R untuk bahan amat sangat mudah terbakar adalah R12. Sedangkan untuk Bahan dan formulasi ditandai dengan notasi bahaya ‘*highly flammable*’ adalah subyek untuk self-heating dan penyalaan di bawah kondisi atmosferik biasa, atau mereka mempunyai titik nyala rendah (di bawah +21 0C). Beberapa bahan sangat mudah terbakar menghasilkan gas yang amat sangat mudah terbakar di bawah pengaruh

kelembaban. Bahan-bahan yang dapat menjadi panas di udara pada temperatur kamar tanpa tambahan pasokan energi dan akhirnya terbakar, juga diberi label sebagai ‘highly flammable’. Frase-R untuk bahan sangat mudah terbakar yaitu R11.



Bahaya: mudah terbakar

Meliputi :

1. zat terbakar langsung, contohnya aluminium alkil fosfor; keamanan : hindari campuran dengan udara.
2. gas amat mudah terbakar. Contoh : butane, propane. Keamanan : hindari campuran dengan udara dan hindari sumber api.
3. Zat sensitive terhadap air, yakni zat yang membentuk gas mudah terbakar bila kena air atau api.
4. Cairan mudah terbakar, cairan dengan titik bakar di bawah 21 0C. contoh : aseton dan benzene. Keamanan : jauhkan dari sumber api dan loncatan bunga api.

#### 4. *Toxic* (beracun)

Bahan dan formulasi yang ditandai dengan notasi bahaya ‘*toxic*’ dapat menyebabkan kerusakan kesehatan akut atau kronis dan bahkan kematian pada konsentrasi sangat tinggi jika masuk ke tubuh melalui inhalasi, melalui mulut (ingestion), atau kontak dengan kulit.

Suatu bahan dikategorikan beracun jika memenuhi kriteria berikut:

LD50 oral (tikus)	25 – 200 mg/kg berat badan
LD50 dermal (tikus atau kelinci)	50 – 400 mg/kg berat badan
LC50 pulmonary (tikus) untuk aerosol /debu	0,25 – 1 mg/L
LC50 pulmonary (tikus) untuk gas/uap	0,50 – 2 mg/L

Frase-R untuk bahan beracun yaitu R23, R24 dan R25



- Bahaya : toksik; berbahaya bagi kesehatan bila terhisap, tertelan atau kontak dengan kulit, dan dapat mematikan.
- Contoh: arsen triklorida, merkuri klorida

Kemananan : hindari kontak atau masuk dalam tubuh, segera berobat kedokter bila kemungkinan keracunan.

### 5. *Harmful irritant* (bahaya, iritasi)

Ada sedikit perbedaan pada symbol ini yaitu dibedakan dengan kode Xn dan Xi. Untuk Bahan dan formulasi yang ditandai dengan kode Xn memiliki resiko merusak kesehatan sedangkan jika masuk ke tubuh melalui inhalasi, melalui mulut (*ingestion*), atau kontak dengan kulit.

Suatu bahan dikategorikan berbahaya jika memenuhi kriteria berikut:

LD50 oral (tikus)	200-2000 mg/kg berat badan
LD50 dermal (tikus atau kelinci)	400-2000 mg/kg berat badan
LC50 pulmonary (tikus) untuk aerosol /debu	1 – 5 mg/L
LC50 pulmonary (tikus) untuk gas/uap	2 – 20 mg/L

Frase-R untuk bahan berbahaya yaitu R20, R21 dan R22



Sedangkan Bahan dan formulasi dengan notasi '*irritant*' atau kode Xi adalah tidak korosif tetapi dapat menyebabkan inflamasi jika kontak dengan kulit atau selaput lendir. Frase-R untuk bahan irritant yaitu R36, R37, R38 dan R41

### Kode Xn (*Harmful*)

- Bahaya: menimbulkan kerusakan kecil pada tubuh,
- Contoh : peridin
- Kemanan : hindari kontak dengan tubuh atau hindari menghirup, segera berobat ke dokter bila kemungkinan keracunan.

### Kode Xi (*irritant*)

- Bahaya: iritasi terhadap kulit, mata, dan alat pernapasan
- Contoh : ammonia dan benzyl klorida
- Keamanan : hindari terhirup pernapasan, kontak dengan kulit dan mata.

### 6. *Corrosive* (korosif)

Bahan dan formulasi dengan notasi '*corrosive*' adalah merusak jaringan hidup. Jika suatu bahan merusak kesehatan dan kulit hewan uji atau sifat ini dapat diprediksi karena karakteristik kimia bahan uji, seperti asam ( $\text{pH} < 2$ )  $> 11,5$ ), ditandai sebagai bahan korosif. Frase-R untuk bahan korosif yaitu R34 dan R35.



- Bahaya : korosif atau merusak jaringan tubuh manusia
- Contoh : klor, belerang dioksida
- Keamanan : hindari terhirup pernapasan, kontak dengan kulit dan mata

### 7. *Dangerous for Environment* (Bahan berbahaya bagi lingkungan)

Bahan dan formulasi dengan notasi '*dangerous for environment*' adalah dapat menyebabkan efek tiba-tiba atau dalam sela waktu tertentu pada satu kompartemen lingkungan atau lebih (air, tanah, udara, tanaman, mikroorganisma) dan menyebabkan gangguan ekologi. Frase-R untuk bahan berbahaya bagi lingkungan yaitu R50, R51, R52 dan R53.



- Bahaya : bagi lingkungan, gangguan ekologi
- Contoh : tributil timah klorida, tetraklorometan, petroleum bensin
- Keamanan : hindari pembuangan langsung ke lingkungan

## 1. MATERI PENGANTAR

Laboratorium Kimia Dasar merupakan bagian tidak terpisahkan dalam bidang Farmasi untuk tujuan pengambilan keputusan klinik, baik sebagai pertimbangan dalam pemilihan obat, penentuan dosis, hingga pemantauan terapi. Sebelum mulai melaksanakan fungsi tersebut, kemampuan mengidentifikasi dan menangani peralatan laboratorium merupakan hal yang mutlak dimiliki oleh individu yang bekerja di laboratorium.

## 2. TUJUAN PEMBELAJARAN

Setelah mengikuti pembelajaran praktikum ini, mahasiswa diharapkan mampu:

1. Mengetahui alat – alat yang digunakan di laboratorium kimia dasar
2. Memahami cara penggunaan setiap alat
3. Memahami cara pemeliharaan dan pembersihan setiap alat
4. Memahami tanda bahaya bahan kimia

## 3. PERSIAPAN

Lakukanlah dengan hati – hati:

1. Perhatikan setiap alat yang tersedia, baca keterangan pada masing-masing alat/kemasan/wadah.
2. Gambarkan dan rangkum kegunaan alat-alat tersebut pada tabel yang disediakan.

## 4. PROSEDUR PELAKSANAAN

1. Identifikasi jenis dan kegunaan alat

No	Nama dan Gambar Alat	Kegunaan
1.	Erlenmeyer	
2.	Pipet gondok	
3.	Bulb	

2. Identifikasi bahan berbahaya

No	Nama Bahan	Bahaya	Cara Bekerja dengan bahan tersebut
1.	KMnO <sub>4</sub>		
2.	Senyawa Benzen		
3.	CHCl <sub>3</sub>		

## 5. LATIHAN

- 5.1. Kelompokkan bahan laboratorium Kimia berdasarkan jenis bahayanya, berikan contoh masing-masing.
- 5.2. Amati dan gambar 10 macam alat gelas yang ada di laboratorium dan tuliskan fungsinya.
- 5.3. Tuliskan 10 bahan kimia yang tergolong bahan kimia Pro Analis (PA) dan bahan Kimia Teknis
- 5.4. Tuliskan nama kimia, rumus kimia, massa atom relative (Mr) dan sifat bahan tersebut

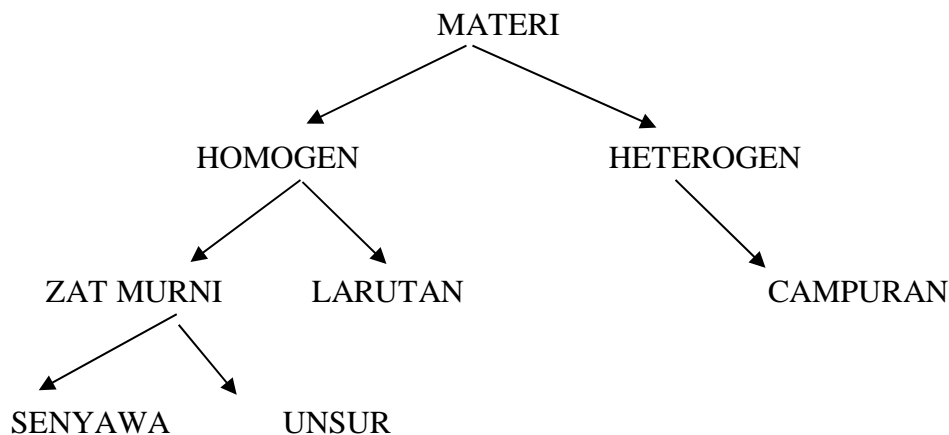
## PRAKTIKUM II. SIFAT-SIFAT FISIKA DAN KIMIA

### Tujuan

1. Mengamati beberapa logam dan non logam
2. Menentukan titik didih metanol dan cairan lain.
3. Menentukan apakah suatu senyawa padat larut atau tak larut dalam air
4. Menentukan apakah suatu cairan bercampur dengan air atau tidak.
5. Menentukan apakah suatu zat mengalami perubahan fisika atau kimia

### Diskusi

Salah satu cara menggolongkan materi adalah berdasarkan sifat-sifat fisika atau kimianya. Sifat-sifat dapat dibagi atas dua golongan serbasama (homogen) dan serbaneka (heterogen). Materi homogen mempunyai sifat fisika dan kimia yang tetap. Materi heterogen tidak mempunyai sifat-sifat yang tetap. Bila gula dan garam dicampur dapat terlihat homogen. Tetapi campuran tersebut berupa heterogen karena masing-masingnya mempunyai sifat-sifat fisika dan kimia yang sangat berbeda. Skema dibawah ini menggambarkan penggolongan materi.



Gula adalah sebuah senyawa dan merupakan contoh senyawa murni, dengan pemanasan, gula terurai menjadi unsur karbon dan senyawa air. Selanjutnya arus listrik dapat menguraikan senyawa air menjadi unsur hidrogen dan oksigen, dalam keadaan biasa, kedua unsur tersebut berupa gas tidak berwarna, tetapi sifat-sifat fisika dan kimianya sangat berbeda. Unsur berlainan dapat mempunyai sifat-sifat yang sama, tetapi tidak ada dua unsur yang mempunyai sifat yang sama.

Sifat-sifat fisika merupakan sifat zat yang dapat diukur atau diamati tanpa senyawa mengalami perubahan komposisi. Sifat-sifat fisika sangat banyak macamnya. Sifat-sifat fisika yang terpenting diantaranya adalah wujud (padat, cair atau gas), warna, densitas, bentuk kristal,

titik leleh, titik didih, hantaran listrik, hantaran panas, kelarutan, kekerasan dan lain-lain. Bau dan rasa juga termasuk sifat fisika walaupun diperlukan reaksi kimia untuk mengamatinnya.

Sifat-sifat kimia adalah sifat yang diukur atau diamati bila zat mengalami perubahan komposisi, dimana harus berlangsung reaksi kimia. Besi berkarat, kayu terbakar, hidrogen meledak, dan uranium meluruh secara radioaktif merupakan contoh-contoh perubahan kimia. Perubahan kimia selalu diikuti oleh perubahan energi. Perubahan kimia diamati seperti pembentukan gas, pembentukan senyawa sulit larut atau perubahan warna.

## **Peralatan dan bahan**

### **Peralatan**

1. Kawat kasa
2. Gelas piala 400 ml
3. Penjepit dan standar
4. Termometer 110 °C
5. Tutup gabus
6. Batu didih
7. Tabung reaksi 16 x 150 mm
8. Gelas piala 250 ml
9. Cawan penguap
10. *Handbook of Chemistry and Physics*

### **Bahan Kimia**

1. Botol-botol kecil berisi alumimum, kalsium, hidrogen, timbal, magnesium, raksa, neon, oksigen, belerang, seng.
2. Metil alkohol, CH<sub>3</sub>OH
3. Cairan sampel
4. Iod, I<sub>2</sub> kristal
5. Sukrosa C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub> Kristal
6. Pentanol-1, C<sub>5</sub>H<sub>11</sub>OH
7. Tembaga, Cu Kawat
8. Amonium dikromat, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> padat
9. Kalium dikromat, K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> padat
10. Larutan natrium karbonat, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,5 M
11. Larutan Natrium Sulfat, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1 M
12. Asam klorida encer, HCL 6 M
13. Larutan natrium sulfat, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1 M
14. Timbal (II) Nitrat, Pb (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 0,1 M
15. Larutan Kalium iodida, KI 0,1 M

## Prosedur

### 1. Pengamatan Sifat-sifat Fisika

Amati botol-botol kecil yang berisi unsur-unsur berikut,

- |              |            |
|--------------|------------|
| a. Aluminium | b. Kalsium |
| c. Hidrogen  | d. Timbal  |
| e. Magnesium | f. Raksa   |
| g. Neon      | h. Oksigen |
| i. Belerang  | j. Seng    |

### 2. Titik Didih

a. Diletakkan gelas piala 400 mL di atas kasa. Masukkan 300 mL air ke dalam piala dan didihkan. Matikan pemanas, masukkan 2 mL metil alkohol dan sebutir batu didih ke dalam tabung reaksi. Masukkan tabung reaksi ke dalam air di gelas piala. Masukkan termometer ke dalam tabung reaksi sampai 1 cm di atas permukaan alkohol. Biarkan alkohol mendidih beberapa menit, catat suhu setelah ada kondensat menetes dari ujung termometer.

**Perhatian:** Metil alkohol sangat mudah terbakar, jauhkan uapnya dari nyala api.

b. Tentukan titik didih cairan tugas dengan cara yang sama. Catat nomor kode cairan tugas.

3. **Kelarutan :** Masukkan 5 mL (1/4 tabung) air suling ke dalam dua tabung reaksi. Masukkan sebutir kristal iod ke dalam tabung yang satu dan kristal sukrosa ke dalam tabung yang lain dan kocok beberapa menit. Catat apakah senyawa larut atau tidak.

4. **Pencampuran :** Masukkan masing-masing 5 mL air ke dalam dua tabung reaksi. Masukkan beberapa tetes metil alkohol kedalam tabung satu dan beberapa tetes Pentanol-1 (amil alcohol) kedalam tabung lain. Kocok sebentar dan amati apakah cairan saling bercampur atau tidak ?

## Mempelajari sifat-sifat Kimia

### 1. Pemanasan Unsur

a. Perhatikan sepotong kawat tembaga. Dipanaskan sampai merah, kemudian dinginkan. Amati perubahan dan sebutkan apakah itu perubahan fisika atau kimia ?

b. Masukkan 4 butir kristal iod dalam gelas piala kering. Tutup dengan cawan penguap dan masukkan es dalam cawan penguap. Letakkan piala diatas kasa dan panaskan dengan hati-hati sampai iod pindah ke dasar cawan penguap. Apakah perubahan tersebut fisika atau kimia ?

2. **Pemanasan Senyawa** Masukkan kristal amonium dikromat sebesar kacang kedele ke dalam tabung reaksi pertama dan kalium dikromat ke tabung reaksi kedua. Panaskan tabung pelan-pelan. Tentukan apakah perubahan tersebut fisika atau kimia ?

### 3. Reaksi Larutan

- a. Masukkan 2 ml, larutan natrium karbonat dan natrium sulfat dalam dua tabung terpisah. Tambahkan beberapa tetes asam klorida encer kedalam masing-masing tabung. Amati apakah terjadi perubahan. Apakah itu perubahan fisika atau kimia ?

**Catatan** Tidak bereaksi adalah perubahan fisika karena sifat fisika massa dan volume berubah.

- b. Masukkan dalam dua tabung masing-masing 2 mL natrium nitrat dan 2 mL timbal nitrat. Tambahkan beberapa tetes kalium iodida kedalam masing-masing tabung. Catat hasil sebelum dan sesudah dicampurkan.

### **Tugas sebelum Pratikum**

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan : perubahan kimia, perubahan fisika, senyawa, unsur, logam, bercampur, campuran, nonlogam, sifat fisika, sifat kimia, sublimasi zat ?
2. Sebutkan beberapa contoh sifat fisika ?
3. Sebutkan beberapa contoh sifat kimia ?
4. Berapa kira-kira volume 1/10 tabung. Berapa volume 1/4 labung ?
5. Apa kegunaan batu didih dalam penentuan titik didih cairan ?
6. Apa bukti percobaan bahwa reaksi kimia berlangsung ?
7. Aturan keselamatan apa yang harus diperhatikan pada percobaan ini ?

## PRAKTIKUM III KONSENTRASI LARUTAN

### TUJUAN

- Mahasiswa dapat memahami beberapa satuan konsentrasi
- Mahasiswa dapat memahami dan menentukan konsentrasi larutan
- Mahasiswa terampil dalam menggunakan peralatan untuk membuat larutan

### DASAR TEORI

Larutan terdiri dari dua komponen: zat terlarut dan zat pelarut. Percobaan kali ini difokuskan pada aqueous solutions, yaitu larutan yang terbentuk dengan pelarut air. Pembentukan larutan umumnya didasarkan pada prinsip *like dissolves like*. Molekul polar atau senyawa ionik akan larut dalam air yang bersifat polar. Molekul nonpolar, seperti minyak dan lemak, akan larut dalam pelarut nonpolar, seperti benzena, kloroform, petroleum eter, dll.

Larutan merupakan campuran homogen dengan komposisi yang bervariasi. Bila zat terlarut dilarutkan dalam pelarut dengan jumlah tertentu, laju pelarutan dari zat terlarut tergantung pada ukuran partikel zat terlarut, tingkat pengadukan dan temperatur. Jumlah zat terlarut yang dapat larut dalam sejumlah pelarut disebut kelarutan zat terlarut. Kelarutan tergantung pada temperatur larutan. Kelarutan sebagian besar garam naik apabila temperatur naik dan hanya sebagian kecil yang bersifat sebaliknya. Semakin banyak zat terlarut maka konsentrasi suatu larutan semakin besar, begitu juga sebaliknya.

Konsentrasi suatu larutan adalah perbandingan jumlah zat terlarut dengan jumlah pelarut. Ada beberapa cara untuk menyatakan konsentrasi suatu larutan yaitu dengan molaritas (M), normalitas (N), molalitas (m), persen (%) berat atau volume, ppm dan ppb.

- **Molaritas (M):** menyatakan jumlah mol zat terlarut yang terdapat dalam satu liter larutan.

$$M = \text{mol zat terlarut} / \text{1L larutan}$$

Contoh: Larutan HCl 0,6 M artinya terdapat 0,6 mol HCl dalam setiap liter larutan HCl. Larutan dapat dibuat dengan cara melarutkan 0,6 mol HCl dalam air sampai volume menjadi 1 liter

- **Normalitas (N):** menyatakan jumlah molekivalen zat terlarut yang terdapat dalam satu liter larutan.

$$N = \text{mol ekivalen zat terlarut} / 1 \text{ L larutan}$$

Contoh: Larutan 0,5 N KMnO<sub>4</sub> adalah larutan yang mengandung 0,5 mol ekivalen KMnO<sub>4</sub> dalam tiap liter larutan. Jumlah mol ekivalen tergantung pada suasana reaksi atau lebih tepatnya tergantung pada jumlah elektron yang ditransfer dalam proses pelarutan.

- **Molalitas (m):** menyatakan jumlah mol zat terlarut yang terdapat dalam 1000 g (1 Kg) pelarut.

$$m = \text{mol zat terlarut} / 1 \text{ Kg larutan}$$

Contoh: Larutan NaOH 0,6 m adalah larutan yang mengandung 0,6 mol NaOH dalam satu Kg pelarut. Larutan dibuat dengan menambahkan 0,6 mol NaOH kedalam 1000 g air.

- **Persen berat (% b/b):** menyatakan jumlah gram zat terlarut dalam 100 g larutan.

Contoh: Larutan NaOH 5%, artinya terdapat 5 gram NaOH dalam 100 gram larutan, dengan kata lain 5 gram NaOH, 95 gram air

- **Persen volume (% v/v):** menyatakan jumlah mL zat terlarut dalam 100 mL larutan.

Contoh: Larutan alkohol 70% adalah larutan yang mengandung 70 mL alkohol dalam 100 mL larutan (70 mL alcohol dengan 30 mL air). Larutan dibuat dengan menambahkan 70 mL alkohol kedalam air sampai volumenya 100 mL (30 mL air)

- **Persen berat per volume (% b/v):** menyatakan jumlah gram zat terlarut dalam 100 mL larutan.

Contoh: Larutan gula 10% adalah larutan yang mengandung 10 gram gula dalam 100 mL larutan. Larutan dibuat dengan melarutkan 10 gram gula ke dalam air sampai volumenya 100 mL

- **PPM (Parts per Million)** : Satuan PPM ekuivalen dengan 1 mg zat terlarut dalam 1 liter larutan.

Contoh : Apabila kita akan membuat larutan stok IAA 0,05% (500 ppm), maka IAA yang ditimbang = 0,500 gr, ( teteskan alkohol sampai IAA larut), tambahkan aquadest dalam labu takar sampai volume 1000 ml (1 Liter)

- **PPB (Parts per Billion)** : PPB ekuivalen dengan 1 ug zat terlarut per 1 liter larutan.

Konsentrasi larutan dapat diturunkan dengan cara mengencerkan larutan tersebut. Adapun rumus yang harus digunakan dalam **pengenceran larutan** adalah:

$V_1 \times N_1$	$= V_2 \times N_2$
$V_1 \times M_1$	$= V_2 \times M_2$

- Contoh soal 1:

Tentukan massa KNO<sub>3</sub> yang harus ditimbang untuk membuat larutannya sebanyak 250 mL dengan konsentrasi 0,150 M. Massa molar KNO<sub>3</sub> 101,1 g/mol.

- Penyelesaian:

$$\text{Massa KNO}_3 = 0,150 \text{ mol} \times 101,1 \text{ g/mol} \times 250 \text{ mL}/1000 \text{ mL}$$

$$= 3,79 \text{ g.}$$

- Contoh soal 2:

Hitung mL HNO<sub>3</sub> pekat (70% massa) yang diperlukan untuk membuat 500 mL larutan HNO<sub>3</sub> 1,00 M. Massa molar HNO<sub>3</sub> 63 g/mol dan kerapatannya 1,42 g/mL

- Penyelesaian:

$$\text{mL HNO}_3 = 1 \text{ mol}/1000 \text{ mL} \times 63 \text{ g}/1 \text{ mol} \times 100 \text{ g}/70 \text{ g} \times 500 \text{ mL} \times 1 \text{ mL}/1,42 \text{ g}$$

$$= 31,7 \text{ mL}$$

## ALAT DAN BAHAN

### ALAT

Neraca analitik, Kaca arloji, kertas perkamen, Spatula, Gelas kimia / Beaker glass, Batang pengaduk, Corong, Labu Ukur 10 mL, Labu Ukur 25 mL, Labu Ukur 50 mL, Pipet volum 2 mL, Peeler, dan Botol semprot.

### BAHAN

Aquades, NaCl 50 mg, NaCl 58,5 mg, dan NaCl 100 mg

## PROSEDUR KERJA

1. Timbang sejumlah (... mg) NaCl ( $M_r = 58,5$ ) menggunakan wadah kaca arloji
2. Masukkan NaCl tersebut kedalam labu ukur(1) menggunakan corong. Kemudian bilas.
3. Pipet sejumlah **2 mL** larutan NaCl, kemudian pindahkan ke dalam labu ukur(2).
4. Encerkan larutan NaCl menggunakan aquades sampai tanda batas labu ukur(2).
5. Tentukan konsentrasi larutan NaCl tersebut pada labu ukur(1) maupun labu ukur(2).

### Percobaan 1

- Massa NaCl 50 mg
- Labu ukur(1) → Labu ukur 50 ml
- Labu ukur(2) → Labu ukur 10 ml

Jenis Labu	Massa NaCl	Konsentrasi (M)	Konsentrasi(ppm)
Labu ukur 50 ml			
Labu ukur 10 ml			

### Percobaan 2

- Massa NaCl 50 mg
- Labu ukur(1) → Labu ukur 50 ml
- Labu ukur(2) → Labu ukur 25 ml

Jenis Labu	Massa NaCl	Konsentrasi (M)	Konsentrasi(ppm)
Labu ukur 50 ml			
Labu ukur 25 ml			

### Percobaan 3

- Massa NaCl 50 mg
- Labu ukur(1) → Labu ukur 25 ml
- Labu ukur(2) → Labu ukur 10 ml

Jenis Labu	Massa NaCl	Konsentrasi (M)	Konsentrasi(ppm)
Labu ukur 25 ml			
Labu ukur 10 ml			

### Percobaan 4

- Massa NaCl 100 mg
- Labu ukur(1) → Labu ukur 50 ml
- Labu ukur(2) → Labu ukur 10 ml

Jenis Labu	Massa NaCl	Konsentrasi (M)	Konsentrasi(ppm)
Labu ukur 50 ml			
Labu ukur 10 ml			

### Percobaan 5

- Massa NaCl 100 mg
- Labu ukur(1) → Labu ukur 50 ml
- Labu ukur(2) → Labu ukur 25 ml

Jenis Labu	Massa NaCl	Konsentrasi (M)	Konsentrasi(ppm)
Labu ukur 50 ml			
Labu ukur 25 ml			

### Percobaan 6

- Massa NaCl 100 mg
- Labu ukur(1) → Labu ukur 25 ml
- Labu ukur(2) → Labu ukur 10 ml

Jenis Labu	Massa NaCl	Konsentrasi (M)	Konsentrasi(ppm)
Labu ukur 25 ml			
Labu ukur 10 ml			

#### Percobaan 7

- Massa NaCl 58,5 mg
- Labu ukur(1) → Labu ukur 50 ml
- Labu ukur(2) → Labu ukur 10 ml

Jenis Labu	Massa NaCl	Konsentrasi (M)	Konsentrasi(ppm)
Labu ukur 50 ml			
Labu ukur 10 ml			

#### Percobaan 8

- Massa NaCl 58,5 mg
- Labu ukur(1) → Labu ukur 50 ml
- Labu ukur(2) → Labu ukur 25 ml

Jenis Labu	Massa NaCl	Konsentrasi (M)	Konsentrasi(ppm)
Labu ukur 50 ml			
Labu ukur 25 ml			

#### Percobaan 9

- Massa NaCl 58,5 mg
- Labu ukur(1) → Labu ukur 25 ml
- Labu ukur(2) → Labu ukur 10 ml

Jenis Labu	Massa NaCl	Konsentrasi (M)	Konsentrasi(ppm)
Labu ukur 25 ml			
Labu ukur 10 ml			

### PERTANYAAN

1. Dari hasil percobaan, tentukan konsentrasi larutan NaCl dan massa NaCl terlarut?
2. Jika 5 g NaCl dilarutkan dalam 20 mL larutan pada temperatur kamar, tentukan larutan yang terbentuk merupakan larutan jenuh, lewat jenuh, atau tak jenuh?

## TUGAS

1. Jika 5 g NaCl dilarutkan dalam 250 mL larutan, tentukan:
  - (a) Konsentrasi larutan dalam persen (m/v)
  - (b) Molaritas larutan
2. Apa yang dimaksud dengan larutan jenuh?
3. Sebutkan tiga faktor yang menentukan laju pelarutan zat terlarut!
4. Sebutkan tiga faktor yang menentukan kelarutan zat terlarut!

## PRAKTIKUM IV. SIFAT POLAR DAN KELARUTAN

### TUJUAN

- Mahasiswa memahami prinsip kelarutan suatu senyawa dalam pelarut polar dan non polar.

### DASAR TEORI

Larutan adalah campuran dua atau lebih senyawa dalam keadaan homogen secara kimia maupun fisika. Kelarutan suatu solut (zat terlarut) didefinisikan sebagai jumlah solut per unit solven (pelarut) yang diperlukan untuk membuat larutan jenuh pada suhu tertentu. Dalam larutan jenuh, terjadi keseimbangan antara jumlah senyawa yang melarut dengan jumlah senyawa yang mengkristal.



Dalam proses pembentukan larutan terjadi interaksi antara solut-solut, solut- solven, solven-solven. Larutan terbentuk bila berinteraksi dengan sifat yang sama jenisnya dikenal dengan sebutan Like dissolve like.

Hal yang mempengaruhi kelarutan antara lain : polaritas solut / solven, suhu, ion sejenis atau ion asing, pembentukan kompleks, dll.

### ALAT DAN BAHAN

#### ALAT

Tabung reaksi besar, gelas ukur 5 ml, pengaduk gelas.

#### BAHAN

Iodium kristal, KI, Kloroform, Air, etanol.

### PROSEDUR KERJA

#### Percobaan I

1. Alirkan 2 ml kloroform ke dalam tabung reaksi I
2. Alirkan 2 ml air ke dalam tabung reaksi I
3. Alirkan 2 ml Eter kedalam tabung reaksi I
4. Masukkan 1-2 kristal Iodium ke dalam tabung reaksi I perlahan-lahan.  
(Amati perubahan warna yang terjadi pada masing-masing lapisan)
5. Tutup tabung dengan aluminium foil, kocok hati-hati lalu diamkan.  
(amati perubahan warna yang terjadi pada masing-masing lapisan)

## Percobaan II

- a. Alirkan 2 ml air ke dalam tabung reaksi II, ukur pH dengan indikator universal. Amati perubahan warna yang terjadi.
- b. masukan kristal iodium ke dalam tabung reaksi II, kocok dan amati warnayang terjadi. ukur pH dengan indikator universal.
- c. masukan 100 mg KI ke dalam tabung reaksi II, kocok perlahan dan amatiwarna yang terbentuk.

## Percobaan III.

- a. Ulangi tahapan 1-5 pada Percobaan I dengan komposisi cairan sebagaiberikut:  
2 ml kloroform, 2 ml air, 6 ml eter. Amati susunan lapisan dan warna yangterjadi.

## Percobaan IV

- a. Ulangi tahapan 1-5 pada Percobaan I dengan komposisi cairan sebagai berikut:  
2 ml kloroform, 2 ml air, 2 ml etanol. Amati susunan lapisan dan warna yangterjadi.

## TUGAS

1. Carilah sifat-sifat senyawa ( I<sub>2</sub>, KI, Kloroform, eter dan etanol) yang diperlukan untuk menjelaskan peristiwa yang terjadi pada perobaan I-IV (polaritas, densitas, kelarutan, wujud zat dan warna zat, penyimpanan, rumus molekul, dll) !
2. Jelaskan mengapa cairan-cairan tersebut diatas memisah dengan susunan lapisan tertentu !
3. Mengapa kepekatan warna iodium dalam air berbeda dengan kepekatan warna iodium dalam larutan KI?
4. urutkan kepolaran cairan (air, etil asetat, heksana, kloform, aseton, butanol, eter, etanol, metanol)

## PUSTAKA

1. McMurry, J. E. and Fay, R. C., 2012. Chemistry , 6<sup>th</sup> Ed., New York : PearsonPrentice Hall.
2. The Merck Index, 1996. An Encyclopedia of chemical, Drug and Biological, 12<sup>th</sup> edition, Merck & Co Inc,

Chang, R., 2010. *Chemistry, 10<sup>th</sup> Ed.*, Boston : McGraw-Hill Companies, In

## PRAKTIKUM V. STOIKIOMETRI REAKSI SEDERHANA

Kompetensi yang akan dicapai:		
mahasiswa mampu menentukan koefisien reaksi berdasarkan persamaannya	mahasiswa mampu menentukan jumlah mol komponen reaksi berdasarkan koefisiennya	mahasiswa mampu menyelesaikan perhitungan stoikiometri reaksi kimia sederhana

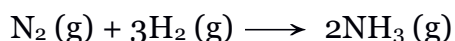
### A. Tujuan Percobaan

1. Menentukan koefisien reaksi berdasarkan reaksi pembentukan endapan dan perubahan temperatur.
2. Menentukan hasil reaksi berdasarkan konsep mol.

### B. Dasar Teori

Ilmu kimia mempelajari perubahan materi secara kimia, yakni perubahan yang menghasilkan materi dengan jenis dan sifat yang berbeda dari materi pembentuknya. Perubahan ini dapat diamati dari bentuk hasil reaksi seperti terbentuk gas, endapan, terjadi perubahan warna, atau perubahan kalor.

Secara teoritis, perubahan kimia dapat ditulis dalam bentuk persamaan reaksi kimia yang menunjukkan reaktan dan produk reaksi. Persamaan tersebut disetarakan dengan koefisien reaksi, yakni konversi yang menunjukkan jumlah atom atau molekul yang terlibat dalam reaksi. Secara stoikiometri, koefisien tersebut menyatakan jumlah mol senyawa yang bereaksi seperti reaksi antara gas nitrogen dan gas hidrogen membentuk gas amonia sebagai berikut:



Persamaan ini menyatakan bahwa 1 molekul nitrogen bereaksi dengan 3 molekul hidrogen membentuk 2 molekul ammonia. Jika dikonversi ke mol, berarti 1 mol nitrogen bereaksi dengan 3 mol hidrogen membentuk 2 mol amonia. Angka 1, 3, dan 2 adalah koefisien reaksi sebagai faktor konversi.

Koefisien tersebut dapat ditentukan secara eksperimen. Salah satu cara sederhana yang sering digunakan adalah metode variasi kontinu. Dalam sederetan percobaan yang dilakukan, jumlah molar total campuran pereaksi dibuat tetap, sedangkan jumlah molar masing-masing reaktan diubah secara teratur. Perubahan yang terjadi dapat berupa perubahan jumlah zat, volume, atau temperatur sistem.

Metode variasi kontinu disesuaikan dengan sifat reaksi. Misal reaksi hidrolisis asam basa yang menghasilkan endapan, maka variasi kontinu yang digunakan

berdasarkan jumlah endapan yang terbentuk. Jika sifat reaksi menghasilkan perubahan temperatur, misal reaksi asam basa yang bersifat eksotermis, maka variasi kontinu yang digunakan adalah perbedaan temperatur. Reaksi yang menghasilkan endapan, temperatur, atau parameter lainnya yang terukur maksimal adalah reaksi yang koefisiennya sesuai.

### C. Alat dan Bahan

#### 1. Alat

- |                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| a. Gelas piala 50 ml | c. Pipet ukur 5 mL |
| b. Penggaris         | d. Termometer      |

#### 2. Bahan

- |                            |                  |
|----------------------------|------------------|
| a. NaOH 0,1 M              | d. HCl 1,0 M     |
| b. NaOH 1,0 M              | e. Kertas saring |
| c. CuSO <sub>4</sub> 0,1 M | f. Akuades       |

### D. Cara Kerja

#### 1. Stokiometri reaksi pengendapan

- Masukkan 5 mL NaOH 0,1 M pada gelas piala 50 mL, kemudian tambahkan 25 mL larutan CuSO<sub>4</sub> 0,1 M. Aduk lalu diamkan hingga terbentuk endapan.
- Ukur tinggi endapan yang terbentuk menggunakan mistar (agar akurat gunakan satuan milimeter).
- Lakukan cara yang sama untuk:
  - 10 ml NaOH 0,1 M dan 20 ml CuSO<sub>4</sub> 0,1 M
  - 15 ml NaOH 0,1 M dan 15 ml CuSO<sub>4</sub> 0,1 M
  - 20 ml NaOH 0,1 M dan 10 ml CuSO<sub>4</sub> 0,1 M
  - 25 ml NaOH 0,1 M dan 5 ml CuSO<sub>4</sub> 0,1 M
- Saring larutan yang endapannya paling tinggi menggunakan kertas saring yang beratnya telah diketahui. Endapan yang diperoleh dikeringkan kemudian ditimbang.

#### 2. Stokiometri reaksi asam-basa

- Masukkan 5 mL NaOH 1,0 M ke dalam gelas piala 50 mL, kemudian tambahkan 25 ml HCl 1,0 M. Sebelum dicampurkan, wadah kedua larutan direndam dalam penangas agar temperaturnya sama.
- Setelah tercampur, ukur temperatur campuran dan catat temperatur maksimum yang konstan.

- c. Lakukan cara yang sama untuk:
- 10 ml NaOH 1,0 M dan 20 ml HCl 1,0 M
  - 15 ml NaOH 1,0 M dan 15 ml HCl 1,0 M
  - 20 ml NaOH 1,0 M dan 10 ml HCl 1,0 M
  - 25 ml NaOH 1,0 M dan 5 ml HCl 1,0 M

## E. Hasil Pengamatan

### 1. Stokiometri reaksi pengendapan

No	Jumlah NaOH 0,1 M (mL)	Jumlah CuSO <sub>4</sub> 0,1 M (mL)	Tinggi endapan (mm)
1.	5	25	
2.	10	20	
3.	15	15	
4.	20	10	
5.	25	5	

Buat grafik yang menyatakan hubungan antara tinggi endapan (sumbu y) dan volume larutan NaOH (sumbu x), sehingga diperoleh titik optimum kurva.

### 2. Stokiometri reaksi asam-basa

No	Jumlah NaOH 1,0 M (mL)	Jumlah HCl 1,0 M (mL)	Temperatur larutan (°C)
1.	5	25	
2.	10	20	
3.	15	15	
4.	20	10	
5.	25	5	

Buat grafik yang menyatakan hubungan antara perubahan temperatur (sumbu y) dan volume NaOH (sumbu x), sehingga diperoleh titik optimum kurva.

## F. Pengolahan Data

1. Titik optimum kurva menyatakan perbandingan koefisien reaksi yang sesuai.
2. Berdasarkan titik optimum tersebut, tentukan koefisien reaksi berdasarkan perbandingan mol reaktan.
3. Mol reaktan dihitung menggunakan persamaan  $mol = M \times V$ .
4. Bandingkan koefisien reaksi tersebut dengan koefisien reaksi secara teori berdasarkan persamaan reaksinya.
5. Tentukan rendemen hasil reaksi pengendapan menggunakan konsep mol berdasarkan berat endapan yang diperoleh.
6. Berat endapan secara teori dihitung menggunakan persamaan  $gram = mol \times Mr$ .

### **G. Pembahasan**

1. Jelaskan prinsip percobaan ini!
2. Jelaskan alasan titik optimum kurva digunakan sebagai acuan untuk menentukan koefisien yang sesuai!
3. Bandingkan dan berikan penjelasan singkat hubungan antara perhitungan teoritis dan hasil percobaan yang diperoleh!

### **H. Tugas Pendahuluan**

1. Buat laporan sementara percobaan ini!
2. Pelajari konsep reaksi endapan!
3. Pelajari hubungan reaksi eksotermis dan temperatur!

### **I. Referensi**

Chang R., 2003, *General Chemistry: The Essential Concepts*, alih bahasa: Indra Noviadri dkk, 2004, *Kimia Dasar Jilid 1*, Jakarta: Penerbit Erlangga.

Beran & Brady, 1978, *Laboratory Manual for General Chemistry*, New York: John Wiley & Sons.

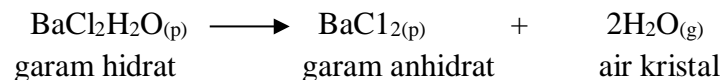
## PRAKTIKUM VI. PENENTUAN JUMLAH MOLEKUL AIR HIDRAT

### Tujuan

1. Menentukan persentase air dalam barium klorida dihidrat/Asam oksalat dihidrat.
2. Menentukan persentase air dalam garam hidrat.
3. Menghitung air kristal garam hidrat.
4. Mengetahui cara menganalisis hidrat.

### Diskusi

Garam hidrat adalah garam yang mempunyai sejumlah molekul air dalam setiap satuan molekulnya. Jumlah molekul air tersebut dikenal dengan air kristal. Misalnya barium klorida dihidrat,  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , mempunyai dua molekul air kristal. Hidrat lain mempunyai air kristal berkisar dari satu sampai dua belas. Dengan pemanasan, hidrat terurai menjadi garam anhidrat dan uap air.



Persentase air teoritis dalam garam hidrat didapatkan dengan membandingkan massa air kristal terhadap massa garam hidrat. Hal ini dilakukan setelah didapatkan rumus garam hidrat.

### Contoh Soal 1.

Hitung persentase air dalam barium klorida dihidrat.

Penyelesaian Rumus molekul hidrat adalah  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

$$\begin{array}{rcl} \text{Ba} & = 1 \times 137,3 & = 137,3 \text{ sma} \\ \text{Cl} & = 2 \times 35,5 & = 71,0 \text{ sma} \\ \text{air} & = 2 \times 18,0 & = 36,0 \text{ sma} \\ \hline \text{Jumlah} & & = 244,3 \text{ sma} \end{array}$$

Persentase air teoritis didapat dengan membagi massa air kristal (36,0 sma) dengan massa hidrat (244,3 sma).

$$\text{Persen air} = \frac{36 \text{ sma}}{244,3 \text{ sma}} \times 100\% = 14,7 \%$$

Persentase air percobaan dalam hidrat ditentukan dengan membagi massa air yang dibebaskan dengan massa senyawa, dinyatakan dalam persen.

**Contoh Soal 2.**

1.250 g sampel barium klorida dihidrat meninggalkan 1,060 g sisa pemanasan.  
Hitung persen air percobaan. penyelesaian Massa air yang hilang didapat dengan pengurangan.

$$\begin{array}{r} 1,2501\text{g} - 1,060\text{g} = 0.190\text{g} \\ \text{hidrat} \quad \text{anhidrat} \quad \text{air} \end{array}$$

$$\text{Persen air percobaan} = \frac{0.190 \text{ g}}{1.250 \text{ g}} \times 100\% = 15,2 \%$$

Hasil kerja laboratorium dapat diukur dengan membandingkan persen air percobaan dengan persen teoritis. Contoh diatas kedua angka tersebut cocok. Persentase air dalam  $\text{BaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  adalah 14,7 % secara teoritis dan secara percobaan didapatkan 15,2 %.

Pada percobaan ini barium klorida dihidrat dan sampel garam hidrat dipanaskan untuk menentukan persentase air dalam garam hidrat. Sampel garam hidrat dianalisis dengan cara yang sama dengan prosedur barium klorida. Massa relatif molekul hidrat diperlukan untuk menghitung air kristal.

### Contoh Soal 3

Suatu garam hidrat ditemukan mengandung 62,6 % air. Massa relatif molekul garam anhidrat (GA) adalah 106 sma. Hitung jumlah air kristal.

**Penyelesaian** Dalam 100,0 g garam hidrat terdapat 62,6 g air dan 37,4 g garam anhidrat. Mol air dan mol garam anhidrat (GA) dalam hidrat

$$62,6 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} = 3,46 \text{ mol H}_2\text{O}$$

$$37,6 \text{ g GA} \times \frac{1 \text{ mol GA}}{106 \text{ g GA}} = 0,353 \text{ mol GA}$$

Air kristal didapatkan dari perbandingan mol air dengan mol GA

$$\frac{3,46 \text{ mol H}_2\text{O}}{0,353 \text{ mol GA}} = 9,86 \approx 10$$

Air kristal selalu berupa bilangan bulat karena itu dibulatkan jadi 10. Rumus molekulgaram hidrat adalah  $\text{GA} \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

### Prosedur

#### A. Persentase Air dalam Barium Klorida Dihidrat

1. Ditimbang gelas piala 250 mL beserta kaca arloji penutupnya. Masukkan 1,2 - 1,8 g barium klorida dihidrat dan timbang kembali.
2. Tutup gelas piala dengan kaca arloji dan letakkan diatas kawat kasa. Panaskan perlahan-lahan supaya garam tidak memercik. Dinding gelas piala dan bagian bawah kaca arloji akan kelihatan lembab. Lanjutkan pemanasan sampai kelembaban hilang. Kristal akan berubah jadi bubuk.
3. Matikan pemanas, biarkan gelas piala dingin selama 10 menit. Dengan hati-hati pindahkan gelas piala ke dalam timbangan, ditimbang gelas piala bersama kaca arloji dan garam anhidrat.
4. Ulangi percobaan dengan barium klorida dihidrat baru. Hitung persentase air hidrat setiap percobaan dan hitung rata-ratanya.

## B. Persen Air Hidrat dalam Sampel Garam Hidrat

1. Ambil garam hidrat tugas dan catat nomor kodenya.
2. Lakukan percobaan seperti di A.

## C. Air Kristal Garam Hidrat

Diperoleh massa relatif garam anhidrat tugas dari asisten. Hitung air kristalnya. Asisten perlu mencek hasil percobaan sebelum memberikan massa molekul.

**Catatan** Hasil yang diperoleh nilai air kristal berbeda-beda, persepuluhan dari bilangan bulat seperti 2,1 dan 6,7. Tetapi nilai air kristal harus dijadikan bilangan bulat yaitu 2 dan 7.

## Tugas Sebelum Pratikum

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan : garam anhidrat, massa relatif molekul, garam hidrat, persen komposisi, air kristal, penimbangan selisih.
2. Massa gelas piala dan kaca arloji adalah 95,486 g. Suatu sampel garam hidrat ditambahkan dalam gelas piala dan timbang kembali. Berapa nilai massa berikut yang benar ?
  - a. 96,5 g
  - b. 96,501 g
  - c. 97,0 g
  - d. 96,818 g
  - e. 97,644 g
3. Jelaskan cara menentukan bahwa semua air hidrat sudah hilang.
4. Bagaimana pengaruh terhadap penimbangan bila piala panas ditimbang.
5. Analisis sampel barium klorida dihidrat didapatkan data berikut, massa piala + kaca arloji + hidrat = 102,238 g  
massa piala + kaca arloji =  
101,046 g  
massa piala + kaca arloji + anhidrat = 102  
069 g  
Hitung persentase air percobaan. Apakah hasil percobaan ini cocok dengan hasil teoritis ?
6. Sebutkan aturan keselamatan yang harus diperhatikan pada percobaan ini?

## PRAKTIKUM VII. PENENTUAN pH LARUTAN

- **Tujuan Percobaan**

Menentukan pH larutan dengan menggunakan indikator asam basa dan indikator yang terdapat pada tumbuh-tumbuhan.

- **Alat dan Bahan**

**Alat:**

- |                  |         |
|------------------|---------|
| 1. Tabung reaksi | 12 buah |
| 2. Rak tabung    | 1 buah  |
| 3. Pipet tetes   | 10 buah |

**Bahan:**

- |  |      |                                 |      |
|--|------|---------------------------------|------|
| 1. Larutan HCl 0,1 M   | 1 mL | 9. Kertas Lakmus merah dan biru |      |
| 2. Larutan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,1 M                  | 1 mL | 10. Larutan indikator MO        | 1 mL |
| 3. Larutan Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> 0,1 M | 1 mL | 11. Larutan indikator MM        | 1 mL |
| 4. Larutan NaCl 0,1 M  | 1 mL | 12. Larutan indikator PP        | 1 mL |
| 5. Larutan Ca(OH) <sub>2</sub> 0,1 M                             | 1 mL | 13. Larutan indikator BTB       | 1 mL |
| 6. Larutan NH <sub>4</sub> OH 0,1 M                              | 1 mL | 14. Ekstrak Kembang sepatu      | 1 mL |
| 7. Larutan Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 0,1 M                 | 1 mL | 15. Ekstrak Kol merah           | 1 mL |
| 8. Larutan Vinegar (sari dari buah jeruk)                        |      | 16. Ekstak Kunir                | 1 mL |

- **Cara Kerja**

1. Ambil 8 buah tabung reaksi, isi setiap tabung dengan 1 mL larutan yang akan diuji dan beri label.
2. Kemudian celupkan sepotong kertas lakmus merah kedalam masing-masing larutan tersebut, catat apa kertas lakmus mengalami perubahan warna atau tidak. Lalu ganti kertas lakmus merah dengan sepotong kertas lakmus biru dan catat apa yang terjadi.
3. Setelah larutan diuji dengan kertas lakmus, lakukan pengujian larutan dengan beberapa indikator asam basa dan indikator dari

ekstrak tumbuhan. Dengan cara membersihkan semua tabung terlebih dahulu dan mengganti larutan dengan yang baru untuk setiap pergantian indikator. Catat perubahan warna larutan.

### A. PENENTUAN pH LARUTAN

NAMA LARUTAN	PERUBAHAN WARNA LARUTAN DAN LAKMUS							pH LARUTAN
	MO	PP	MM	BTB	KEMB. SEPATU	KOL MERAH	KUNIR	
HCl 0,1 M								
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,1 M								
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> 0,1 M								
NaCl 0,1 M								
Ca(OH) <sub>2</sub> 0,1 M								
NH <sub>4</sub> OH 0,1 M								
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 0,1 M								
Vinegar								

## PRAKTIKUM VIII. KOLOID

### • Teori Singkat

Ditinjau dari ukuran partikelnya, sistem koloid terletak antara larutan dan suspensi kasar. Oleh karena itu ada dua cara pembuatan sistem koloid, yaitu cara dispersi dan cara kondensasi. Pada cara dispersi, bahan dalam bentuk kasar dihaluskan dan didispersikan ke dalam suatu medium. Pada cara kondensasi, molekul-molekul dikondensasikan menjadi partikel dengan ukuran koloid. Sifat-sifat yang dimiliki oleh koloid antara lain adanya gejala Efek Tyndall, Gerak Brown, koagulasi, absorpsi dan lain-lain. Praktikum ini mempelajari cara pembuatan dan mengamati sifat-sifat koloid.

### • Alat dan Bahan

- |                        |        |  |
|------------------------|--------|--|
| 1. Lumpang dan alu     | 1 set  | 10. Gula                               |
| 2. Gelas kimia 250 ml  | 1 buah | 11. Belerang 2 gr                      |
| 3. Tabung reaksi       | 2 buah | 12. Larutan $\text{FeCl}_3$ 1 tetes    |
| 4. Rak & tabung reaksi | 1 buah | 13. Minyak tanah 2 mL                  |
| 5. Batang pengaduk     | 1 buah | 14. Larutan sabun 15 tts               |
| 6. Lampu senter        |        | 15. Larutan $\text{KCrO}_4$ 5% 200 mL  |
| 7. Gelas ukur 100 mL   | 1 buah | 16. Larutan $\text{AlCl}_3$ 0,2 M 5 mL |
| 8. Pipet tetes         | 1 buah | 17. Larutan $\text{NaCl}$ 1M 5 mL      |
| 9. Botol semprot       | 1 buah | 18. Larutan $\text{NaCl}$ 0,02 M 5 mL  |
|                        |        | 19. Larutan $\text{BaCl}_2$ 0,2 M 5 mL |

- **Cara Kerja**

## **I. PEMBUATAN KOLOID**

### **1. Pembuatan sol dengan cara dispersi**

#### **a. Sol belerang dalam air**

Campurkan satu bagian gula dan satu bagian belerang dan gerus sampai halus. Ambil satu bagian campuran itu dan campurkan dengan satu bagian gula, kemudian gerus lagi sampai halus. Lanjutkan pekerjaan menggerus satu bagian campuran dengan satu bagian gula. Setelah pengerjaan keempat kalinya, tuang campuran kedalam air. Aduk campuran ini dan perhatikan apakah terjadi endapan.

### **2. Pembuatan sol dengan cara kondensasi**

#### **a. Sol $\text{Fe}(\text{OH})_3$**

Panaskan 50 mL air sampai mendidih. Tambahkan larutan  $\text{FeCl}_3$  jenuh satu tetes sambil diaduk, sampai larutan menjadi merah coklat dan simpanlah sol ini.

### **3. Pembuatan emulsi**

a. Masukkan 1 mL minyak tanah dan 5 mL air ke dalam suatu tabung reaksi. Guncangkan tabung itu dengan keras. Kemudian letakkan tabung itu di rak tabung reaksi dan perhatikan waktu yang diperlukan untuk pemisahan kedua zat itu.

b. Masukkan 1 mL minyak tanah, 5 mL air dan 15 tetes larutan sabun kedalam suatu tabung reaksi. Guncangkan tabung dengan keras. Kemudian letakkan tabung itu di rak tabung reaksi dan perhatikan apakah kedua zat itu memisah.

## II. SIFAT-SIFAT KOLOID

### 1. Efek Tyndall

Isi sebuah gelas kimia dengan larutan  $K_2CrO_4$  5% dan terangi larutan itu dengan berkas cahaya lampu senter. Amati berkas yang sama, amati arah tegak lurus. Dengan cara yang sama, amati sol  $Fe(OH)_3$  dan perbedaan apakah yang dilihat?

### 2. Kestabilan Koloid

#### a. Pengaruh elektrolit terhadap kestabilan koloid

a. Masukkan 5 mL sol  $Fe(OH)_3$  ke dalam suatu tabung reaksi. Tambahkan 5 mL larutan  $NaCl$  1 M pada tabung reaksi tsb. Guncangkan tabung reaksi dan catat waktu yang diperlukan agar terjadi koagulasi.

b. Kerjakan seperti pada langkah (1), tetapi gunakan larutan elektrolit yang lain, yaitu berturut-turut:

- i. Larutan  $NaCl$  0,02 M
- ii. Larutan  $BaCl_2$  0,2 M
- iii. Larutan  $AlCl_3$  0,2 M

## PRAKTIKUM IX. LARUTAN BUFFER

### TUJUAN

- Mahasiswa dapat membuat dan mengukur pH larutan Buffer.

### DASAR TEORI :

Garam yang terbentuk dari reaksi netralisasi antara asam kuat dan basakuat menghasilkan larutan dengan pH 7. Sedangkan garam yang berasal dari asam lemah dan basa kuat akan menghasilkan larutan yang bersifat basa dan garam yang berasal dari basa lemah dan asam kuat akan menghasilkan larutan yang bersifat asam. Sebagai contoh, garam  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  adalah garam yang berasal dari basa kuat  $\text{NaOH}$  dan asam lemah  $\text{H}_2\text{CO}_3$ . Dalam larutan  $\text{HCO}_3^-$  yang berasal dari asam lemah akan mengalami hidrolisis membentuk asam karbonat dan ion hidroksida.



Reaksi kesetimbangan ini menyebabkan konsentrasi ion hidroksida di dalam larutan meningkat dan ion hidrogen menurun sehingga larutan bersifat basa dengan pH lebih dari 7.

Larutan Buffer tersusun antara asam lemah dan garamnya atau basa lemah dan garamnya. Buffer menjaga nilai pH relatif tetap bila sejumlah kecil asam atau basa ditambahkan ke dalam larutan. mekanisme yang menggambarkan kesetimbangan saat penambahan sedikit asam atau basa yaitu



### ALAT dan BAHAN

#### ALAT :

pengaduk gelas, beaker gelas, pH meter, labu ukur 100 ml

#### BAHAN :

$\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ , Aqua destilata,  $\text{HCl}$  0,1 M,  $\text{NaOH}$  0,1 M.

## PROSEDUR KERJA

### 1. Buat larutan I :

Natrium fosfat monobasik  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (sesuaikan ketersediaan di LAB)

Hitung mr zat, timbang sebanyak .... g dilarutkan dalam aquadest sampai volume 100 ml.

### 2. Buat larutan II :

Natrium fosfat dibasic  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  (sesuaikan ketersediaan di LAB)

Hitung mr zat, timbang sebanyak .... g dilarutkan dalam aquadest sampai volume 100 ml.

### 3. Larutkan homogen larutan I dan II masing-masing 50 ml. (aduk homogen) menjadi larutan III

### 4. Siapkan larutan HCl 0,1 M dengan cara pengenceran dengan aquadest dari HCl pekat

### 5. Siapkan larutan NaOH 0,1 M dengan cara pengenceran dengan aquadest dari NaOH pekat atau melalui penimbangan kemudian dilarutkan aquadest

### 6. Siapkan larutan IV dan V aquadest 100 ml

### 7. Ukur pH larutan menggunakan pH meter :

a. larutan IV setelah ditambah HCl 0,1 N 1 ml,

b. larutan V setelah ditambah NaOH 0,1 N 1 ml

c. larutan III sebelum dan sesudah ditambah larutan HCl 0,1 N 1 ml.

### 8. Catat hasil pengamatan pH larutan III (larutan buffer) masing-masing 5 x, hitung nilai Standar Deviasinya.

## TUGAS

### 1. Buat persamaan reaksi buffer yang dibuat dan carilah nilai pKa nya! Sertakan rumus perhitungan pH buffer

### 2. Buatlah perhitungan pembuatan larutan HCl 0,1 M dari HCl pekat dan NaOH 0,1 M dari NaOH padat.

### 3. Buat rancangan pembuatan larutan dapar fosfat dengan target pH 7,31.

## PUSTAKA

1. Chang, R., 2010. *Chemistry, 10<sup>th</sup> Ed.*, Boston : McGraw-Hill Companies, Inc.

2. Ebbing, D.D and Gammon, S.D., 2009. *General Chemistry, 9<sup>th</sup> Ed.*, Boston : Houghton Mifflin Company

## **PRAKTIKUM X. SIFAT LARUTAN BUFFER**

### **TUJUAN PERCOBAAN**

- 1. Mahasiswa dapat membuat dan menghitung Ph larutan**
- 2. Mahasiswa mengetahui sifat larutan buffer**
- 3. Mahasiswa dapat menggunakan pHmeter, Ph universal dan kertas lakmus**

#### **A. Tujuan Percobaan**

1. Mempelajari sifat larutan penyangga.
2. Menentukan pH larutan penyangga.

#### **B. Dasar Teori**

Larutan penyangga atau buffer adalah larutan yang dapat mempertahankan pHnya pada kondisi tertentu. Jika pada larutan buffer ditambahkan larutan asam, basa, atau akuades, maka pHnya relative tetap. Perubahan yang terjadi sangat kecil sehingga pH larutan dianggap tidak bertambah atau pH tetap pada kisarannya.

Hal ini terjadi karena kombinasi asam basa konjugat pada larutan buffer dapat menghilangkan ion  $H^+$  atau  $OH^-$  yang masuk dalam larutan. Akibatnya, jumlah ion tersebut relative tetap dalam larutan.

Larutan buffer sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Demikian halnya dalam kegiatan penelitian, larutan buffer sangat dibutuhkan. Misalnya kita memerlukan suatu larutan dengan  $pH = 7$  selama melakukan penelitian terhadap sel agar pH-nya tidak berubah-ubah dan sel yang diteliti tidak rusak..

Cairan dalam tubuh kita juga pH-nya harus tetap dijaga, yaitu pada harga 7,4. Apabila pH-nya berubah misalnya kurang dari 7,0 atau lebih dari 7,8, hal tersebut akan sangat membahayakan tubuh kita bahkan dapat menyebabkan kematian. Oleh karena itu, cairan dalam tubuh kita harus memiliki sifat sebagai larutan buffer sehingga dapat mempertahankan pH cairan tubuh walaupun tubuh kita menerima berbagai penambahan, misalnya zat yang mengandung asam atau basa.

Perubahan pH suatu sistem seringkali memberikan dampak yang tidak diinginkan. Sebagai contoh, jika jus lemon ditambahkan ke dalam susu. Susu akan menggumpal karena terjadi perubahan pH. Secara alami, terdapat suatu sistem yang dapat mengatasi hal tersebut. Larutan buffer mempertahankan pH sistem terhadap gangguan yang dapat mengubah pH. Buffer alami terdapat di dalam tubuh makhluk hidup maupun di alam.

#### **Alat**

- a. pH meter
- b. Gelas ukur 25 mL
- c. Gelas piala 250 mL
- d. Pipet ukur 10 mL

#### **Bahan**

- a. Larutan  $NH_3$  0,1 M
- b. Larutan  $NH_4Cl$  0,1 M
- c. Larutan  $CH_3COONa$  0,1 M

- d. Larutan NaCl 0,1 M
- e. Larutan HCl 0,1 M
- f. Larutan NaOH 0,1 M
- g. Larutan CH<sub>3</sub>COOH 0,1 M
- h. Akuades

### C. Cara Kerja

#### 1. Perubahan pH larutan *bukan buffer*

- a. Ukur pH larutan NaCl 0,1 M menggunakan pH meter.
- b. Siapkan 3 gelas kimia 100 mL.
- c. Masing-masing diisi dengan 10 mL larutan NaCl 0,1 M, kemudian :
  - Dalam gelas kimia 1 tambah 1 ml HCl 0,1 M
  - Dalam gelas kimia 2 tambah 1 ml NaOH 0,1 M
  - Dalam gelas kimia 3 tambah 10 ml akuades
- d. Ukur pH ketiga larutan tersebut.

#### 2. Perubahan pH larutan *buffer asam*

- a. Campurkan 25 ml larutan CH<sub>3</sub>COOH 0,1 M dan 25 ml larutan CH<sub>3</sub>COONa 0,1 M dalam gelas kimia. ukur pH larutan.
- b. Larutan yang dihasilkan, dimasukkan dalam 3 gelas piala, masing-masing sebanyak 10 mL, kemudian:
  - Dalam gelas kimia 1 tambah 1 ml HCl 0,1 M
  - Dalam gelas kimia 2 tambah 1 ml NaOH 0,1 M
  - Dalam gelas kimia 3 tambah 10 ml akuades
- c. Ukur pH ketiga larutan tersebut.

#### 3. Perubahan pH larutan *buffer basa*

- a. Campurkan 25 ml larutan NH<sub>3</sub> 0,1 M dan 25 ml larutan NH<sub>4</sub>Cl 0,1 M dalam gelas kimia. Ukur pH larutan.
- b. Larutan yang dihasilkan, dimasukkan ke dalam 3 gelas piala, masing-masing sebanyak 10 mL, kemudian:
  - Dalam gelas kimia 1 tambah 1 ml HCl 0,1 M
  - Dalam gelas kimia 2 tambah 1 ml NaOH 0,1 M
  - Dalam gelas kimia 3 tambah 10 ml akuades
- c. Ukur pH ketiga larutan tersebut.

#### D. Hasil Pengamatan

No.	Larutan yang diuji	pH mula-mula	pH setelah ditambah HCl	pH setelah ditambah NaOH	pH setelah diencerkan
1.	NaCl				
2.	CH <sub>3</sub> COOH + CH <sub>3</sub> COONa				
3.	NH <sub>3</sub> + NH <sub>4</sub> Cl				

#### E. Pengolahan Data

1. Buat grafik yang menyatakan perubahan pH masing-masing larutan! Gunakan Microsoft Excel dengan perintah *Insert >> Charts (Line) >> Line With Markers!*
2. Lengkapi grafik dengan *Legend!*

#### F. Pembahasan

1. Jelaskan prinsip percobaan ini!
2. Berikan penjelasan mengenai pola grafik untuk masing-masing larutan!
3. Berikan kesimpulan untuk masing-masing larutan!

#### G. Tugas Pendahuluan

1. Buat laporan sementara percobaan ini!
2. Pelajari konsep pH asam, basa, dan garam!
3. Pelajari konsep larutan buffer!

#### I. Referensi

Chang R., 2003, *General Chemistry: The Essential Concepts*, alih bahasa: Indra Noviandri dkk, 2004, *Kimia Dasar Jilid 1*, Jakarta: Penerbit Erlangga.

Beran & Brady, 1978, *Laboratory Manual for General Chemistry*, New York: John Wiley & Son

## PRAKTIKUM XI. KECEPATAN REAKSI

### • Tujuan Percobaan

Mengamati pengaruh konsentrasi, suhu, luas permukaan dan katalis terhadap kecepatan reaksi.

### • Teori Singkat

Kecepatan reaksi kimia adalah suatu ukuran perubahan zat pereaksi menjadi zat hasil reaksi per satuan waktu. Kecepatan reaksi dapat diukur dari pengurangan massa zat pereaksi atau kenaikan massa zat hasil pereaksi. Zat hasil reaksi berupa gas dapat diukur dari volumenya yang dihasilkan per satuan waktu. Dalam sistem homogen kecepatan reaksi dapat diukur dari perubahan konsentrasi per satuan waktu.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan reaksi antara lain adalah a) konsentrasi, b) temperatur, c) luas permukaan, d) katalis, e) tekanan, f) cahaya dan lain-lain.

### Teori Tumbukan

1. Partikel-partikel zat harus bertumbukan terlebih dahulu sebelum bereaksi.
2. Hanya tumbukan yang efektif yang dapat menghasilkan perubahan/bereaksi. Untuk itu diperhatikan cukup energi.

### • Alat dan Bahan

#### Alat:

- |                       |        |                         |        |
|-----------------------|--------|-------------------------|--------|
| 1. Rak tabung reaksi  | 1 buah | 9. Sumbat tabung reaksi | 4 buah |
| 2. Tabung reaksi      | 6 buah | 10. Balon karet panjang | 3 buah |
| 3. Gelas kimia 100 mL | 4 buah | 11. Mortir + alu        | 1 buah |
| 4. Termometer         | 1 buah | 12. Water bath          | 1 buah |
| 5. Stop watch         | 1 buah | 13. Pembakar spiritus   | 1 buah |
| 6. Gelas ukur 100 mL  | 1 buah | 14. Kertas + spidol     | 1 buah |
| 7. Gelas ukur 10 mL   | 1 buah | 15. Kaki tiga           | 1 buah |
| 8. Botol semprot      | 1 buah | 16. Kasa asbes          | 1 buah |

### • Bahan:

- |  |        |   |       |
|--|--------|---|-------|
| 1. Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 M | 150 mL | 6. $\text{H}_2\text{SO}_4$ pekat ( $\square$ 5M)  | 6 mL  |
| 2. Larutan HCl 0,1 M                               | 160 mL | 7. Larutan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,05M | 60 mL |
| 3. Larutan HCl 1 M                                 | 30 mL  | 8. Marmer pecahan                                 | 15 gr |
| 4. Larutan $\text{KMnO}_4$ 0,01 M                  | 75 mL  | 9. Es batu & aluminium foil                       |       |
| 5. Larutan $\text{MnSO}_4$ 0,1 M                   | 5 mL   |   |       |

- **Cara Kerja**

### **PENGARUH KONSENTRASI terhadap KECEPATAN REAKSI**

1. Sediakan 4 buah tabung reaksi yang bersih dan isi masing-masing tabung dengan 20 mL HCl 0,1 M.
2. Ambil 4 buah gelas kimia 100 mL yang bersih, lalu beri tanda a, b, c, d.
3. Kemudian isi masing-masing gelas kimia a, b, c, dan d dengan larutan natrium tiosulfat 0,1 M dengan volume sebagai berikut:
  - a. 25 mL  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
  - b. 20 mL  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ditambah 5 mL air
  - c. 15 mL  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ditambah 10 mL air
  - d. 10 mL  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ditambah 15 mL air.

### **Perhatian**

1. Larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  dan HCl tidak boleh berdekatan sebelum direaksikan, apa lagi kalau masing-masing larutan dalam keadaan terbuka.
2. Tulis tanda silang dengan spidol pada kertas putih, dan tempatkan dibawah gelas kimia (a).
3. Pegang stop watch dan salah satu tabung yang berisi HCl.
4. Segera tuangkan HCl kedalam gelas kimia (a), pencet tombol stop watch pada saat bersamaan. Amati perubahan yang terjadi, dan segera matikan stop watch pada saat tanda silang tidak kelihatan lagi. Catat waktu yang diperlukan.
5. Pindahkan kertas yang bertanda silang kebawah gelas kimia (b), lalu ulangi percobaan 5-6. Begitu seterusnya sampai gelas kimia (d).

### **PERTANYAAN**

1. Kenapa larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  dan HCl tidak boleh berdekatan sebelum direaksikan?
2. Berdasarkan percobaan diatas kesimpulan apa yang anda peroleh?
3. Bagaimana kalau percobaan tersebut dibalik, dimana larutan HCl yang diencerkan seperti yang dilakukan pada  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  diatas, sedangkan larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  tetap 20 mL.
4. Berdasarkan data yang diperoleh dapatkah anda jelaskan kaitannya dengan teori tumbukan?

## **PENGARUH SUHU TERHADAP KECEPATAN REAKSI**

1. Sediakan 4 buah tabung reaksi yang bersih dan beri tanda a, b, c, dan d. Kemudian isi masing-masing tabung dengan 20 mL HCl 0,1 M, lalu tutup semua tabung dengan sumbat.
2. Ambil 4 buah gelas kimia 100 mL yang bersih, lalu beri tanda yang sama seperti diatas.
3. Isi masing-masing gelas kimia dengan 20 mL larutan natrium tiosulfat 0,1 M.
4. Dinginkan larutan dalam tabung (a) dan gelas kimia (a) dengan batu es selama 5 menit, dan ukur suhu dari salah satu larutan tersebut, lalu letakkan gelas kimia diatas kertas yang bertandasilang.
5. Pegang stopwatch, dan segera reaksikan HCl dengan larutan natrium tiosulfat dan catat waktu yang diperlukan sampai tanda silang tidak terlihat.
6. Ambil larutan pada tabung (b) dan gelas kimia (b), lalu ulangi langkah kerja (5) tanpa melalui proses pendinginan.
7. Selanjutnya ambil larutan pada tabung dan gelas kimia (c) kemudian panaskan pasangan larutan tsb selama 5 menit, lakukan langkah kerja (5).
8. Ulangi langkah kerja (7) untuk larutan pada tabung dan gelas kimia d, tapi pemanasannya lebih lama yaitu selama 10 menit sehingga suhu larutan bertambah tinggi. Seterusnya lakukan langkah kerja (5).

## **PERTANYAAN**

1. Berdasarkan percobaan diatas kesimpulan apa yang anda peroleh?
2. Berdasarkan data yang diperoleh dapatkah anda jelaskan kaitannyadengan teori tumbukan?

## **PENGARUH LUAS PERMUKAAN TERHADAP KECEPATAN REAKSI**

1. Sediakan rak tabung dengan 3 buah tabung reaksi, lalu isi masing masing tabung dengan 10 ml HCl 1M
2. Ambil 3 buah balon karet da nisi ke tiga balon dengan batu pualam/ kapur papan tulis dengan ukuran sebesar biji jagung, butiran pasir kasar, dan ukuran tepung halus.
3. Pasang masing-masing balon pada mlut tabung reaksi yang berisi HCl

4. Reaksikan satu persatu dengan cara memasukan batu pualam/kapur tulis kedalam HCl, pencet tombol stop watch pada saat bersamaan . segera matikan stop watch pada saat balon berdiri tegak dan catat waktu yang dibutuhkan.
5. Ulangi percobaan dengan tabung reaksi yang lain

### **PENGARUH KATALIS TERHADAP KECEPATAN REAKSI**

1. Sediakan 3 buah gelas kimia 100 mL dan beri nomor 1-3, lalu isimasing-masing dengan 25 mL larutan  $\text{KMnO}_4$  0,01 M.
2. Tambahkan 2 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  5 M pada masing-masing gelas kimia.
3. Ambil pula 3 buah tabung reaksi dan isi setiap tabung dengan 20 mL  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,05 M.
4. Reaksikan  $\text{KMnO}_4$  0,01 M dengan salah satu  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  0,05 M pada gelas kimia (1), jangan lupa pencet stop watch pada saat bersamaan, dan matikan stop watch pada saat warna  $\text{KMnO}_4$  hilang.
5. Panaskan gelas kimia no.2 selama 10 menit, kemudian tuangkan  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  kedalamnya dari tabung reaksi yang kedua. Catat waktu yang diperlukan sampai warna larutan kalium permanganat hilang.
6. Panaskan larutan  $\text{KMnO}_4$  yang ada dalam gelas kimia no.3, lalu tambahkan 5 mL  $\text{MnSO}_4$  0,1 M. selanjutnya tuangkan kedalam gelas kimia tersebut  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  yang ada dalam tabung no.3.
7. Catat waktu yang diperlukan sampai warna larutan  $\text{KMnO}_4$  hilang.

## LEMBAR PENGAMATAN

### II. PENGARUH KONSENTRASI terhadap KECEPATAN REAKSI

NOMOR ALAT	VOLUME			WAKTU
	HCl 0,1 M	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,1 M	Air	
A	20 mL	25 mL	0 mL	
B	20 mL	25 mL	5 mL	
C	20 mL	25 mL	10 mL	
D	20 mL	25 mL	15 mL	

### III. PENGARUH SUHU terhadap KECEPATAN REAKSI

NOMOR ALAT	VOLUME		SUHU RATA-RATA	WAKTU
	HCl 0,1 M	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		
A	20 mL	25 mL	<0°, 5 menit	
B	20 mL	25 mL	-	
C	20 mL	25 mL	60°C, 5 menit	
D	20 mL	25 mL	60°C, 10 menit	

### IV. PENGARUH LUAS PERMUKAAN terhadap KECEPATAN REAKSI

NOMOR ALAT	VOLUME HCl 1M	BATU PUALAM		WAKTU
		Jumlah Gram	Ukuran	
A	10 mL	2 gram	Biji jagung	
B	10 mL	2 gram	Butiran pasir	
C	10 mL	2 gram	Halus	

### IV. PENGARUH KATALIS terhadap KECEPATAN REAKSI

NOMOR ALAT	25 mL KMnO <sub>4</sub> 0,01 M + 2 mL H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 5 M			WAKTU	
	SUHU (°C)	PENAMBAHAN		PEMANA SAN	REAKSI
		MnSO <sub>4</sub> 0,1 M	H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> 0,05 M		
1	-		20 mL	-	
2	60		20 mL	10 menit	
3	60	5 mL	20 mL	10 enit	

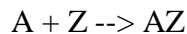
## PRAKTIKUM XII. REAKSI KIMIA

### Tujuan

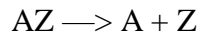
1. Mengetahui suatu reaksi kimia.
2. Menulis persamaan reaksi kimia.
3. Membuat logam tembaga dan menentukan massa atom suatu logam.
4. Mempelajari secara sistematis lima jenis reaksi utama

### Diskusi

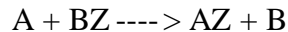
Reaksi kimia biasa termasuk salah satu dari lima jenis reaksi utama. Jenis pertama adalah pembuatan satu senyawa dari dua macam zat atau lebih. Reaksi ini dikenal dengan **penggabungan**.



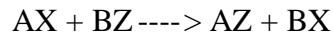
Jenis reaksi kedua disebut pemurnian dimana suatu senyawa menjadi dua senyawa sederhana atau lebih, biasanya dengan pemanasan.



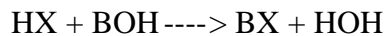
Jenis ketiga disebut reaksi **penguraian**. Disini suatu unsur digantikan oleh unsur lain membentuk senyawa baru. Unsur yang digantikan terletak dibagian belakang deretan elektromotif (Volta).



Pada reaksi **Penggantian Ganda** dua senyawa dalam larutan saling menggantikan partnernya, yaitu anion senyawa yang satu menggantikan anion senyawa lainnya.



Jenis kelima adalah reaksi **penetralkan** dimana asam dan basa bereaksi membentuk garam dan air.



Reaksi penetralan sebenarnya berupa reaksi penggantian ganda khusus dimana sam kation adalah hidrogen dan satu anionnya hidroksida. Hidrogen dari asam menetralkan hidroksida dari basa membentuk air. jika rumus air ditulis HOH koefisien reaksi mudah diselesaikan.

Pada percobaan ini akan dilakukan masing-masing dari kelima jenis reaksi. Bukti reaksi diamati dengan seksama dan dicatat. Bukti tersebut dapat berupa: (1) pembentukan gas, (2) pembentukan endapan, (3) perubahan warna dan (4) perubahan suhu.

Banyak simbol dalam persamaan reaksi kimia untuk menyatakan keadaan reaksi seperti tercantum dalam tabel berikut.

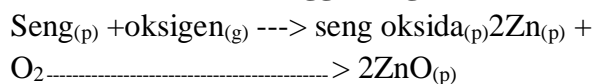
### Simbol dalam Persamaan Reaksi Kimia

Simbol	Pengertian
----->	Menghasilkan (memisahkan reaksi dan hasil reaksi)
+	Bereaksi dengan (memisahkan pereaksi atau hasil)
$\Delta$	Panas katalis (diatas tanda --->)

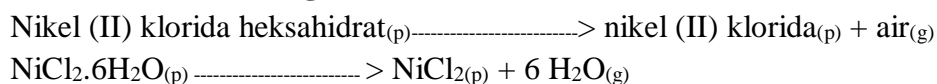
-	Tidak bereaksi (sesudah tanda --->)
(p)	Zat padat atau endapan
(c)	Zat cair
(g)	Gas
(aq)	Aqua (larutan air)

Dalam menuliskan persamaan diperlukan prediksi hasil reaksi. Untuk membantu penulisan persamaan reaksi diberikan hasil reaksi berupa perkataan untuk masing-masing reaksi, diminta merubah perkataan menjadi persamaan reaksi. Berikut ini beberapa contoh sebagai penjelasan.

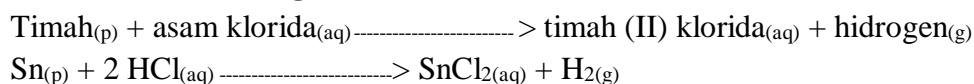
### Contoh 1. Reaksi Penggabungan



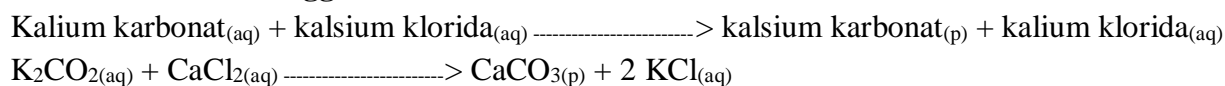
### Contoh 2. Reaksi Penguraian



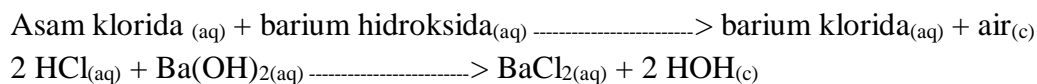
### Contoh 3. Reaksi Pengantian



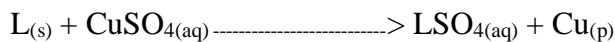
### Contoh 4. Reaksi Penggantian Ganda



### Contoh 5. Reaksi Penetralan



Dalam percobaan ini akan membuat logam tembaga dari logam yang belum diketahui. Logam anu tersebut menggantikan tembaga dari larutan tembaga sulfat sebagai berikut:



Massa tembaga terbentuk dibandingkan dengan massa logam anu (L)

### Contoh soal

Seorang praktikan menimbang 0,450 g logam anu (L). Setelah direaksikan dengan 25 mL larutan tembaga sulfat didapatkan 0,417 g tembaga murni. Hitung massa atom logam anu (L). Persamaan reaksinya seperti di atas.

**Penyelesaian.** Dari persamaan reaksi didapatkan bahwa 1 mol L menghasilkan

$$\frac{0,417 \text{ gram}}{63,5} = 0,00675 \text{ mol Cu}$$

$$\text{Massa atom L (g/mol) adalah} = \frac{0,450 \text{ gL}}{0,00675 \text{ mol Cu}}$$

= 68,5 g/mol

Dalam contoh ini massa atom L didapatkan 68 5 g/mol Logam lain tnetu akan memberikan hasil yang berbeda.

### **Peralatan dan bahan**

1. Cawan penguap
2. Gelas ukur 100 mL
3. Gelas piala 250 mL
4. Kasa
5. Tabung reaksi 16 x 150 mm
6. Penjepit tabung reaksi
7. Erlenmeyer 250 mL
8. Krus porselin

### **Bahan Kimia**

1. Logam magnesium, Mg
2. Bubuk belerang, S
3. Bubuk seng, Zn
4. Tembaga(II) sulfat pentahidrat padat  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
5. Natrium hidrogen karbonat padat  $\text{NaHCO}_3$
6. Potongan kayu atau lidi
7. Kawat Tembaga, Cu
8. Logam kalsium, Ca
9. Asam klorida encer, HCl 6 M
10. Perak nitrat,  $\text{AgNO}_3$ , 0,1 M
11. Raksa(II) Nitrat,  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$  0,1 M
12. Aluminium nitrat,  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ , 0,1 M
13. Kalium iodida, KI 0,1 M
14. Natrium fosfat,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  0,1 M
15. Asam nitrat,  $\text{HNO}_3$  0,1 M
16. Asam sulfat,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,1 M
17. Asam fosfat,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  0,1 M
18. Natrium hidroksida, NaOH 0,1 M
19. Fenoltalein 0,5 %
20. Tembaga(I) sulfat,  $\text{CuSO}_4$  0,5 M
21. Logam sampel

## Prosedur

### Catatan

Untuk percobaan A - E catat hasil pengamatan dalam Lembaran data pada lembaran berikutnya terdapat reaksi. Tulis persamaan reaksi lengkapnya Untuk percobaan F, diperlukan 30 menit untuk penyempurnaan reaksi, karena itu disarankan untuk mendahulukan dua langkah pertama dari percobaan ini sebelum memulai percobaan A - E.

#### A. Reaksi Penggabungan

- a. Pegang 2 cm lempeng magnesium dengan tang krus dan bakar dengan nyala bunsen.
- b. Campurkan 2 g bubuk seng dengan 1 g bubuk belerang dalam krus dan tempatkan dalam lemari asam. Panaskan sebuah kawat logam sampai merah dan gunakan kawat merah tersebut untuk menyalakan campuran.

**Perhatian** Asisten sebaiknya mendemonstrasikan atau mengawasi dengan teliti percobaan ini. Percobaan ini berbahaya.

#### B. Reaksi penguraian

1. Masukkan beberapa butir kristal tembaga (II) sulfat pentahidrat kedalam tabung reaksi kering. Pegang tabung reaksi dengan penjepit dan panaskan dengan nyala bunsen. Perhatikan perubahan warna dan tekstur kristal dan amati dinding dalam tabung reaksi.
2. Masukkan bubuk natrium hidrogen karbonat (soda kue) ke dalam Erlenmeyer 250 mL hingga menutupi dasar labu. Letakkan labu di atas kasa dan jepit dengan klem.
  - a. Masukkan batang lidi yang menyala ke dalam tabung, catat waktu sampai nyala padam
  - b. Panaskan labu dengan kuat dan amati dinding dalam labu. Setelah udara lembab habis, masukkan lagi batang lidi yang menyala. Catat lagi waktu sampai nyala padam

#### C. Reaksi Penggantian

1. Masukkan 2 mL larutan perak nitrat ke dalam labung reaksi dan tambahkan sepotong kawat tembaga. Biarkan beberapa menit dan catat pengamatan.
2. Masukkan sepotong kecil magnesium ke dalam tabung reaksi yang berisi 2 mL asam klorida encer.
3. Masukkan potongan kecil logam kalsium kedalam tabung reaksi yang berisi beberapa mL air suling.

#### D. Reaksi Penggantian Ganda

1. Masukkan masing-masing 2 mL larutan perak nitrat, raksa (II) nitrat dan aluminium nitrat ke dalam tabung reaksi, beri label 1 - 3. Tambahkan 2 mL larutan kalium iodida ke dalam tabung pertama. Amati bukti terjadinya reaksi.
2. Tambahkan 2 mL kalium iodida ke dalam tabung kedua, amati
3. Tambahkan 2 ml kalium iodida ke dalam tabung ketiga, amati.
4. Masukkan 2 mL larutan perak nitrat, raksa(II) nitrat dan aluminium nitrat masing-masing ke dalam tabung 4, 5 dan 6. Tambahkan 2 mL natrium fosfat ke tabung 4, amati.

5. Tambahkan 2 ml natrium fosfat ke tabung 5, amati.
6. Tambahkan 2 mL natrium fosfat ke tabung 6 dan amati.

### E. Reaksi penetralan

1. Masukkan 2 mL asam nitrat, asam sulfat dan asam fosfat masing-masing ke dalam tabung nomor 1, 2 dan 3. Tambahkan 1 tetes fenolftalein kedalam masing-masing tabung. Tambahkan larutan natrium hidroksida ke tabung 1 sampai terbentuk warna merah.
2. Tambahkan natrium hidroksida ke dalam tabung 2 sampai terjadi warna merah.
3. Tambahkan natrium hidroksida ke tabung 3 sampai terjadi warna merah.

### F. Pembuatan Logam tembaga dari logam lain

1. Timbang cawan penguap kering dan bersih. Masukkan 0,2 - 0,5 g logam sampel kedalam cawan dan timbang kembali. Hitung beratnya berdasarkan selisih.
2. Dengan menggunakan gelas ukur, tambahkan 25 mL larutan tembaga (II) sulfat ke dalam cawan. Biarkan reaksi terjadi sampai sempurna.

**Catatan.** Sebaiknya berhenti dulu dan lanjutkan percobaan A — E.

3. Setelah reaksi sempurna, pisahkan residu tembaga dan filtrate dalam cawan. Sebagian kecil larutan biru mungkin juga tertinggal.
4. Cuci logam tembaga dengan 25 ml air suling dan buang pencucinya. Ulangi sampai logam tembaga bebas dari warna biru.
5. Keringkan cawan berisi logam tembaga di atas penangas air.
6. Lap cawan sampai kering, pegang cawan dengan tang krus dan panaskan di atas nyala bunsen untuk menguapkan sisa air. Dinginkan dan timbang.
7. Hitung massa atom (g/mol) logam sampel.

### Tugas Sebelum Praktikum

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan: katalis, deret elektromotif (Volta), reaksi eksoterm, endapan, reaktan, produk.
2. Terangkan arti simbol berikut :  $\rightarrow$ , -, (p), (l), (g), (aq)
3. Sebutkan empat macam bukti reaksi kimia berlangsung.
4. Berapa kira-kira volume larutan dalam tabung reaksi yang berisi 1/10 bagian?
5. Apa warna indikator fenolftalein dalam larutan asam. Dalam larutan basa?
6. Aturan keselamatan mana yang harus diperhatikan dalam percobaan ini?
7. Hitung massa atom logam sampel dari data berikut:

massa cawan penguap + logam sampel = 45,882 g

massa cawan penguap = 45,361 g

massa cawan penguap + logam tembaga = 45,781 g.

## PRAKTIKUM XIII. LARUTAN

### Tujuan

1. Mengamati kelarutan senyawa ion dan senyawa kovalen.
2. Mengamati pencampuran air dengan berbagai pelarut.
3. Mempelajari faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan pelarutan
4. Mengamati larutan lewat jenuh.
5. Menentukan persen massa dan konsentrasi molar larutan sampel.
6. Mengetahui cara memipet dan menguapkan larutan.

### Diskusi

Istilah *like dissolves like* merupakan istilah dari kelarutan, dimana senyawa ion dan polar larut dalam pelarut polar dan senyawa nonpolar larut dalam pelarut nonpolar.

Air adalah pelarut polar, air melarutkan senyawa ion seperti garam dapur, NaCl, dan senyawa polar seperti gula,  $C_{12}H_{22}O_{11}$ . Karbon tetraklorida adalah pelarut nonpolar dan melarutkan senyawa nonpolar karena itu karbon tetraklorida bukanlah pelarut garam atau gula. Pelarut nonpolar tidak dapat melarutkan senyawa ion atau senyawa polar.

Zat cair yang larut satu sama lain disebut **saling bercampur**. Asas umum *like dissolves like* akan menentukan sifat saling bercampur. Bila kedua zat cair mempunyai ikatan polar akan saling melarut, dua zat cair yang nonpolar juga larut satu sama lain. Tetapi zat cair polar dengan zat cair nonpolar saling tidak bercampur, terjadi tolak-menolak satu sama lain dan akan terpisah jadi dua lapisan.

Proses pelarutan hanyalah merupakan aksi antara pelarut dengan partikel zat terlarut. Molekul-molekul pelarut mengikat partikel zat terlarut dan larut sempurna dalam larutan. Kecepatan kelarutan zat tergantung pada kecepatan pelarut mengikat zat terlarut. Di bagian kedua percobaan ini, kita akan mempelajari bagaimana ketiga faktor » ukuran partikel, pengadukan dan suhu - mempengaruhi kecepatan pelarut.

Jumlah zat terlarut dalam sejumlah larutan disebut konsentrasi. Konsentrasi dapat dinyatakan secara **kualitatif** dengan istilah encer dan pekat, jenuh, tidak jenuh, dan lewat jenuh juga menunjukkan konsentrasi. Suatu larutan jenuh mempunyai jumlah zat terlarut maksimum yang dapat larut dalam larutan pada suhu tertentu. Larutan tidak jenuh menunjukkan konsentrasi zat terlarut kurang dari maksimum yang dapat larut, lewat jenuh menunjukkan konsentrasi melebihi kelarutan maksimum pada suhu tertentu.

Persen massa dan kemolaran adalah dua cara menentukan konsentrasi larutan **secara Kuantitatif**. Konsentrasi persen massa dinyatakan dalam perbandingan antara massa terlarut terhadap massa pelarut.

$$\% \text{ massa} = \frac{\text{Massa zat terlarut}}{\text{Massa larutan}} \times 100 \%$$

Konsentrasi molar didefinisikan sebagai jumlah mol zat terlarut per Liter larutan. Konsentrasi molar juga disebut kemolaran (M) dapat dinyatakan sebagai,

$$M = \frac{\text{Mol zat terlarut}}{\text{Liter Larutan}}$$

### Contoh Soal 1

10,0 mL larutan kalium dikromat mempunyai massa 10,247 g. Setelah diuapkan sampai kering, sisanya tinggal 0,516 g. Hitung konsentrasi persen massa larutan.

**Penyelesaian** Dengan menggunakan rumus diatas, konsentrasi persen dapat dihitung dengan mudah.

$$\frac{0,516 \text{ g K}_2\text{CrO}_4}{10,247 \text{ g Larutan}} \times 100\% = 5,04\%$$

### Contoh Soal 2

Hitung konsentrasi molar larutan kalium dikromat dalam contoh soal 1

**Penyelesaian** Massa molekul relatif  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , adalah 294 sma.

Kemolarannya adalah

$$\frac{0,516 \text{ GRAM K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{10 \text{ ML LARUTAN}} \times \frac{1000 \text{ ML}}{1 \text{ LITER}} \times \frac{1 \text{ MOL K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{294 \text{ G K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} = \frac{0,176 \text{ MOL K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{1 \text{ LITER}} = 0,17 \text{ M}$$

## Peralatan dan bahan

### Peralatan

1. Tabung reaksi 16 x 150 mm
2. Rak tabung reaksi
3. Gelas pengaduk
4. Lumpang dan alu
5. Kasa
6. Botol semprot
7. Cawan penguap
8. Gelas piala 250 mL
9. Pipet 10 mL
10. Bola Karet Pipet

### Bahan Kimia

1. Kalium permanganat,  $\text{KMnO}_4$
2. Iod  $\text{I}_2$
3. Heksana.  $\text{C}_6\text{H}_{14}$

4. Kloroform,  $\text{CHCl}_3$
5. Etanol,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
6. Heptana,  $\text{C}_7\text{H}_{16}$
7. Aseton,  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$
8. Garam Dapur,  $\text{NaCl}$
9. Natrium asetat trihidrat,  $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
10. Larutan sampel kalim dikromat (3 - 5 %)

## Prosedur

### A. Pelarut dan zat terlarut polar dan nonpolar

1. **Kelarutan** Tempatkan 6 tabung reaksi kering dalam rak. Masukkan ke dalam 3 tabung masing-masing 2 mL air, heksana dan kloroform. Jatuhkan 1 kristal kalium permanganat kedalam masing-masing tabung kemudian kocok. Amati apakah kristal larut, sedikit larut atau tidak larut. Ulangi percobaan seperti diatas dengan menggunakan kristal iod.
2. **Pecampuran.** Masukkan 2 mL air kedalam 3 buah tabung reaksi. Tambahkan 2 mL etanol ke tabung pertama, heptana ke tabung kedua dan asetorn ke tabung ketiga. Kocok dan amati apakah cairan saling bercampur atau tidak.

### B. Kecepatan kelarutan

Disiapkan sebuah penangas air sebagai berikut. Isi gelas piala sepertiganya dengan air suling, isi 3 buah tabung reaksi sampai setengahnya dengan air suling, masukkan tabung reaksi kedalam gelas piala yang berisi air. Panaskan gelas piala sampai airnya mendidih, kemudian matikan api. Pilih 4 butir kristal garam dapur dengan ukuran yang hampir sama.

1. Isi tabung reaksi keempat dengan air suling. Masukkan sebutir garam diatas, catat waktu sampai kristal larut.
2. Masukkan sebutir kristal garam kedalam salah satu tabung dalam pengangas air, catat waktu sampai kristal larut.
3. Masukkan sebutir kristal garam lagi ke tabung lain dalam pengangas air, aduk terus menerus dan catat waktu sampai larut.
4. Giling kristal dengan lumpang, masukkan bubuk garam ketabung yang satu lagi dalam penangas, aduk dan catat waktu sampai larut.

### C. Demonstrasi Larutan Lewat Jenuh

1. Masukkan kristal natrium asetat trihidrat ke dalam tabung reaksi sampai seperempatnya. Tambahkan air sampai tepat menutupi permukaan kristal. Panaskan air dalam gelas piala sampai mendidih, kemudian matikan api, dimasukkan tabung reaksi berisi natrium asetat kedalam air mendidih dan aduk sampai larut. Keluarkan dari air dan dinginkan Setelah dingin tambahkan 1 butir kecil kristal natrium asetat ke dalam larutan. Amati hasilnya.

2. Tambahkan 20 tetes air ke dalam tabung bekas percobaan diatas, kemudian ulangi percobaan seperti di atas dari pemanasan, pendinginan dan penambahan kristal kecil, Apayang terjadi.

#### **D. Konsentrasi larutan kalium dikromat**

1. Timbang cawan persolen/penguap dengan bersih dan kering.
2. Catat nomor kode tugas kalium dikromat yang diberikan. Bilas pipet dengan larutankalium dikromat, kemudian pipet 10.0 ml larutan kalium dikromat
3. Timbang kembali cawan bersama isinya.
4. Keringkan larutan diatas penagangas air.
5. Setelah kering lap cawan penguap sampai kering, Panaskan di alas bunsen
6. Sambil memegang cawan dengan tang krus, dinginkan dan timbang.
7. Hitung konsentrasi persen dan kemolaran larutan

#### **Tugas sebelum Praktikum**

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan : saling bercampur, saling tidak bercampur, kemolaran, senyawa nonpolar, konsentrasi persen, senyawa polar, larutan jenuh, kristal pancing, zat terlarut, pelarut, larutan, larutan lewat jenuh, larutan tak jenuh.
2. Terangkan arti istilah *like dissolves like*.
3. Jelaskan yang dimaksud dengan suatu kristal sedikit larut dalam suatu pelarut?
4. Mengapa digunakan air suling dalam penagangas air?
5. Mengapa diperlukan mengaduk larutan lewat jenuh sesudah pemanasan sebelum didinginkan? Mengapa tidak dibolehkan menggetarkan tabung bila sudah dingin?
6. Jelaskan kesalahan utama dalam menentukan konsentrasi larutan kalium dikromat?
7. Sebutkan aturan keselamatan yang perlu diperhatikan dalam percobaan ini?

## PRAKTIKUM XIII.SIFAT KOLIGATIF LARUTAN

### TUJUAN

1. Mahasiswa memahami konsep larutan kimia dan sifat-sifatnya
2. Mahasiswa memahami sifat koligatif
3. Mahasiswa mampu menghitung secara kuantitatif sifat koligatif larutan

#### A. Tujuan Percobaan

1. Mempelajari perbedaan kenaikan titik didih larutan elektrolit dan larutan non elektrolit.
2. Mempelajari hubungan antara molalitas zat terlarut dengan titik didih larutan.

#### B. Dasar Teori

Sifat koligatif (*colligative properties*) larutan merupakan sifat penting larutan yang tergantung pada jumlah partikel zat terlarut dalam larutan bukan pada jenis partikel zat terlarut. Jenis sifat koligatif larutan adalah penurunan tekanan uap, kenaikan titik didih, penurunan titik beku, dan tekanan osmotik.

Sifat koligatif larutan elektrolit memerlukan pendekatan yang sedikit berbeda daripada sifat koligatif larutan nonelektrolit. Hal ini dikarenakan elektrolit terurai menjadi ion-ion dalam larutan sehingga satu satuan senyawa elektrolit terpisah menjadi dua atau lebih partikel bila dilarutkan. Oleh karena itu, penentuan sifat koligatif larutan memerlukan faktor *van't Hoff*.

#### C. Alat dan Bahan

1. Alat
  - a. Gelas piala 250 mL
  - b. Pengaduk
  - c. Statif
  - d. Termometer 150 °C
  - e. *Hot plate*
2. Bahan
  - a. Sukrosa
  - b. NaCl
  - c. Akuades

#### D. Cara Kerja

1. Titik didih air
  - a. Siapkan 100 gram akuades dalam gelas piala 250 mL.
  - b. Panaskan akuades tersebut menggunakan *hot plate* hingga mendidih. Termometer tercelup menggantung dalam gelas piala menggunakan statif.
  - c. Catat temperatur didih akuades dalam tabel yang telah disediakan.

2. Titik didih larutan sukrosa dalam berbagai konsentrasi
  - a. Siapkan 30, 60, dan 90 gram sukrosa ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ).
  - b. Masukkan sukrosa tersebut ke dalam gelas piala 250 mL, kemudian masing- masing ditambahkan 100 gram akuades.
  - c. Campuran diaduk hingga larut (boleh dibantu dengan pemanasan ringan).
  - d. Masing-masing larutan dipanaskan hingga mendidih. Termometer tercelup menggantung dalam gelas piala menggunakan statif.
  - e. Catat temperatur didih masing-masing larutan dalam tabel yang telah disediakan.
  
3. Titik didih larutan NaCl dalam berbagai konsentrasi
  - a. Ulangi cara kerja di atas menggunakan 5, 10, dan 15 gram NaCl.
  - b. Catat temperatur didih masing-masing larutan dalam tabel yang telah disediakan.

### E. Hasil Pengamatan

Titik didih (Td) air : ..... °C

Tabel 1. Titik didih larutan sukrosa dengan berbagai konsentrasi

No	Massa zat terlarut (gram)	Molalitas larutan/m	Titik didih larutan /Td (°C)	Kenaikan titik didih/ $\Delta T_d$ (°C)
1.	30			
2.	60			
3.	90			

Berdasarkan data di atas, buatlah grafik hubungan titik didih larutan dan molalitas larutan.

Tabel 2. Titik didih larutan NaCl dengan berbagai konsentrasi

No	Massa zat terlarut (gram)	Molalitas laruta/m	Titik didih larutan /Td (°C)	Kenaikan titik didih/ $\Delta T_d$ (°C)
1.	5			
2.	10			
3.	15			

Berdasarkan data di atas, buatlah grafik hubungan perubahan titik didih larutan dan molalitas larutan.

### F. Pengolahan Data

1. Molalitas larutan dihitung menggunakan persamaan  $m = \frac{mol}{1000 \text{ gram pelarut}}$
2. Kenaikan titik didih ( $\Delta T_d$ ) merupakan selisih titik didih larutan dengan titik didih air.

3. Berdasarkan grafik yang diperoleh, tentukan konstanta kenaikan titik didih ( $K_b$ ) menggunakan persamaan  $\Delta T_d = K_b \cdot m$  yang analog dengan persamaan garis lurus  $y = mx + c$ .

### G. Pembahasan

1. Jelaskan prinsip percobaan ini!
2. Jelaskan perbedaan pengaruh masing-masing zat terhadap titik didih larutan!
3. Berikan kesimpulan untuk masing-masing zat yang dengan pengaruhnya terhadap titik didih larutan!

### H. Tugas Pendahuluan

1. Buat laporan sementara percobaan ini!
2. Pelajari konsep kenaikan titik didih!
3. Pelajari konsep persamaan garis lurus, kemiringan grafik, dan regresi linear!

### I. Referensi

- Chang, R., 2003, *General Chemistry: The Essential Concepts*, diterjemahkan oleh: Suminar Setiati Achmadi, 2005, *Kimia Dasar: Konsep-konsep Inti*, Jakarta: Penerbit Erlangga
- Zumdahl, S.S., 1998, *Chemical Principles*, Boston: Houghton Mifflin Company
- Moore, J.T., 2003, *Chemistry for Dummies*, alih bahasa: Deni Pranowo dkk, 2007, *Kimia for Dummies*, Bandung: Penerbit Pakar Raya