



# PENUNTUN PRAKTIKUM KIMIA DASAR



Nelius Harefa, S.Si., M.Pd

Laurencius Sihotang, M.Pd

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA**



**PENUNTUN PRAKTIKUM  
PENDIDIKAN MIPA DASAR  
“KIMIA UNTUK BIOLOGI”**



DISUSUN OLEH:

**Nelius Harefa, S.Si., M.Pd**

**Laurencius Sihotang, M.Pd**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA  
2019**

## KATA PENGANTAR

Praktikum merupakan paket yang tidak dapat dipisahkan dari proses pembelajaran kimia. Materi kimia yang cenderung aplikatif dan bisa diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari mendorong mahasiswa untuk berkreasi atau sekedar ingin tahu serta mempraktekkan apa yang mereka pelajari secara teoritis. Salah satu cara paling efektif untuk menampung keinginan tersebut yakni dengan melakukan kegiatan praktikum. Secara umum, kegiatan praktikum dilakukan di laboratorium walaupun pada beberapa praktikum tidak dilakukan di laboratorium.

Zaman dahulu, praktikum dianggap sebagai kegiatan untuk mempraktekkan (kognitif) apa yang telah dipelajari sesuai teori. Namun di era modern, praktikum telah mengalami perubahan fungsi yang signifikan. Kegiatan praktikum di laboratorium memiliki peranan yang sangat penting secara khusus di dunia pendidikan. Sekarang ini, praktikum sudah dijadikan sebagai media untuk mengukur tingkat kreativitas mahasiswa, motivasi mahasiswa, sikap ilmiah mahasiswa, dan sebagainya (sikap afektif dan psikomotorik). Dengan peranan tersebut, maka banyak yang beranggapan bahwa laboratorium merupakan objek vital dari sebuah institut pendidikan secara khusus institut yang memiliki mata kuliah kimia.

Penuntun praktikum ini dibuat dengan maksud supaya praktikum di laboratorium dapat berjalan dengan lancar, sesuai harapan, dan dapat bermanfaat bagi yang menggunakan secara khusus laboratorium kimia, Universitas Kristen Indonesia (UKI) Jakarta. Penuntun ini tidak bermaksud untuk membatasi mahasiswa berkreasi melalui kegiatan praktikum tetapi untuk memberikan standar kegiatan praktikum Pendidikan MIPA Dasar “Kimia untuk Biologi” agar lebih tertata dengan baik dan sistematis. Dengan adanya penuntun ini, diharapkan praktikan dapat berkreasi dengan mengkreasi bahan-bahan yang digunakan atau kreasi lain yang sejenis, sesuai teori, dan tidak membahayakan bagi diri sendiri, sarana dan prasarana, serta lingkungan.

Penuntun ini dilengkapi dengan dasar teori yang memuat teori-teori umum tentang percobaan yang akan dilakukan. Teori-teori tersebut memberikan gambaran umum tentang materi percobaan, hasil percobaan, serta reaksi-reaksi yang terjadi berdasarkan teoritis. Dilengkapi juga dengan tujuan percobaan, yang

bertujuan untuk memberikan gambaran umum tentang apa yang akan didapatkan dengan percobaan tersebut. Selain itu, dilengkapi dengan daftar alat dan bahan yang akan digunakan pada praktikum, daftar alat dan bahan tersebut bertujuan untuk mempermudah praktikan dalam melakukan kegiatan praktikum sehingga lebih efisien dan sistematis. Penuntun praktikum ini juga dilengkapi prosedur percobaan, prosedur tersebut dapat dikreasikan namun harus sesuai teori, tidak melanggar norma-norma, tidak melanggar hukum, berpatokan pada proses berpikir ilmiah, dan tidak membahayakan praktikan itu sendiri. Pada akhir bab percobaan, dimuat tugas untuk dikerjakan oleh praktikan dilaporkan praktikum maupun dilaporkan-laporan lainnya. Tugas-tugas tersebut, dapat ditambah dan/atau dikurangi sesuai kebutuhan.

Pada akhirnya, semoga penuntun praktikum ini bermanfaat dan memberikan kontribusi positif bagi kelancaran praktikum kimia untuk biologi pada matakuliah Pendidikan MIPA Dasar.

Kepada semua pihak khususnya UKI Press yang telah membantu dalam proses pencetakan Penuntun Praktikum Pendidikan MIPA Dasar “Kimia untuk Biologi” ini, penulis ucapkan terimakasih serta penghargaan yang setinggi-tingginya.

Jakarta, September 2019

**Tim Penulis,**

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b><i>i</i></b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b><i>iii</i></b>
<b>Percobaan I. Pengenalan Laboratorium Kimia</b>	
A. Dasar Teori .....	1
B. Tujuan Percobaan .....	11
C. Alat dan Bahan .....	12
D. Prosedur Kerja .....	12
E. Tugas .....	12
<b>Percobaan II. Sifat Fisika dan Sifat Kimia</b>	
A. Dasar Teori .....	14
B. Tujuan Percobaan .....	16
C. Alat dan Bahan .....	17
D. Prosedur Kerja .....	17
E. Tugas .....	18
<b>Percobaan III. Membuat Larutan</b>	
A. Dasar Teori .....	20
B. Tujuan Percobaan .....	22
C. Alat dan Bahan .....	22
D. Prosedur Kerja .....	23
E. Tugas .....	24
<b>Percobaan IV. Pengukuran pH Larutan</b>	
A. Dasar Teori .....	25
B. Tujuan Percobaan .....	27
C. Alat dan Bahan .....	27
D. Prosedur Kerja .....	27
E. Tugas .....	28
<b>Percobaan V. Ikatan Kimia dan Kepolaran Molekul</b>	
A. Dasar Teori .....	29
B. Tujuan Percobaan .....	33
C. Alat dan Bahan .....	33
D. Prosedur Kerja .....	34

E. Tugas .....	34
<b>Percobaan VI. Identifikasi Senyawa Esensial dari Berbagai Bahan Makanan</b>	
A. Dasar Teori .....	35
B. Tujuan Percobaan .....	45
C. Alat dan Bahan .....	45
D. Prosedur Kerja .....	45
E. Tugas .....	46
<b>Percobaan VII. Identifikasi Dampak Logam Berat Terhadap Tumbuhan dan Hewan</b>	
A. Dasar Teori .....	47
B. Tujuan Percobaan .....	56
C. Alat dan Bahan .....	56
D. Prosedur Kerja .....	57
E. Tugas .....	58
<b>Percobaan VIII. Reaksi Beberapa Logam Terhadap Hemoglobin Darah</b>	
A. Dasar Teori .....	59
B. Tujuan Percobaan .....	60
C. Alat dan Bahan .....	60
D. Prosedur Kerja .....	60
E. Tugas .....	61
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>62</b>

## PERCOBAAN I

### PENGENALAN LABORATORIUM KIMIA

#### A. DASAR TEORI

##### 1. Alat Kimia

Laboratorium merupakan tempat melakukan riset ilmiah, eksperimen, pengukuran, atau pelatihan ilmiah. Secara garis besar, fungsi laboratorium dapat dibagi sebagai berikut: (a) sebagai tempat berlatih untuk mengembangkan keterampilan intelektual melalui kegiatan pengamatan, (b) mengembangkan keterampilan motorik praktikan, mengembangkan keterampilan dalam menggunakan alat-alat laboratorium, (c) memberikan dan memupuk keberanian untuk mencari hakikat kebenaran ilmiah dari suatu objek pada lingkungan, alam, dan sosial.

Praktikum ini bertujuan untuk mengkaji dan menganalisis kegunaan serta karakteristik alat-alat dan bahan-bahan kimia yang umum digunakan pada praktikum kimia dasar. Umumnya, alat kimia dibuat menurut peruntukannya. Penggunaan alat kimia yang tidak tepat berkontribusi pada hasil suatu percobaan. Dengan demikian, penting dilakukan pengenalan alat-alat kimia sebagai percobaan awal sehingga praktikan memiliki gambaran tentang alat kimia beserta peruntukannya. Beberapa alat kimia beserta peruntukannya dijelaskan sebagai berikut:

1. Alat ukur yakni alat yang digunakan untuk mengetahui besaran suatu objek. Dalam kimia besaran-besaran ini umumnya berupa volume, tingkat keasaman, massa, dan sebagainya. Macam-macam alat ukur yang umum dalam kimia antara lain: gelas kimia, labu ukur, pipet ukur, Erlenmeyer, pH universal, timbangan analitik, dan sebagainya.
2. Alat pemanas yakni alat yang digunakan untuk menaikkan suhu suatu objek. Pemanasan menjadi hal lumrah yang sering dilakukan dilaboratorium kimia, pada praktikum tertentu pemanasan diperlukan bukan hanya sekedar menaikkan suhu namun untuk mempercepat atau memperlambat reaksi. Alat pemanas yang umum digunakan pada praktikum kimia dasar adalah *hot plate* dan lampu Bunsen.

3. Alat-alat gelas. Alat-alat ini, umumnya tidak memiliki peruntukkan yang spesifik karena hampir digunakan pada setiap praktikum. Beberapa peralatan ini misalnya: gelas arloji, pipet tetes, corong, tabung reaksi, dan sebagainya.
4. Alat bantu lainnya. Alat-alat ini umumnya menjadi pelengkap peralatan utama, namun ketidaktersediaan peralatan ini menyebabkan peralatan utama tidak dapat berfungsi maksimal bahkan tidak dapat digunakan. Alat-alat ini antara lain: spatula, statif, kaki tiga, dan bola karet.

Berikut dipaparkan beberapa peralatan umum yang digunakan pada praktikum kimia dasar, antara lain:

1. **Pipet ukur.** Pipet ini terbuat dari kaca dengan skala/volume tertentu. Digunakan untuk mengambil larutan. Gunakan bulb atau karet penghisap untuk menyedot larutan.



Sumber: (<http://www.kimiapost.net/2016/10/pipet-ukur-alat-gelas-kimia-untuk.html>)

2. **Pipet gondok/volume.** Pipet ini terbuat dari kaca dengan skala/volume tertentu. Digunakan untuk mengambil larutan. Perbedaan pipet ukur dan pipet gondok terletak pada tingkat ketelitiannya. Pipet gondok digunakan untuk pengujian-pengujian molekuler, kimia analitik, dan kedokteran yang memiliki tingkat ketelitian yang sangat tinggi. Gunakan bulb atau karet penghisap untuk menyedot larutan.



Sumber: (<https://glasswareindonesia.wordpress.com/2018/07/24/fungsi-pipet-volum-gondok-volume-pipette/>)

3. **Labu ukur.** Digunakan untuk menakar volume larutan pada proses preparasi. Pada praktikum lanjutan, digunakan juga sebagai alat menghomogenkan larutan. Alat ini tersedia dalam beberapa ukuran.



Sumber: (<http://atera-indo.blogspot.com/2017/12/seputar-alat-peraga-kimia-labu-ukur.html>)

4. **Gelas ukur.** Alat ini digunakan untuk mengukur volume zat kimia dalam bentuk cair, tersedia dalam beberapa ukuran. Tidak boleh digunakan untuk mengukur larutan pada suhu panas. Perhatikan meniscus pada saat pembacaan skala.



Sumber: ([https://id.wikipedia.org/wiki/Gelas\\_ukur](https://id.wikipedia.org/wiki/Gelas_ukur))

5. **Gelas Beker.** Alat ini bukan alat ukur (walaupun memiliki skala, namun ralatnya cukup besar). Digunakan sebagai tempat larutan, memanaskan larutan kimia, menguapkan solven/pelarut, dan memekatkan larutan.



Sumber: (<http://sinarkimia.com/product/beaker-glass/>)

6. **Buret.** Alat ini terbuat dari kaca dengan skala dan kran pada bagian bawah, digunakan untuk melakukan titrasi (sebagai tempat titran).



Sumber: (<http://www.mitramedikasolo.com/product/10/jual-buret-10ml-25ml-50ml-100ml-pyrex-murah-dan-bergaransi.html>)

7. **Erlenmeyer.** Alat ini digunakan sebagai wadah larutan yang akan dititrasi. Beberapa dari alat ini dapat digunakan untuk memanaskan larutan.



Sumber: (<http://www.anm.co.id/article/detail/165/labu-erlenmeyer#.XV-E1mRoTIU>)

8. **Spektrofotometer dan Kuvet.** Kuvet mirip tabung reaksi, namun ukurannya lebih kecil. Digunakan sebagai tempat sampel untuk analisis dengan spektrofotometer. Kuvet tidak boleh dipanaskan.



Sumber: ([https://buyme.web.id/detil\\_produk.php?id\\_prod=NTQx](https://buyme.web.id/detil_produk.php?id_prod=NTQx))



Sumber: (<https://id.wikipedia.org/wiki/Kuvet>)

9. **Tabung reaksi.** Sebagai tempat untuk mereaksikan bahan kimia dalam skala kecil dan dapat digunakan sebagai wadah perkembangbiakan mikroba.



Sumber: (<https://www.indotrading.com/product/alat-laboratorium-tabung-p617717.aspx>)

10. **Corong.** Biasanya terbuat dari gelas namun ada juga yang terbuat dari plastik. Digunakan untuk menolong memasukkan cairan ke dalam suatu wadah jika mulut wadah sempit seperti buret, dan sebagainya.



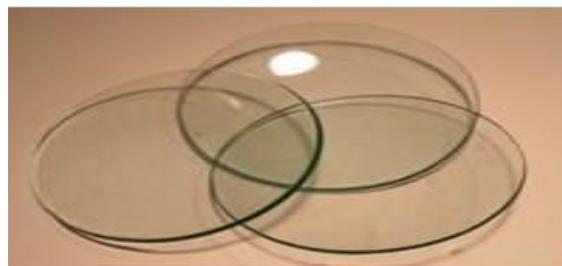
Sumber: (<https://deskgram.net/explore/tags/glasswarenurra>)

11. **Timbangan analitik.** Digunakan untuk menimbang suatu zat.



Sumber: (<http://www.edonilab.com/tag/timbangan-analitik>)

12. **Gelas arloji.** Digunakan sebagai wadah bahan padatan pada saat menimbang, mengeringkan filtrat, dan sebagainya.



Sumber: (<https://www.indotrading.com/product/kaca-arloji-cawan-p426766.aspx>)

13. **Pipet tetes.** Berupa pipa kecil terbuat dari kaca dengan ujung bawahnya meruncing serta ujung atasnya ditutupi karet. Digunakan untuk mengambil cairan dalam skala tetesan kecil.



Sumber: (<http://www.alatlabor.com/article/detail/236/cara-menggunakan-pipet>)

14. **Pengaduk kaca.** Digunakan untuk mengaduk larutan, campuran, atau mendekantasi (memisahkan larutan dari padatan).



Sumber: (<https://www.labsmk.com/2017/01/fungsi-batang-pengaduk.html>)

15. **Spatula.** Digunakan untuk mengambil bahan padatan.



Sumber: (<http://sinarkimia.com/product/spatula/>)

## 2. Bahan Kimia

Bahan laboratorium yang disebut bahan merupakan segala sesuatu yang diolah atau digunakan dalam proses pengujian, kalibrasi, dan/atau produksi dalam skala terbatas, yang dibagi menjadi dua kategori yakni: (1) **bahan khusus** yaitu bahan yang penanganannya memerlukan perlakuan dan persyaratan khusus; (2) **bahan umum** yaitu bahan yang penanganannya tidak memerlukan perlakuan dan persyaratan khusus (PERMENPAN RB No. 3, 2010).

**Tabel 1. Penanganan Bahan**

Aspek	Bahan Umum	Bahan Khusus
Penyimpanan	Tidak memerlukan persyaratan khusus	Memerlukan persyaratan khusus
Sifat fisis	Tidak eksplosif, tidak korosif, tidak iritnant, stabil	Eksplosif, korosif, iritnant, labil
Sifat kimia	Non toksik, tidak berbahaya	Toksik, berbahaya
Persyaratan metode	Tidak memerlukan kemurnian tinggi	Memerlukan kemurnian tinggi

Penyimpanan zat dan bahan kimia di ruang laboratorium membutuhkan perencanaan yang tepat untuk mengurangi resiko kecelakaan (Griffin, 2015). Setiap bahan kimia memiliki sifat fisis dan sifat kimia yang berbeda. Maka, dalam penyimpanan dan penataan bahan kimia harus diperhatikan aspek pemisahan, tingkat resiko bahaya, pelabelan, fasilitas penyimpanan, wadah sekunder, bahan kadaluarsa, inventarisasi, dan informasi resiko bahaya. Prinsip-prinsip yang perlu diperhatikan dalam penyimpanan bahan di laboratorium yakni, (a) aman; bahan disimpan supaya aman dari tindakan pencurian, (b) mudah dicari; letak bahan mudah diidentifikasi, perlu diberi tanda berupa label pada setiap penyimpanan

bahan (lemari, rak, alat kimia yang digunakan, dan sebagainya), (c) mudah dijangkau; penyimpanan bahan kimia hendaknya mudah diambil dan pengambilannya tidak membahayakan praktikan. Pengurutan bahan secara alfabetis akan tepat jika dikelompokkan menurut sifat fisis dan sifat kimianya terutama tingkat bahaya untuk pengadministrasian. Bahan kimia yang tidak boleh disimpan bersama bahan kimia lain dalam suatu lemari penyimpanan, harus disimpan dalam wadah sekunder yang terisolasi. Hal ini untuk mencegah pencampuran dengan sumber bahaya lain seperti api, gas beracun, ledakan, atau degradasi kimia. Dengan demikian, penting untuk diketahui penggolongan bahan-bahan kimia menurut sifat fisis dan kimianya, sebagai berikut.

1. *Harmful* (berbahaya), yakni bahan kimia irritant yang dapat menyebabkan luka bakar pada kulit, berlendir, dan dapat mengganggu sistem pernapasan. Hampir seluruh bahan kimia dalam keadaan murni (tanpa dilakukan pengenceran) memiliki sifat *harmful* khususnya bila terkontak dengan kulit, dihirup, dan/atau ditelan.
2. *Toxic* (beracun), yakni bahan kimia yang dapat menyebabkan kematian atau sakit serius bila bahan kimia tersebut masuk ke dalam tubuh melalui pernapasan, menghirup uap, dan penyerapan melalui kulit.
3. *Corrosive* (korosif), yakni bahan kimia yang dapat menyebabkan iritasi pada kulit, gatal-gatal, kulit terkelupas, dan dapat merusak jaringan (tubuh).
4. *Flammable* (mudah terbakar), yakni bahan yang dapat bereaksi dengan air untuk menghasilkan gas yang mudah terbakar (seperti hidrogen) dari hidrida metal.
5. *Explosive* (mudah meledak), bahan kimia golongan ini umumnya dapat meledak dengan adanya panas, percikan bunga api, guncangan, atau gesekan. Beberapa senyawa membentuk garam yang eksplosif jika bersinggungan dengan logam.
6. *Oxidator* (pengoksidasi), bahan kimia golongan ini dapat menyebabkan kebakaran. Bahan kimia ini dapat menghasilkan panas jika terjadi kontak dengan bahan organik dan agen pereduksi.
7. *Dangerous for environmental* (berbahaya bagi lingkungan), bahan kimia golongan ini berbahaya bagi lingkungan walau pada konsentrasi rendah.

Melepasnya langsung ke lingkungan baik ke tanah, air, dan udara atau kemikroorganisme dapat menyebabkan kerusakan ekosistem. Secara umum, bahan kimia dapat membahayakan lingkungan jika tidak ditangani dengan tepat.

Untuk mempermudah identifikasi penggolongan bahan-bahan kimia berdasarkan sifat fisis dan sifat kimia tersebut, maka dilakukan pensimbolan pada wadah penyimpanan bahan kimia sebagai berikut.



Sumber: (<https://www.synergysolusi.com/7-simbol-bahan-kimia-berbahaya.html>)

Bahan kimia sejatinya tidak berbahaya jika ditangani dengan tepat dan sesuai prosedur. Pemahaman tentang karakteristik bahan kimia, sifat fisis, dan sifat kimia sangat membantu dalam menangani dan memperlakukan bahan kimia. Selain itu, pengetahuan tentang prosedur pembuangan bahan kimia seperti penetralan berkontribusi besar terhadap antisipasi pencemaran.

## B. TUJUAN PRAKTIKUM

Dengan adanya praktikum permulaan ini, mahasiswa diharapkan mampu:

1. Mampu mengkaji dan menganalisis nama, jenis, dan kegunaan serta cara penggunaan alat-alat kimia yang ada di laboratorium kimia Universitas Kristen Indonesia.

2. Mampu mengkaji dan menganalisis nama, simbol, jenis, manfaat, dan cara penggunaan serta tingkat toksisitas bahan-bahan kimia yang ada di laboratorium kimia Universitas Kristen Indonesia.
3. Mampu mengkaji dan menganalisis perlakuan terhadap alat-alat dan bahan-bahan kimia.
4. Memahami prosedur penggunaan laboratorium secara umum.

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

Alat dan bahan yang digunakan pada praktikum ini, yakni alat-alat dan bahan-bahan kimia yang ada di laboratorium kimia Universitas Kristen Indonesia.

### **D. PROSEDUR KERJA**

Prosedur kerja pada praktikum ini, sebagai berikut.

1. Menyiapkan alat dan bahan kimia yang akan digunakan sebagai praktikum.
2. Memeriksa kondisi alat-alat kimia yang dijadikan sampel pada praktikum.
3. Memeriksa bahan-bahan kimia yang dijadikan sampel pada praktikum secara organoleptis yang meliputi pelabelan, kondisi bahan kimia, dan penyimpanannya.
4. Praktikan mendeskripsikan alat-alat dan bahan-bahan kimia tersebut diinisiasi oleh asisten laboratorium dan dosen pengampu matakuliah.
5. Praktikan membuat video dengan konten alat dan bahan kimia, cara penggunaan dan manfaat alat-alat kimia, serta penjelasan dan manfaat bahan-bahan kimia yang menjadi bahan kajian.

### **E. TUGAS**

1. Apa yang dimaksud dengan meniscus? (tuliskan dan jelaskan beserta pembagiannya)
2. Keterangan “pyrex” pada alat kimia bermanfaat sebagai... (jelaskan pendapatmu)
3. Jika tersedia alat kimia: gelas ukur 50 mL; gelas kimia 50 mL; Erlenmeyer 50 mL; dan labu ukur 50 mL. Maka untuk mengambil larutan NaOH 0,1 M sebanyak 20 mL, sebaiknya digunakan alat... (jelaskan pendapatmu)



## PERCOBAAN II

### SIFAT FISIKA DAN SIFAT KIMIA

#### A. DASAR TEORI

Penggolongan materi dapat dilakukan dengan mengidentifikasi sifat fisika dan sifat kimia materi tersebut. Sifat-sifat tersebut terdiri dari dua golongan, yakni homogen dan heterogen. Materi homogen memiliki sifat fisika dan sifat kimia yang tetap dan tidak terpengaruh banyaknya variabel yang diamati. Materi heterogen memiliki sifat fisika dan sifat kimia yang labil dan cenderung dapat berubah. Bila gula dan garam dicampur terlihat seperti homogen, namun campuran tersebut nyatanya heterogen karena masing-masing memiliki sifat fisika dan sifat kimia yang berbeda.

Sifat fisika merupakan sifat yang dapat diukur atau diamati tanpa disertai perubahan komposisi pada senyawa. Sifat-sifat fisika senyawa yang penting antara lain: wujud zat (padat, cair, dan gas), warna, *density*, bentuk Kristal, titik leleh, titik didih, hantaran listrik, hantaran panas, kelarutan, dan kekerasan. Bau dan rasa termasuk sifat fisika, namun diperlukan reaksi kimia untuk mengamatinya.

*Wujud zat.* Ditinjau dari sifat fisis, wujud zat tergolong menjadi tiga bagian yakni: padat, cair, dan gas. Zat-zat ini dapat berubah dari bentuk semula menjadi bentuk yang lain. Namun, perubahan tersebut tidak permanen. Artinya, zat yang telah berubah tersebut, dapat berubah kebentuknya semula. Perubahan tersebut umumnya terjadi karena menguap, mengembun, membeku, menyublim, mencair, dan mengkristal.

*Warna.* Ditinjau dari sifat fisis, warna yang dimaksud bukan disebabkan adanya reaksi antara suatu zat dengan zat lain. Warna dimaksud merupakan warna dasar atau warna alamiah dari suatu objek yang dijadikan sebagai ciri khas objek tersebut. Misalnya: karbon berwarna hitam, daun berwarna hijau karena adanya klorofil, dan sebagainya.

*Kelarutan.* Ditinjau dari sifat fisis, kelarutan dimaksud merupakan daya larut suatu zat dalam pelarut organik, pelarut anorganik, atau pelarut universal (air). Daya larut tersebut tidak melibatkan katalis dan tidak terjadi akibat gesekan yang menyebabkan terjadinya reaksi. Misalnya: garam larut dalam air.

*Konduktivitas listrik.* Sifat fisis ini merupakan sifat yang tidak disebabkan oleh adanya reaksi kimia atau penambahan katalis. Benda yang dapat menghantarkan panas disebut konduktor, dan yang tidak dapat menghantarkan panas disebut isolator. Umumnya, benda yang bersifat logam dapat menghantarkan panas/listrik. Konduktivitas listrik dari suatu zat dapat diamati berdasarkan gejala yang ditimbulkan.

*Daya tarik/kemagnetan.* Berdasarkan sifat magnetis, benda digolongkan menjadi dua, yakni benda magnetis dan non-magnetis. Benda-benda magnetik merupakan benda-benda yang dapat ditarik oleh magnet, sedangkan benda-benda non-magnetik merupakan benda-benda yang tidak dapat ditarik oleh magnet.

Sifat kimia merupakan sifat yang dapat diukur atau diamati bila zat mengalami perubahan komposisi, dimana harus berlangsung reaksi kimia. Perubahan kimia dapat diamati dengan memperhatikan pembentukan gas, perubahan warna, atau pembentukan senyawa lain. Contoh perubahan kimia antara lain: besi berkarat, kayu terbakar, hidrogen meledak, dan uranium meluruh secara radioaktif. Perubahan kimia selalu disertai perubahan energi.

Secara umum, perubahan kimia ditandai dengan:

- Terbentuknya zat baru yang dihasilkan.
- Bersifat *irreversible* atau tidak dapat kembali ke bentuk semula.
- Selain terjadinya perubahan fisik, juga terjadi perubahan susunan molekulnya.
- Sifat partikel berbeda dengan sebelumnya.
- Bisa terjadi karena proses pembakaran, pembusukan, pengkaratan, pemasakan, dan pengenziman.

Perbedaan mendasar antara perubahan fisika dan perubahan kimia dapat ditinjau dari beberapa aspek:

1. Aspek “apa yang berubah”

Pada perubahan fisika, yang berubah dari suatu objek berupa wujud, ukuran, warna, dan bentuk. Batu yang dipecah menjadi beberapa batu kecil, masih merupakan perubahan fisika karena hanya terjadi perubahan ukuran dari suatu objek. Pada perubahan kimia, yang berubah dari suatu objek adalah

zat dari objek tersebut. Perubahan tersebut umumnya disebabkan oleh reaksi kimia. Reaksi yang terjadi akan menyebabkan terbentuknya zat jenis baru.

## 2. Aspek “penyebab perubahan”

Perubahan fisika suatu zat disebabkan adanya perubahan suhu, perubahan temperature, atau karena adanya gaya. Air yang didinginkan akan berubah menjadi es batu merupakan perubahan fisika akibat adanya perubahan suhu. Sedangkan, batu besar yang pecah menjadi batu-batu kecil merupakan perubahan fisika akibat adanya gaya.

Pada perubahan kimia, suatu zat akan mengalami perubahan kimia dengan adanya reaksi kimia. Reaksi-reaksi kimia seperti pembusukan, pembakaran, dan lain-lain akan membentuk zat baru.

## 3. Aspek “dapat kembali atau tidak”

Wujud asli benda sebelum mengalami perubahan fisika dapat dikembalikan. Perubahan wujud benda kewujud semula pada perubahan ini tidak memerlukan perlakuan yang rumit. Misalnya air yang membeku (padat), dapat dikembalikan kewujud cair (wujud semula) tanpa mengubah sifat, massa, maupun volumenya.

Pada perubahan kimia, wujud benda sebelum mengalami perubahan tidak dapat dikembalikan. Pada beberapa percobaan, pengembalian kewujud semula sudah dapat dilakukan namun dengan prosedur yang rumit.

Perubahan fisika dan perubahan kimia tidak terlepas dari kehidupan sehari-hari. Perubahan fisika karena perubahan wujud, perubahan fisika karena perubahan bentuk, perubahan fisika karena perubahan ukuran, perubahan fisika karena pelarutan, perubahan kimia karena pembakaran, perubahan kimia karena perkaratan, dan perubahan kimia karena pembusukan. Perubahan-perubahan tersebut merupakan perubahan yang sering ditemui dikehidupan sehari-hari.

## **B. TUJUAN PERCOBAAN**

Percobaan ini bertujuan untuk:

1. Mengamati beberapa sifat kimia logam dan nonlogam.
2. Menentukan titik didih methanol dan cairan lain.
3. Menentukan kelarutan suatu padatan dalam air.

4. Menentukan suatu cairan dapat bercampur dengan air.
5. Menentukan suatu zat yang dapat mengalami perubahan kimia dan/atau perubahan fisika.

### C. ALAT DAN BAHAN

Alat-alat kimia yang digunakan pada percobaan ini antara lain: kawat kasa; gelas piala; penjepit tabung; thermometer; tutup gabus; batu didih; tabung reaksi; cawan penguap; dan peralatan gelas lainnya.

Bahan-bahan kimia yang digunakan antara lain: cairan sampel; methanol; Iod kristal; sukrosa Kristal; pentanol; kawat tembaga; Ammonium Dikromat padat; Kalium Dikromat padat; larutan Natrium Karbonat 0,5 M; larutan Natrium Sulfat 0,1 M; Asam Klorida 0,1 M; larutan Natrium Nitrat 0,1 M; Timbal (II) Nitrat 0,1 M; larutan Kalium Iodida 0,1 M.

### D. PROSEDUR KERJA

#### *Pengamatan Sifat-Sifat Fisika*

##### **a. Titik didih**

1. Letakkan gelas piala 400 mL di atas kasa. Masukkan 300 mL air ke dalam gelas piala dan didihkan. Matikan pemanas. Masukkan 2 mL methanol dan sebutir batu didih ke dalam tabung reaksi. Masukkan tabung reaksi ke dalam air di gelas piala. Masukkan thermometer ke dalam tabung reaksi sampai 1 cm di atas permukaan alkohol. Biarkan alkohol mendidih beberapa menit. Catat suhu setelah ada kondensat menetes sedikit dari ujung thermometer.

**Perhatian:** methanol mudah terbakar. Jauhkan uapnya dari sumber api.

2. Tentukan titik didih cairan sampel dengan prosedur yang sama.

##### **b. Kelarutan**

1. Masukkan 5 mL aquades ke dalam dua buah tabung reaksi (a dan b). Masukkan sebutir Kristal iod ke dalam tabung reaksi a dan Kristal sukrosa ke dalam tabung reaksi b. Kemudian kocok beberapa menit. Catat apakah senyawa larut atau tidak.
2. Masukkan masing-masing 5 mL aquades ke dalam dua buah tabung reaksi (a dan b). Masukkan beberapa tetes methanol ke dalam tabung reaksi a dan

beberapa tetes pentanol ke dalam tabung reaksi b. Kocok beberapa menit dan amati apakah larutan bercampur atau tidak.

### *Mempelajari Sifat-Sifat Kimia*

#### *a. Pemanasan unsur*

1. Ambil sepotong kawat tembaga. Panaskan hingga merah, kemudian dinginkan. Amati perubahan dan sebutkan apakah termasuk perubahan fisika atau perubahan kimia.
2. Masukkan 4 butir Kristal iod dalam gelas kimia. Tutup dengan cawan penguap dan letakkan es ke dalam cawan penguap tersebut. Letakkan gelas kimia di atas kasa dan panaskan dengan hati-hati sampai iod pindah ke dasar cawan penguap. Amati perubahan dan sebutkan apakah termasuk perubahan fisika atau perubahan kimia.

#### *b. Pemanasan senyawa*

Masukkan Kristal ammonium dikromat kira-kira 3 gram ke dalam tabung reaksi pertama dan kalium dikromat dengan massa yang sama ke dalam tabung reaksi kedua. Panaskan tabung reaksi perlahan-lahan. Tentukan apakah perubahan tersebut termasuk perubahan fisika atau perubahan kimia.

#### *c. Reaksi larutan*

1. Masukkan 2 mL larutan natrium karbonat ke tabung reaksi pertama dan larutan natrium sulfat ke tabung reaksi kedua. Tambahkan beberapa tetes asam klorida encer ke dalam masing-masing tabung reaksi. Amati perubahan yang terjadi dan tentukan apakah termasuk perubahan fisika atau perubahan kimia.
2. Masukkan 2 mL larutan natrium nitrat ke tabung reaksi pertama dan 2 mL larutan timbal nitrat ke tabung reaksi kedua. Tambahkan beberapa tetes kalium iodide ke dalam masing-masing tabung reaksi. Catat hasil pengamatan anda.

## **E. TUGAS**

1. Klasifikasikan beserta contoh perubahan fisika karena perubahan wujud, perubahan fisika karena perubahan bentuk, perubahan fisika karena perubahan ukuran, perubahan fisika karena pelarutan, perubahan kimia



## PERCOBAAN III

### MEMBUAT LARUTAN

#### A. DASAR TEORI

Larutan adalah campuran yang terdiri dari dua atau lebih zat yang bercampur secara homogen. Ada dua komponen zat dalam larutan, yakni:

1. Solut (zat terlarut): zat yang jumlahnya lebih sedikit dalam larutan
2. Solven (pelarut): zat yang jumlahnya paling banyak dalam larutan.

Proses pencampuran zat terlarut dan pelarut membentuk larutan disebut *solvasi* (pelarutan). Komposisi zat terlarut dan pelarutan dalam larutan disebut *konsentrasi*.

Konsentrasi umumnya dinyatakan dalam perbandingan jumlah zat terlarut dengan jumlah total zat dalam larutan, atau dalam perbandingan jumlah zat terlarut dengan jumlah pelarut. Konsentrasi-konsentrasi tersebut umumnya dinyatakan dalam beberapa satuan berikut.

✓ Molaritas (M)

Menyatakan jumlah mol zat terlarut yang terdapat dalam satu liter larutan.

$$M = \frac{\text{Mol zat terlarut}}{1 \text{ L larutan}}$$
$$M = \frac{\text{massa zat terlarut}}{Mr} \times \frac{1}{1 \text{ L pelarut}}$$

✓ Molalitas (m)

Menyatakan jumlah mol zat terlarut yang terdapat dalam satu kilogram larutan.

$$m = \frac{\text{Mol zat terlarut}}{1 \text{ Kg larutan}}$$
$$m = \frac{\text{massa zat terlarut}}{Mr} \times \frac{1}{1 \text{ Kg pelarut}}$$

✓ Normalitas (N)

Menyatakan jumlah mol ekuivalen zat terlarut yang terdapat dalam satu liter larutan.

$$N = \frac{\text{mol ekuivalen zat terlarut}}{1 \text{ L larutan}}$$

✓ Persen berat (% b/b)

Menyatakan jumlah massa zat terlarut dalam 100 g larutan.

$$\% \text{ b/b} = \frac{x \text{ gram zat terlarut}}{100 \text{ g larutan}}$$

$$x < 100$$

- ✓ Persen volume (% v/v)

Menyatakan jumlah volume zat terlarut dalam 100 mL larutan.

$$\% \text{ v/v} = \frac{x \text{ mL zat terlarut}}{100 \text{ mL larutan}}$$

$$x < 100$$

- ✓ Persen berat per volume (% b/v)

Menyatakan jumlah massa zat terlarut dalam 100 mL larutan.

$$\% \text{ b/v} = \frac{x \text{ gram zat terlarut}}{100 \text{ mL larutan}}$$

$$x < 100$$

- ✓ Part per million (ppm)

Menyatakan jumlah zat terlarut dalam satu juta larutan.

$$ppm = \frac{\text{massa zat terlarut}}{1 \text{ juta larutan}}$$

Satuan ini sering digunakan untuk menunjukkan kandungan suatu senyawa dalam suatu larutan, kandungan polutan, dan sebagainya. Misalnya kandungan garam dalam air laut.

Contoh: kadar logam Hg dalam air sungai adalah 10 ppm, artinya dalam setiap 1 Kg air terdapat 10 mg Hg.

- ✓ Part per billion (ppb)

Menyatakan jumlah zat terlarut dalam 1 miliar larutan

$$ppb = \frac{\text{massa zat terlarut}}{1 \text{ miliar larutan}}$$

Sama halnya dengan *ppm*, *ppb* digunakan untuk menunjukkan kandungan suatu senyawa dalam suatu larutan, kandungan polutan, dan sebagainya dengan kandungan zat terlarut yang lebih kecil.

Contoh: kadar Pb diudara sebesar 6 ppb, artinya dalam 1 L udara terdapat 6 micro gram logam Pb.

Dampak suatu senyawa terhadap makhluk hidup tidak hanya disebabkan oleh tingkat toksisitas dari penyusun senyawa tersebut melainkan komposisi zat-zat penyusun tersebut didalam persenyawaan. Komposisi-komposisi tersebut dinyatakan dalam konsentrasi. Konsentrasi tersebut memiliki peranan penting pada dampak yang ditimbulkan. Konsentrasi menjadi acuan penentuan ambang batas suatu zat yang dapat dinetralisir oleh makhluk hidup. Dengan kata lain, komposisi

zat yang tidak melebihi ambang batas tidak akan membahayakan makhluk hidup. Namun, jika berlanjut secara kontinu akan membahayakan karena sebagian besar zat kimia memiliki sifat yang dapat menumpuk.

Konsentrasi adalah ukuran yang menggambarkan banyaknya zat di dalam suatu campuran dibagi dengan volume total campuran tersebut. Terdapat empat macam deskripsi kuantitatif konsentrasi, yaitu konsentrasi massa, konsentrasi molar, konsentrasi jumlah, dan konsentrasi volume. Istilah konsentrasi dapat diterapkan untuk semua jenis campuran, tetapi paling sering digunakan untuk menggambarkan jumlah zat terlarut di dalam larutan. Konsentrasi molar mempunyai variasi seperti konsentrasi normal dan konsentrasi osmotik.

Sering kali dalam situasi informal, bahasa non-teknis, konsentrasi dideskripsikan secara kualitatif, meskipun penggunaan kata sifat seperti "encer" untuk larutan dengan konsentrasi relatif rendah dan "pekat" untuk konsentrasi yang relatif tinggi. Untuk memekatkan suatu larutan, harus dilakukan salah satu, yaitu menambahkan zat terlarut lebih banyak (misalnya, alkohol), atau mengurangi jumlah pelarut (misalnya, air). Sebaliknya, untuk mengencerkan suatu larutan, harus dilakukan salah satu, yaitu menambah pelarut atau mengurangi jumlah zat terlarut. Terdapat suatu konsentrasi di mana tidak ada zat terlarut yang larut lagi dalam larutan, kecuali kedua zat tersebut sempurna bercampur. Pada titik ini, larutan dikatakan jenuh. Jika zat terlarut ditambahkan ke dalam larutan jenuh, ia tidak akan larut, kecuali dalam kondisi tertentu, yaitu kondisi supersaturasi. Dalam kondisi ini pemisahan fasa tidak terjadi, tetapi yang terjadi adalah pencampuran fasa, baik terpisah sempurna atau bercampur sebagai suspensi. Titik jenuh bergantung pada banyak variabel seperti temperatur ambien dan natur kimia yang pasti dari pelarut dan zat terlarut.

## **B. TUJUAN PERCOBAAN**

Percobaan ini bertujuan agar mahasiswa terampil membuat larutan dari larutan (yang memiliki konsentrasi berbeda) dan larutan dari padatan.

## **C. ALAT DAN BAHAN**

Alat-alat kimia yang digunakan pada percobaan ini antara lain: kaca arloji, gelas piala, timbangan analitis, pipet volume, labu ukur, dan peralatan gelas lainnya.

Bahan-bahan kimia yang digunakan antara lain: aquades, NaOH padat, HCl pekat, dan  $\text{KMnO}_4$  padat.

#### **D. PROSEDUR KERJA**

##### ***a. Membuat Larutan Natrium Hidroksida***

1. Timbang 0,4 g NaOH padat menggunakan kaca arloji
2. Masukkan NaOH tersebut ke dalam gelas piala
3. Tambahkan kira-kira 10 mL aquades, aduk sampai larut
4. Setelah semua larut, tambahkan aquades hingga volume 100 mL kemudian aduk hingga bercampur sempurna
5. Tentukan konsentrasi larutan tersebut dalam molaritas dan molalitas

##### ***b. Membuat Larutan Asam Klorida***

1. Masukkan 50 mL aquades ke dalam gelas piala.
2. Pipet 5 mL larutan asam klorida pekat dan masukkan ke dalam gelas piala yang berisi aquades di atas melalui dinding gelas piala dengan perlahan dan hati-hati.
3. Aduk perlahan dan tambahkan aquades hingga volume 100 mL
4. Hitung konsentrasi larutan tersebut dalam persen, normalitas, molaritas, dan molalitas.

##### ***c. Membuat Larutan Kalium Permanganat***

1. Timbang 0,05 g  $\text{KMnO}_4$  padat menggunakan kaca arloji.
2. Masukkan  $\text{KMnO}_4$  tersebut ke dalam labu ukur 100 mL. Sisa  $\text{KMnO}_4$  yang ada di kaca arloji dibilas dengan aquades kira-kira 20 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur.
3. Aduk hingga  $\text{KMnO}_4$  larut seluruhnya.
4. Setelah larut seluruhnya, tambahkan aquades hingga garis batas.
5. Aduk larutan dengan hati-hati hingga homogeny
6. Hitung konsentrasi larutan tersebut dalam persen dan molaritas.



## PERCOBAAN IV PENGUKURAN pH LARUTAN

### A. DASAR TEORI

#### 1. Teori Asam Basa

Teori asam basa pertama kali dikemukakan oleh Lavoisier yang menyatakan bahwa asam adalah zat yang mengandung oksigen. Teori ini dianggap kurang menjelaskan banyak hal, sehingga Arrhenius ikut mengemukakan teori yang menyatakan bahwa asam adalah zat yang jika dilarutkan dalam air akan terurai menjadi ion hydrogen ( $H^+$ ) sedangkan basa akan terurai menjadi ion hidroksida ( $OH^-$ ).

Teori selanjutnya dikemukakan oleh Brownsted-Lowry yang menghubungkan teori asam basa dengan serah-terima proton. Asam adalah senyawa pemberi proton, sedangkan basa adalah senyawa penerima proton. Teori terakhir adalah teori yang dikemukakan oleh Lewis yang menyatakan bahwa asam adalah senyawa yang menerima pasangan elektron dan basa adalah senyawa yang memberi pasangan elektron.

Derajat keasaman adalah banyaknya konsentrasi ion H dalam suatu senyawa. Derajat keasaman (pH) memiliki nilai dalam kisaran 1 – 14. Nilai pH 1 – 6.9 bersifat asam, pH = 7 bersifat netral, dan pH 7.1 – 14 bersifat basa. Untuk mengetahui pH dari suatu larutan dapat digunakan indikator alam seperti kunyit atau indikator universal seperti metil merah atau fenolftalein. Setiap indikator memiliki trayek pH tersendiri seperti pada tabel 2.1. Untuk mendapatkan pH yang lebih akurat, sebaiknya menguji suatu larutan dengan beberapa indikator.

**Tabel 2.1. Trayek pH Indikator**

Indikator	Perubahan Warna	Trayek pH
Lakmus	Merah – Biru	4.5 – 8.3
Bromtimol Biru	Kuning – Biru	6.0 – 7.6
Fenolftalein	Tak berwarna – pink	8.3 – 10.0
Metil Jingga	Merah – Kuning	3.1 – 4.4
Metil Merah	Merah – Kuning	4.4 – 6.2

Untuk menyatakan tingkat atau derajat keasaman suatu larutan, seorang ahli dari Denmark, Soren Lautiz Sorensen pada tahun 1910, memperkenalkan suatu bilangan sederhana. Bilangan ini diperoleh dari hasil kali logaritma konsentrasi  $H^+$ . Bilangan ini dikenal dengan skala pH yang ditulis dengan:

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

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

sedangkan hubungan antara pH dan pOH dinyatakan sebagai berikut,

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

$$\text{p}K_w = \text{pH} + \text{pOH}$$

$$\text{pada suhu } 25^\circ\text{C, } \text{p}K_w = \text{pH} + \text{pOH} = 14$$

dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa:

- Larutan bersifat netral jika  $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$  atau  $\text{pH} = \text{pOH} = 7$
- Larutan bersifat asam jika  $[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$  atau  $\text{pH} < 7$
- Larutan bersifat basa jika  $[\text{H}^+] < [\text{OH}^-]$  atau  $\text{pH} > 7$

Karena pH dan konsentrasi ion  $\text{H}^+$  dihubungkan dengan tanda negatif, maka makin besar konsentrasi ion  $\text{H}^+$  makin kecil pH. Selain itu, larutan yang nilai pH nya berbeda sebesar  $n$  mempunyai perbedaan konsentrasi ion  $\text{H}^+$  sebesar  $10^n$  karena bilangan dasar logaritma adalah 10. Artinya, larutan dengan pH 1 sepuluh kali lebih asam dibanding larutan yang memiliki pH 2.

## 2. Pengukuran pH Tanah

pH merupakan derajat keasamaan yang merupakan suatu standar untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan. Selain berfungsi pada larutan, pH juga berfungsi pada tanah untuk mengetahui kadar asam atau basa dari tanah tersebut yang cocok digunakan sebagai salah satu pertimbangan untuk bercocok tanam.

Sebagai contoh, pada tanaman ubi kayu tanah yang dibutuhkan harus memiliki pH antara 4,5 hingga 8 dengan pH ideal 5,8. Sedangkan pada cabai pH yang dibutuhkan berkisar 5,6 – 7,2. Walaupun pada kedua contoh tersebut memerlukan tanah dengan pH netral, tanah yang bersifat asam dan tanah yang bersifat basa tidak bisa dikategorikan sebagai tanah yang tidak baik.

Tanah yang lebih asam biasanya tanah yang gambut dan tinggi kadar hidrogen, aluminium dan belerangnya. Sedangkan tanah yang bersifat basa merupakan tanah yang tinggi akan zat kapur dan tanah yang berada di kawasan pantai. Berbagai faktor dapat menyebabkan perbedaan pH tanah. Selain karena pembagian jenis tanah, perbedaan pH tanah tersebut bergantung juga pada:

- Kadar unsur Hara: kadar unsur hara memberikan nilai pH yang terdapat didalam tanah seperti asam sulfur dan asam nitrit, kalsium, magnesium dan sebagainya.
- Letak geografis: tanah yang berada pada pegunungan akan memiliki pH yang berbeda dengan tanah yang berada pada gurun pasir. Tanah pada daerah pegunungan memiliki nilai pH 5,6 – 6,9 sedangkan pada daerah gurun pasir memiliki nilai pH sebesar 7,6 – 8,1.

## **B. TUJUAN PERCOBAAN**

Percobaan ini bertujuan untuk memahami konsep keasaman dalam kehidupan sehari-hari dan menentukan pH larutan yang belum diketahui dengan menggunakan beberapa indikator seperti kertas lakmus, indikator universal, bromtimol biru, fenolftalein, metil merah, dan metil orange.

## **C. ALAT DAN BAHAN**

Alat kimia yang digunakan pada percobaan ini antara lain: tabung reaksi, rak tabung reaksi, pipet tetes, gelas kimia, dan peralatan gelas lainnya.

Bahan yang digunakan antara lain: kertas lakmus, bromtimol biru, fenolftalein, metil merah, metil orange, larutan kapur, air jeruk nipis, larutan garam, larutan cuka, larutan deterjen, air sumur, dan aquades.

## **D. PROSEDUR KERJA**

Prosedur percobaan ini sebagai berikut:

1. Siapkan alat dan bahan yang digunakan
2. Celupkan sepotong lakmus ke dalam gelas kimia yang berisi larutan sampel. Perhatikan perubahan warna kertas lakmus dan catat hasil pengamatanmu.
3. Masukkan 3 tetes indikator bromtimol biru ke dalam gelas kimia yang berisi larutan sampel. Perhatikan perubahan warna larutan dan catat hasil pengamatanmu.
4. Ulangi prosedur no.3 untuk indikator fenolftalein, metil merah, dan metil orange sebagai pengganti bromtimol biru.



## PERCOBAAN V IKATAN KIMIA DAN KEPOLARAN MOLEKUL

### A. DASAR TEORI

Atom-atom bebas jarang ditemui di alam karena sebagian besar atom-atom tersebut terlalu reaktif, sehingga atom-atom cenderung bergabung satu sama lain dengan gaya tarik yang kuat yang disebut ikatan kimia. Cara atom-atom membentuk ikatan kimia berhubungan erat dengan struktur elektron dan jenis ikatan yang terdapat dalam senyawa sehingga mempengaruhi sifat kimia senyawa. Dalam senyawa ion biner, dua atom yang terlibat dalam pembentukan ikatan ion adalah suatu logam dan non logam. Atom-atom tersebut relatif berbeda namun saling melengkapi satu sama lain. Atom logam cenderung melepaskan elektron dan atom non logam cenderung mengikat elektron.

Imbasnya, terjadi transfer elektron dari atom logam ke atom non logam. Ikatan kovalen terbentuk dari pemakaian elektron bersama antara atom-atom yang saling berikatan, sehingga menghasilkan gaya tarik yang mengikat kedua inti bersama-sama dengan kekuatan yang relatif besar. Secara sekilas, ikatan ion dan ikatan kovalen terlihat sangat berbeda, tetapi sebenarnya kedua ikatan tersebut memiliki perbedaan dan persamaan dalam spectrum yang berkesinambungan. Hubungan antara kedua jenis ikatan ini dapat dipahami melalui konsep keelektronegatifan.

Keelektronegatifan adalah ukuran gaya tarik relatif yang dimiliki suatu atom untuk membagi elektronnya dalam suatu ikatan. Semakin besar nilai keelektronegatifan suatu atom, semakin besar kemampuan gaya tarik elektron pada atom tersebut untuk saling berbagi elektronnya. Perbedaan nilai keelektronegatifan antara atom-atom dalam suatu ikatan merupakan kunci dalam meramalkan kepolaran ikatan.

Kepolaran adalah ukuran ketidaksamaan dalam distribusi elektron pada ikatan. Ketika dua atom yang identik (atom dengan nilai keelektronegatifan sama) berbagi satu atau lebih pasangan elektron, maka masing-masing atom memiliki gaya tarik terhadap elektron sama kuat sehingga jenis ikatan ini disebut ikatan kovalen non polar. Ketika dua atom atau lebih yang terlibat dalam ikatan kovalen tidak identik (nilai keelektronegatifannya berbeda), maka atom yang memiliki keelektronegatifan

lebih besar menarik elektron lebih kuat daripada atom lainnya. Hal ini akan menghasilkan pemakaian elektron secara tak sama. Jenis ikatan seperti ini disebut ikatan kovalen polar.

Fakta menunjukkan bahwa sebagian besar ikatan bukanlah ikatan kovalen 100% maupun ikatan ion 100%, melainkan diantara keduanya. Untuk mempermudah, maka dibuat keteraturan sebagai berikut:

1. Apabila tidak ada perbedaan keelektronegatifan maka termasuk ikatan kovalen non polar.
2. Apabila nilai keelektronegatifan lebih besar dari nol dan kurang dari 1,7 maka termasuk ikatan kovalen polar.
3. Apabila nilai perbedaan keelektronegatifan sama dengan atau lebih besar dari 1,7 maka termasuk ikatan ion.

Untuk senyawa yang terdiri dari 3 atom atau lebih, maka kepolaran molekul mempertimbangkan geometri molekulnya karena geometri molekul mempengaruhi distribusi kerapatan elektron total dalam molekul tersebut. Dengan demikian terdapat arahan yang lebih umum untuk meramalkan kepolaran:

1. Non polar apabila susunannya dalam ruang 3 dimensi simetris.
2. Polar apabila susunannya dalam ruang 3 dimensi tidak simetris.

Polaritas (atau kepolaran) merupakan pemisahan muatan listrik yang mengarah pada molekul atau gugus kimia yang memiliki momen listrik dipol atau multidipol. Molekul polar harus mengandung ikatan kimia polar karena perbedaan elektronegativitas antara atom yang berikatan. Molekul polar dengan dua atau lebih ikatan kutub harus memiliki geometri asimetris sehingga momen ikatan tidak saling meniadakan. Molekul polar berinteraksi melalui gaya antarmolekul dipol-dipol dan ikatan hidrogen. Polaritas mendasari sejumlah sifat fisik termasuk tegangan permukaan, kelarutan, serta titik leleh dan titik didih

### **Polaritas Ikatan**

Tidak semua atom menarik elektron dengan kekuatan yang sama. Jumlah "tarikan" atom yang diberikan pada elektron disebut elektronegativitas. Atom dengan elektronegativitas tinggi seperti fluor, oksigen dan nitrogen akan mengerahkan daya tarik elektron lebih besar daripada atom dengan elektronegativitas rendah. Dalam sebuah ikatan, ini menyebabkan pembagian

elektron yang tidak setara antara atom, karena elektron akan tertarik mendekati atom dengan elektronegativitas yang lebih tinggi. Karena elektron memiliki muatan negatif, pembagian elektron yang tidak setara dalam ikatan mengarah pada pembentukan dipol listrik: pemisahan muatan listrik positif dan negatif. Karena jumlah muatan yang dipisahkan dalam dipol tersebut biasanya lebih kecil dari muatan elementer, maka disebut muatan parsial, dilambangkan sebagai  $\delta^+$  (delta plus) dan  $\delta^-$  (delta minus). Simbol tersebut diperkenalkan oleh Christopher Kelk Ingold dan Edith Hilda Ingold pada tahun 1926. Momen dipol ikatan dihitung dengan mengalikan jumlah muatan yang dipisahkan serta jarak antar muatan. Dipol ini dalam molekul dapat berinteraksi dengan dipol pada molekul lain, menciptakan gaya antarmolekul dipol-dipol.

Ikatan dapat dikategorikan sangat nonpolar atau sangat polar. Ikatan yang benar-benar nonpolar terjadi ketika elektronegativitas identik dan karenanya memiliki perbedaan nol. Ikatan polar sepenuhnya lebih tepat disebut ikatan ionik, dan terjadi ketika perbedaan antara elektronegativitas cukup besar sehingga satu atom benar-benar mengambil elektron dari yang lain. Istilah "polar" dan "nonpolar" biasanya diterapkan pada ikatan kovalen, yaitu ikatan dimana polaritasnya tidak lengkap. Untuk menentukan polaritas ikatan kovalen dengan menggunakan alat numerik, perbedaan antara elektronegativitas atom digunakan.

Polaritas ikatan biasanya dibagi menjadi tiga kelompok berdasarkan perbedaan elektronegativitas antara kedua atom yang berikatan. Menurut skala Pauling:

- *Ikatan nonpolar* umumnya terjadi ketika perbedaan elektronegativitas antara kedua atom kurang dari 0.5
- *Ikatan polar* umumnya terjadi ketika perbedaan elektronegativitas antara kedua atom kira-kira antara 0.5 dan 2.0
- *Ikatan ionik* umumnya terjadi ketika perbedaan elektronegativitas antara dua atom lebih besar dari 2.0

Pauling mendasarkan skema klasifikasi ini pada *karakter ionik parsial* dari sebuah ikatan, yang merupakan fungsi perkiraan dari perbedaan elektronegativitas antara kedua atom yang berikatan. Ia memperkirakan bahwa selisih 1.7 sesuai dengan karakter ion 50%, sehingga perbedaan yang lebih besar sesuai dengan ikatan yang sebagian besar bersifat ionik.

## Polaritas Molekul

Sebuah molekul terdiri dari satu atau lebih ikatan kimia antara orbital molekul dari berbagai atom. Molekul dapat berupa kutub baik sebagai hasil ikatan polar karena perbedaan elektronegativitas seperti yang dijelaskan di atas, atau sebagai akibat dari pengaturan asimetris ikatan kovalen nonpolar dan pasangan elektron yang tidak terikat yang dikenal sebagai orbital molekul.

Molekul polar memiliki dipol bersih sebagai akibat dari muatan yang berlawanan (yaitu memiliki muatan positif parsial dan parsial negatif) dari ikatan polar yang disusun secara asimetris. Air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) adalah contoh molekul polar karena memiliki muatan positif sedikit di satu sisi dan sedikit muatan negatif di sisi lain. Dipol tersebut tidak saling meniadakan sehingga menghasilkan dipol bersih. Karena sifat kutub molekul air itu sendiri, molekul polar pada umumnya dapat larut dalam air. Contoh lainnya termasuk gula (seperti sukrosa), yang memiliki banyak gugus oksigen-hidrogen ( $-\text{OH}$ ) polar dan secara keseluruhan sangat polar.

Jika momen dipol ikatan molekul tidak saling meniadakan, molekulnya bersifat polar. Misalnya, molekul air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) mengandung dua ikatan  $\text{O}-\text{H}$  polar dalam suatu geometri tekuk (nonlinear). Momen dipol ikatan tidak meniadakan, sehingga molekul tersebut membentuk dipol dengan kutub negatif pada oksigen dan kutub positif di antara dua atom hidrogen. Pada gambar setiap ikatan bergabung dengan atom O pusat dengan muatan negatif (merah) ke atom H dengan muatan positif (biru).

Ketika membandingkan molekul kutub dan nonpolar dengan massa molar serupa, molekul polar pada umumnya memiliki titik didih lebih tinggi, karena interaksi dipol-dipol antara molekul polar menghasilkan daya tarik antarmolekul yang lebih kuat. Salah satu bentuk interaksi polar yang umum adalah ikatan hidrogen, yang juga dikenal sebagai ikatan-H. Misalnya, air membentuk ikatan H dan memiliki massa molar  $M = 18$  dan titik didih  $+100^\circ\text{C}$ , dibandingkan dengan nonpolar metana dengan  $M = 16$  dan titik didih  $-161^\circ\text{C}$ .

Suatu molekul mungkin nonpolar baik bila terdapat pembagian elektron yang sama antara dua atom dari molekul diatomik atau akibat susunan ikatan kutub simetris dalam molekul yang lebih kompleks. Sebagai contoh, boron trifluorida

(BF<sub>3</sub>) memiliki susunan trigonal planar dari tiga ikatan polar pada 120°C. Hal ini menghasilkan keseluruhan dipol dalam molekul.

Contoh senyawa nonpolar rumah tangga meliputi lemak, minyak, dan bensin. Oleh karena itu, kebanyakan molekul nonpolar tidak larut dalam air (hidrofobik) pada suhu kamar. Banyak pelarut organik nonpolar, seperti terpenin, yang mampu melarutkan zat polar.

Dalam molekul metana (CH<sub>4</sub>) empat ikatan C–H disusun secara tetrahedral di sekitar atom karbon. Setiap ikatan memiliki polaritas (meski tidak terlalu kuat). Namun, ikatannya disusun secara simetris sehingga tidak ada keseluruhan dipol dalam molekul. Molekul diatomik oksigen (O<sub>2</sub>) tidak memiliki polaritas dalam ikatan kovalen karena elektronegativitas yang sama, maka tidak ada polaritas dalam molekul.

Molekul besar yang memiliki satu ujung dengan gugus polar terlampir dan ujung lainnya dengan kelompok nonpolar digambarkan sebagai molekul amfifil atau amfifilik. Mereka merupakan surfaktan yang baik dan dapat membantu pembentukan emulsi stabil, atau campuran, air dan lemak. Surfaktan mengurangi tegangan antar muka antara minyak dan air dengan mengadsorpsi antarmuka cair-cair.

Didalam biologi, sangat penting dilakukan identifikasi kepolaran suatu senyawa terutama pada pokok bahasan tentang enzim. Enzim akan mengenai substrat dengan sempurna jika memiliki ukuran yang sama. Kesesuaian ukuran tersebut dipengaruhi oleh kepolarannya jika dihubungkan dengan kimia.

## **B. TUJUAN PERCOBAAN**

Percobaan ini bertujuan untuk memberi pemahaman kepada praktikan agar dapat membedakan jenis-jenis ikatan kimia, meramalkan kepolaran beberapa molekul berdasarkan kepolaran ikatan dan geometri molekul, serta terampil membuat media pembelajaran tentang ikatan kimia.

## **C. ALAT DAN BAHAN**

Alat dan bahan yang dipergunakan pada percobaan ini adalah paket molymood dan peralatan tulis lainnya.



## PERCOBAAN VI

### IDENTIFIKASI SENYAWA ESENSIAL DARI BERBAGAI BAHAN MAKANAN

#### A. DASAR TEORI

Logam yang berada di alam merupakan material organik dan anorganik. Beberapa jenis logam bermanfaat bagi tubuh manusia dan beberapa lainnya merugikan. Secara umum, logam ini dibagi menjadi dua bagian besar yakni logam esensial dan logam non esensial.

Logam esensial merupakan logam yang sangat diperlukan oleh organisme untuk membantu proses fisiologis terutama sebagai kofaktor enzim atau sebagai pembentukan organ. Sedangkan logam non esensial merupakan logam yang peranannya dalam tubuh manusia belum diketahui. Logam-logam non esensial ini dapat ditemui pada jaringan hewan dalam jumlah sedikit. Dalam jumlah yang banyak, logam non esensial dapat merusak jaringan organ.

Beberapa jenis logam esensial yang sangat dibutuhkan oleh manusia, antara lain:

##### 1. Kalsium (Ca)

Kalsium merupakan salah satu logam golongan alkali tanah yang memiliki kelimpahan yang lebih banyak dibanding dengan logam segolongannya. Kalsium merupakan mineral yang paling banyak terdapat dalam tubuh, yakni 1,5-2% dari berat badan orang dewasa. Didalam tubuh manusia terdapat kurang lebih satu kilogram kalsium. Dari jumlah tersebut, 99% berada pada jaringan keras seperti pada tulang dan gigi terutama dalam bentuk hidroksiapatit [ $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$ ]. Kalsium tulang berada dalam keadaan seimbang dengan kalsium plasma pada konsentrasi kurang lebih 2,25-2,60 mmol/L (99-10,4mg/100mL).

Densitas tulang berbeda berdasarkan umur, meningkat pada fase pertama pertumbuhan dan menurun secara berangsur setelah dewasa. Di dalam cairan ekstraseluler dan intraseluler kalsium memiliki peranan penting dalam mengatur fungsi sel, seperti transmisi syaraf, kontraksi otot, penggumpalan darah, dan menjaga permeabilitas membran sel. Kalsium juga mengatur pekerjaan hormon-hormon dan faktor pertumbuhan.

Kalsium adalah mineral yang amat penting bagi manusia untuk metabolisme tubuh, penghubung antar syaraf, kerja jantung, dan pergerakan otot. Kalsium juga

memiliki peranan penting pada fase pertumbuhan, seperti pembentukan tulang dan gigi, pembekuan darah, kontraksi otot, mengaktifkan syaraf, melancarkan peredaran darah, menormalkan tekanan darah, menyeimbangkan tingkat keasaman darah, mencegah osteoporosis, dan membantu mineralisasi (Syukri, 1999).

Kalsium klorida dihidrat ( $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) merupakan suatu senyawa padatan berwarna putih dengan titik leleh  $176^\circ\text{C}$ , tidak berbau, mudah larut dalam air dan alkohol. Senyawa ini sering digunakan dibidang industri, seperti pencairan batu bara, mengikat permukaan beraspal, pengeboran lumpur, pabrik kertas dan pulp, pengeboran beton dan semen, fungisida dan formulasi pestisida, pendingin udara, pemadam kebakaran, ban karet untuk traktor dan mobil, serta sebagai desinfektan. Selain itu, dapat digunakan sebagai alat pengering dalam laboratorium dan dapat pula digunakan sebagai pemisah dalam makanan, pembuatan gliserol, penstabil, dan filter.

Kalsium klorida yang dikombinasikan dengan natrium klorida digunakan untuk menghilangkan lapisan es di jalanan di beberapa Negara yang memiliki musim salju. Hal tersebut disebabkan oleh terjadinya reaksi eksotermik antara kalsium klorida dan air. Kalsium klorida memiliki sifat higroskopis, yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber ion kalsium dalam suatu larutan. Tidak seperti senyawaan kalsium lainnya yang tidak dapat larut dalam air, kalsium klorida dapat berdisosiasi dalam air.

## 2. Magnesium (Mg)

Magnesium merupakan unsur kesembilan yang paling melimpah di alam semesta, biasanya banyak terakumulasi pada batuan beku. Magnesium diproduksi dalam penuaan bintang besar dari penambahan sekuensial tiga inti helium ke inti karbon. Ketika bintang semacam itu meledak sebagai supernova, sebagian besar magnesium dimuntahkan ke medium antarbintang yang dapat didaur ulang ke dalam sistem bintang baru. Magnesium adalah unsur kedelapan yang paling melimpah dalam kerak bumi dan unsur keempat yang paling umum di Bumi (setelah besi, oksigen dan silikon), membentuk 13% massa planet dan sebagian besar mantel planet ini. Magnesium adalah unsur paling melimpah ketiga yang terlarut dalam air laut, setelah natrium dan klor.

Magnesium terjadi secara alami hanya dalam kombinasi dengan unsur lain, dan ia selalu memiliki tingkat oksidasi +2. Unsur bebasnya (logam) dapat diproduksi secara artifisial, dan sangat reaktif (meski di atmosfer, segera tersalut lapisan tipis oksida yang sebagian menghambat reaktivitasnya). Logam bebasnya terbakar dengan cahaya putih cemerlang yang khas. Logamnya sekarang terutama diperoleh melalui elektrolisis garam magnesium yang diperoleh dari air garam, dan terutama digunakan sebagai komponen paduan aluminium magnesium, kadang-kadang disebut magnalium atau magnelium. Magnesium kurang padat dibanding aluminium, dan paduannya sangat berharga karena kombinasi antara bobot ringan dan kekuatan.

Magnesium adalah unsur paling melimpah kesebelas, berdasarkan massa, dalam tubuh manusia dan esensial untuk semua sel dan sekitar 300 enzim. Ion magnesium berinteraksi dengan senyawa polifosfat seperti ATP, DNA, dan RNA. Ratusan enzim memerlukan ion magnesium agar berfungsi. Senyawa magnesium digunakan secara medis sebagai obat pencahar umum, antasida (misalnya, susu magnesia), dan untuk menstabilkan eksitasi saraf abnormal atau kejang pembuluh darah dalam kondisi seperti eklampsia.

### **Sifat fisika**

Unsur magnesium adalah logam ringan putih abu-abu, dengan densitas dua pertiga dari densitas aluminium. Ia menjadi sedikit kusam saat terpapar udara, walaupun, tidak seperti logam alkali tanah lainnya, tidak perlu disimpan di lingkungan bebas oksigen karena magnesium dilindungi oleh lapisan tipis oksida yang cukup kedad dan sulit dihilangkan. Magnesium memiliki titik leleh terendah (923 K (650 °C)) dan titik didih terendah (1363 K (1994 °F)) di antara semua logam alkali tanah.

Magnesium bereaksi dengan air pada suhu kamar, meskipun bereaksi jauh lebih lambat daripada kalsium, logam golongan 2 yang mirip. Saat terendam air, gelembung hidrogen terbentuk perlahan di permukaan logam—meskipun jika dalam bentuk serbuknya ia bereaksi lebih cepat. Reaksi terjadi lebih cepat dengan suhu yang lebih tinggi. Reaksi reversibel magnesium dengan air dapat dimanfaatkan untuk menyimpan energi dan menjalankan mesin berbasis magnesium.

Magnesium juga bereaksi secara eksotermik dengan kebanyakan asam seperti asam klorida (HCl), menghasilkan logam klorida dan gas hidrogen, serupa dengan reaksi HCl dengan aluminium, seng, dan banyak logam lainnya

### **Sifat kimia**

Magnesium sangat mudah terbakar, terutama bila dibuat bubuk atau diiris menjadi strip tipis, meski sulit menyala dalam bentuk massal atau curah. Suhu nyala magnesium dan logam paduannya bisa mencapai 3100 °C (5610 °F), meskipun ketinggian api di atas logam yang terbakar biasanya kurang dari 300 mm (12 in). Setelah menyala, api semacam itu sulit untuk dipadamkan, dengan pembakaran berlanjut dalam nitrogen (membentuk magnesium nitrida), karbon dioksida (membentuk magnesium oksida dan karbon), dan air (membentuk magnesium oksida dan hidrogen). Sifat ini digunakan dalam senjata pembakar selama pemboman kota-kota dalam Perang Dunia II, di mana satu-satunya pertahanan sipil praktis untuk memadamkan api yang terbakar adalah dengan menimbun bawah pasir kering untuk menyingkirkan atmosfer dari pembakaran.

Magnesium juga dapat digunakan sebagai alat penyalu untuk termit, campuran aluminium dan bubuk oksida besi yang menyala hanya pada suhu yang sangat tinggi. Saat terbakar di udara, magnesium menghasilkan cahaya putih cemerlang yang mencakup panjang gelombang ultraviolet yang kuat. Bubuk magnesium (bubuk kilat) digunakan untuk penerangan subjek pada masa-masa awal fotografi. Kemudian, filamen magnesium digunakan pada bola lampu fotografi penggunaan tunggal yang dinyalakan secara elektrik. Bubuk magnesium digunakan dalam kembang api dan suar laut yang memerlukan cahaya putih cemerlang. Magnesium juga digunakan untuk berbagai efek teatral, seperti petir, kedipan pistol, dan penampilan supernatural.

### **Senyawaan Bermanfaat**

Senyawa magnesium, terutama magnesium oksida (MgO), digunakan sebagai bahan refraktori pada tanur untuk memproduksi besi, baja, logam nonfero, kaca, dan semen. Magnesium oksida dan senyawa magnesium lainnya juga digunakan dalam industri pertanian, kimia, dan konstruksi. Magnesium oksida dari kalsinasi digunakan sebagai isolator listrik dalam kabel tembaga berisolasi mineral.

- Magnesium bereaksi dengan alkil halida menghasilkan pereaksi Grignard, yang sangat berguna untuk pembuatan alkohol.
- Garam magnesium dimasukkan ke dalam beragam makanan, pupuk (magnesium adalah komponen penyusun klorofil), dan media biakan mikroba.
- Magnesium sulfat digunakan dalam pabrikasi kertas (proses sulfat).
- Magnesium fosfat digunakan untuk membuat kayu tahan api yang digunakan dalam konstruksi.
- Magnesium heksafluorosilikat digunakan untuk anti ngelat pada tekstil.

### **Peran dalam Proses Biologis**

*Mekanisme reaksi.* Interaksi penting antara ion fosfat dan magnesium membuat magnesium menjadi esensial untuk kimia asam nukleat pada semua sel organisme hidup yang diketahui. Lebih dari 300 enzim memerlukan ion magnesium untuk aksi katalitiknya, termasuk semua enzim yang menggunakan atau mensintesis ATP dan enzim yang menggunakan nukleotida lainnya untuk mensintesis DNA dan RNA. Molekul ATP normalnya ditemukan sebagai khelat dengan ion magnesium.

*Sumber makanan, asupan yang disarankan, dan suplementasi.* Rempah-rempah, kacang-kacangan, sereal, coklat dan sayuran merupakan sumber kaya magnesium. Sayuran berdaun hijau seperti bayam juga kaya magnesium. Di Inggris, nilai harian yang direkomendasikan untuk magnesium adalah 300 mg untuk pria dan 270 mg untuk wanita. Di Amerika, *Recommended Dietary Allowance* (RDA) adalah 400 mg untuk pria berusia 19–30 dan 420 mg untuk yang lebih tua; untuk wanita 310 mg untuk usia 19–30 dan 320 mg untuk yang lebih tua.

*Metabolisme.* Orang dewasa memiliki 22–26 gram magnesium, dengan 60% pada skeleton, 39% intrasel (20% pada otot rangka), dan ekstrasel 1%. Tingkat serum biasanya 0,7–1,0 mmol/L atau 1,8–2,4 mEq/L. Tingkat magnesium serum bisa normal meski magnesium intrasel kurang. Mekanisme untuk mempertahankan tingkat magnesium dalam serum adalah berbagai penyerapan gastrointestinal dan ekskresi renal. Magnesium intrasel berkorelasi dengan kalium intrasel. Peningkatan magnesium menurunkan kalsium dan dapat mencegah hiperkalsemia atau menyebabkan hipokalsemia tergantung pada tingkat awal. Baik kondisi asupan protein rendah maupun tinggi menghambat penyerapan magnesium, begitu pula

jumlah fosfat, fitat, dan lemak di usus. Magnesium diet yang tidak terserap diekskresikan melalui feses; magnesium yang diserap diekskresikan melalui urin dan keringat.

*Fungsi pada tanaman.* Tanaman membutuhkan magnesium untuk mensintesis klorofil, esensial untuk fotosintesis. Magnesium di tengah cincin porfirin klorofil analog dengan besi di tengah cincin porfirin heme. Defisiensi magnesium pada tanaman menyebabkan penguningan di antara vena daun, terutama pada daun yang lebih tua, dan dapat disembuhkan dengan penambahan garam Epsom, atau tumbukan gamping dolomitik, pada tanah.

### 3. Zat Besi

Zat besi adalah suatu zat dalam tubuh manusia yang erat dengan ketersediaan jumlah darah yang diperlukan. Dalam tubuh manusia zat besi memiliki fungsi yang sangat penting, yaitu untuk mengangkut oksigen dari paru-paru ke jaringan dan mengangkut elektro dalam proses pembentukan energi di dalam sel. Untuk mengangkut oksigen, zat besi harus bergabung dengan protein membentuk hemoglobin di dalam sel darah merah dan myoglobin di dalam serabut otot. Bila bergabung dengan protein di dalam sel zat besi membentuk enzim yang berperan di dalam pembentukan energi di dalam sel.

Laki-laki dewasa (berat badan 75 kg) mengandung  $\pm$  4000 mg zat besi, sementara wanita dewasa (berat badan 55 kg) mengandung  $\pm$  2100 mg zat besi. Laki-laki memiliki cadangan zat besi di dalam limpa dan sumsum tulang sebanyak 500-1500 mg, itulah sebabnya kekurangan darah (anemia) jarang dijumpai pada laki-laki. Sebaliknya, wanita hanya mempunyai cadangan zat besi 0 – 300 mg sehingga rentan terhadap anemia, apalagi pada usia subur wanita mengalami menstruasi.

Kebutuhan zat besi tergantung kepada jenis kelamin dan umur. Kecukupan yang dianjurkan untuk anak 2-6 tahun 4,7 mg/hari, usia 6-12 tahun 7,8 mg/hari, laki-laki 12-16 tahun 12,1 mg/hari, gadis 12-16 tahun 21,4 mg/hari, laki-laki dewasa 8,5 mg/hari, wanita dewasa usia subur 18,9 mg/hari, menopause 6,7 mg/hari, dan menyusui 8,7 mg/hari. Angka kecukupan ini dihitung berdasarkan ketersediaan hayati (*bioavailability*) sebesar 15%. Zat besi dalam makanan dapat berasal dari sumber nabati dengan ketersediaan hayati 2-3% dan sumber hewani

dengan ketersediaan hayati 20-23%. Untuk meningkatkan ketersediaan hayati, zat besi yang berasal dari tumbuh-tumbuhan dapat ditambahkan dengan vitamin C dan asam organik lainnya.

#### 4. Fosfor

Fosfor ialah zat yang dapat berpendar karena mengalami fosforesens (pendaran yang terjadi walaupun sumber pengekstiasinya telah disingkirkan). Fosfor berupa berbagai jenis senyawa logam transisi atau senyawa tanah langka seperti zink sulfida ( $ZnS$ ) yang ditambah tembaga atau perak, dan zink silikat ( $Zn_2SiO_4$ ) yang dicampur dengan mangan. Kegunaan fosfor yang paling umum ialah pada ragaan tabung sinar katode (CRT) dan lampu pendar, sementara fosfor dapat ditemukan pula pada berbagai jenis mainan yang dapat berpendar dalam gelap (*glow in the dark*). Fosfor pada tabung sinar katode mulai dibakukan sekitaran Perang Dunia II dan diberi lambang huruf "P" yang diikuti dengan sebuah angka. Unsur kimia fosforus dapat mengeluarkan cahaya dalam keadaan tertentu, tetapi fenomena ini bukan fosforesens, melainkan kemiluminesens.

#### 5. Kalium

Kalium secara kimiawi sangat mirip dengan natrium, unsur sebelumnya pada golongan 1 tabel periodik. Mereka memiliki energi ionisasi pertama yang sama, yang memungkinkan setiap atom melepaskan satu-satunya elektron terluarnya. Bahwa mereka adalah unsur yang berbeda yang bergabung dengan anion yang sama untuk membuat garam serupa dicurigai pada tahun 1702, dan dibuktikan pada tahun 1807 menggunakan elektrolisis. Kalium alami terdiri dari tiga isotop, yang salah satunya,  $^{40}K$  bersifat radioaktif. Isotop  $^{40}K$  ditemukan di semua kalium, dan merupakan radioisotop yang paling umum dalam tubuh manusia.

Ion kalium diperlukan untuk fungsi semua sel hidup. Transfer ion kalium melalui membran sel saraf diperlukan untuk transmisi saraf normal; kekurangan dan kelebihan kalium masing-masing dapat mengakibatkan banyak kelainan, termasuk irama jantung yang abnormal dan berbagai kelainan elektrokardiografi (EKG). Buah dan sayuran segar adalah makanan sumber kalium yang baik. Tubuh merespons masuknya kalium makanan, yang meningkatkan kadar kalium serum, dengan menggeser kalium dari luar ke dalam sel dan meningkatkan ekskresi kalium oleh ginjal.

Aplikasi industri kalium mengeksploitasi kelarutan senyawa kalium yang tinggi dalam air, seperti sabun kalium. Produksi tanaman berat cepat menghabiskan kalium tanah, dan ini dapat diatasi dengan pupuk yang mengandung kalium, ini merupakan 95% dari produksi kalium global.

Kalium merupakan unsur kedelapan atau kesembilan yang paling umum dalam tubuh manusia berdasarkan massa (0,2%), sehingga 60 kg orang dewasa mengandung total sekitar 120 g kalium. Tubuh memiliki kalium kira-kira sebanyak belerang dan klorin, dan hanya kalsium dan fosfor yang lebih banyak (kecuali unsur Karbon, Hidrogen, Oksigen, dan Nitrogen yang ada di mana-mana). Ion kalium terdapat dalam berbagai macam protein dan enzim. Kalium mempengaruhi beberapa proses fisiologis, antara lain:

- Mengistirahatkan potensi membran sel dan propagasi potensial aksi pada jaringan neuronal, otot, dan jantung. Karena sifat elektrostatis dan kimia, ion  $K^+$  lebih besar daripada ion  $Na^+$ , maka saluran dan pompa ion di membran sel yang dapat membedakan antara kedua ion secara aktif memompa atau secara pasif melewatkan salah satu dari kedua ion tersebut sambil memblokir yang lain.
- Sekresi dan aksi hormon
- Nada vaskular
- Kendali tekanan darah sistemik
- Motilitas gastrointestinal
- Homeostasis asam-basa
- Metabolisme glukosa dan insulin
- Aksi mineralokortikoid
- Kemampuan ginjal berkonsentrasi
- Keseimbangan cairan dan elektrolit

## 6. Belerang

Belerang atau sulfur adalah unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang S dan nomor atom 16. Belerang merupakan unsur non-logam yang tidak berasa. Belerang, dalam bentuk aslinya, adalah sebuah zat padat kristalin kuning. Di alam, belerang dapat ditemukan sebagai unsur murni atau sebagai mineral-mineral sulfida dan sulfat. Belerang adalah unsur penting untuk kehidupan dan

ditemukan dalam 2 asam amino. Salah satu contoh penggunaan umum belerang adalah dalam pupuk. Selain itu, belerang juga digunakan dalam bubuk mesiu, korek api, insektisida, dan fungisida.

## 7. Natrium

Natrium adalah unsur esensial untuk semua hewan dan beberapa tumbuhan. Ion natrium adalah kation utama pada cairan ekstraselular (*extracellular fluid*, ECF) dan karena itu merupakan penyumbang utama tekanan osmotik ECF dan volume kompartemen ECF. Hilangnya air dari kompartemen ECF meningkatkan konsentrasi natrium, suatu kondisi yang disebut hipernatremia. Kehilangan isotonik air dan natrium dari kompartemen ECF mengurangi ukuran kompartemen tersebut dalam kondisi yang disebut hipovolemia ECF.

Dengan cara pompa natrium-kalium, sel manusia hidup memompa tiga ion natrium keluar dari sel sebagai ganti dua ion kalium yang dipompa masuk; membandingkan konsentrasi ion yang melintasi membran sel, dari dalam ke luar, kalium sekitar 40:1, dan natrium sekitar 1:10. Pada sel saraf, muatan listrik melintasi membran sel sehingga memungkinkan transmisi impuls saraf, ketika muatan itu dihamburkan natrium memiliki peran penting dalam aktivitas itu.

Natrium adalah mineral penting yang mengatur volume darah, tekanan darah, kesetimbangan osmotik dan pH pada manusia. Persyaratan fisiologis minimum natrium adalah 500 miligram per hari. Natrium klorida adalah sumber utama natrium dalam makanan, dan digunakan sebagai bumbu dan pengawet dalam komoditas seperti pengawet acar dan dendeng; bagi orang Amerika, kebanyakan natrium klorida berasal dari makanan olahan. Sumber natrium lainnya adalah keberadaan alami pada makanan dan bahan tambahan makanan seperti monosodium glutamat (MSG), natrium nitrit, natrium sakarin, soda kue (natrium bikarbonat), dan natrium benzoat.

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia menetapkan Angka Kecukupan Gizi natrium adalah adalah 1500 mg per orang per hari, tetapi rata-rata orang Indonesia mengkonsumsi natrium (dari garam saja) sekitar 5300 mg/hari (setara dengan 15 gram garam dengan kadar NaCl 90%); belum termasuk sumber natrium lainnya seperti MSG. Penelitian mengungkapkan bahwa menurunkan asupan natrium hingga 2 g per hari cenderung menurunkan tekanan darah sistolik sekitar

dua hingga empat mm Hg. Telah diperkirakan bahwa penurunan asupan natrium sebesar itu akan menurunkan kasus tekanan darah tinggi sebesar 9 hingga 17%.

Tekanan darah tinggi menyebabkan 7,6 juta kematian dini di seluruh dunia setiap tahunnya. (Sebagai catatan, garam mengandung sekitar 39,3% natrium, sisanya adalah klorin dan zat renik lainnya; sehingga 2,3 g natrium setara dengan sekitar 5,9 g, atau 2,7 mL garam—sekitar setengah sendok teh). *American Heart Association* merekomendasikan asupan natrium tidak lebih dari 1,5 g per hari, sesuai dengan Permenkes RI no 75 tahun 2013.

Suatu studi menemukan bahwa orang dengan atau tanpa hipertensi yang mengekskresikan kurang dari 3 gram natrium per hari dalam urin mereka (dan karena itu mengasup kurang dari 3 g/hari) memiliki risiko *kematian*, stroke, atau serangan jantung yang lebih tinggi daripada yang mengekskresikan 4 sampai 5 gram per hari. Tingkat 7 g per hari atau lebih pada orang dengan hipertensi dikaitkan dengan kematian dan kejadian kardiovaskular yang lebih tinggi, namun hal ini tidak diketahui kebenarannya untuk orang-orang tanpa hipertensi. US FDA menyatakan bahwa orang dewasa dengan hipertensi dan prahipertensi harus mengurangi asupan harian menjadi 1,5 g.

Sistem renin–angiotensin mengatur jumlah cairan dan konsentrasi natrium dalam tubuh. Pengurangan tekanan darah dan konsentrasi natrium dalam ginjal mengakibatkan produksi renin, yang pada gilirannya menghasilkan aldosteron dan angiotensin, mempertahankan natrium dalam urin. Ketika konsentrasi natrium meningkat, produksi renin menurun, dan konsentrasi natrium kembali normal. Ion natrium ( $\text{Na}^+$ ) adalah elektrolit penting dalam fungsi neuron, dan pada osmoregulasi antara sel dan cairan ekstrasel. Hal ini berlaku pada semua hewan oleh  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATPase, transporter aktif yang memompa ion melawan gradien, dan kanal natrium/kalium. Natrium adalah ion logam yang paling lazim dalam cairan ekstrasel. Tingkat natrium yang sangat rendah atau sangat tinggi pada manusia dikenali dalam dunia kedokteran sebagai hiponatremia dan hipernatremia. Kondisi ini mungkin disebabkan oleh faktor genetik, penuaan, atau muntah atau diare berkepanjangan.

Pada tanaman C4, natrium adalah mikronutrien yang membantu metabolisme, khususnya dalam regenerasi fosfoenolpiruvat dan sintesis klorofil. Pada tanaman

lain, ia menggantikan beberapa peran kalium, seperti mempertahankan tekanan turgor dan membantu pembukaan dan penutupan stomata. Kelebihan natrium di dalam tanah dapat membatasi penyerapan air dengan menurunkan potensi air, yang dapat menyebabkan tanaman layu; konsentrasi berlebih pada sitoplasma dapat menyebabkan inhibisi enzim, yang pada gilirannya menyebabkan nekrosis dan klorosis. Sebagai reaksinya, beberapa tanaman telah mengembangkan mekanisme untuk membatasi pengambilan natrium di akar, untuk menyimpannya di dalam sel vakuola, dan membatasi pengangkutan garam dari akar ke daun; kelebihan natrium juga dapat disimpan di jaringan tanaman tua, sehingga membatasi kerusakan pada sel yang baru tumbuh. Halofit telah menyesuaikan diri untuk dapat berkembang di lingkungan yang kaya akan natrium.

## **B. TUJUAN PERCOBAAN**

Percobaan ini bertujuan untuk mengidentifikasi beberapa jenis logam esensial, karakteristik, sifat, serta memahami manfaat logam-logam tersebut.

## **C. ALAT DAN BAHAN**

Bahan yang digunakan pada percobaan ini antara lain bahan makanan seperti makan ringan, sayuran, buah-buahan, dan bahan makanan lainnya; HCl pekat; H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat; NaOH 0,5 M; aquades. Alat yang digunakan antara lain: gelas kimia, gelas Erlenmeyer, mortar, dan peralatan gelas lainnya.

## **D. PROSEDUR KERJA**

Prosedur kerja pada percobaan ini antara lain:

1. Preparasi sampel bahan makanan kira-kira 300 gram.
2. Dioven pada suhu 80<sup>0</sup>C – 100<sup>0</sup>C (hingga menjadi abu).
3. Preparatif tersebut dilarutkan dalam akuades sebanyak 200 mL hingga homogen.
4. Dilakukan penyaringan hingga terjadi pemisahan antara residu dan filtrat.
5. Filtrat kemudian dipisahkan menjadi dua bagian ke dalam gelas kimia.
6. Pada gelas kimia pertama, ditambahkan HCl pekat kira-kira 10 mL secara perlahan (jika terbentuk endapan jenuh sebelum mencapai volume 10 mL, hentikan penambahan HCl). Apabila endapan terbentuk, lanjut ke prosedur



## **PERCOBAAN VII**

### **IDENTIFIKASI DAMPAK LOGAM BERAT TERHADAP TUMBUHAN DAN HEWAN**

#### **A. DASAR TEORI**

Logam merupakan unsur yang memiliki nomor antara 63,5 sampai 200,6 serta memiliki gaya tarik spesifik lebih besar dari 5,0. Logam berat merupakan elemen yang berbahaya di permukaan bumi dan merupakan salah satu sumber polusi lingkungan. Logam berat dapat ditransfer dalam jangkauan yang sangat jauh di lingkungan, selanjutnya berpotensi mengganggu kehidupan biota lingkungan dan akhirnya berpengaruh terhadap kehidupan manusia walaupun dalam jangka waktu yang lama dan jauh dari sumber polusi utama.

Logam berat tidak seperti material organik yang dapat terdegradasi tetapi terakumulasi pada organisme hidup. Banyak logam berat termasuk logam yang beracun dan bersifat karsinogenik. Beberapa faktor yang mempengaruhi aktivitas keracunan setiap jenis logam antara lain: bentuk senyawa dari logam tersebut, daya kelarutan dalam cairan, ukuran partikel, dan beberapa sifat kimia serta sifat fisiknya.

Di perairan, logam berat berada dalam bentuk ion-ion, baik sebagai pasangan ion ataupun dalam bentuk ion-ion tunggal. Kadar logam berat akan meningkat apabila limbah di perkotaan, pertambangan, pertanian, dan perindustrian dibuang ke lingkungan tanpa perlakuan terlebih dahulu (misalnya: penetralan, dan sebagainya).

Adapun sifat-sifat logam berat, antara lain:

- ✚ Sulit didegradasi. Sifat demikian menyebabkan logam berat mudah terakumulasi dalam lingkungan dan secara alamiah susah terurai (dihilangkan).
- ✚ Dapat terakumulasi oleh organisme termasuk kerang dan ikan. Sifat demikian membahayakan manusia yang mengkonsumsi organisme-organisme tersebut.
- ✚ Mudah terakumulasi di sedimen. Sifat demikian menyebabkan konsentrasi logam berat lebih tinggi dari konsentrasi logam yang ada dalam air. Selain itu, sedimen mudah tersuspensi karena pergerakan massa air yang akan melarutkan kembali logam yang dikandungnya di dalam air, sehingga

sedimen menjadi sumber pencemar bagi yang mengkonsumsi air tersebut dalam skala waktu tertentu.

Logam berat digolongkan menjadi dua jenis, yakni logam berat esensial dan logam berat non esensial. Logam berat esensial adalah logam yang keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah berlebihan dapat menimbulkan efek racun. Contoh logam berat ini yakni: Zn, Fe, Cu, Co, dan Mn. Logam berat non esensial adalah logam yang belum diketahui manfaatnya dalam tubuh manusia, logam ini justru bersifat racun seperti Hg, Cd, Pb, dan Cr. Logam-logam ini dapat menimbulkan efek pada kesehatan manusia tergantung pada bagaimana logam berat tersebut terikat dalam tubuh. Daya racun yang dimiliki akan bekerja sebagai penghalang kerja enzim, penyebab alergi, mutagen, dan/atau karsinogenik.

Daya toksisitas logam berat terhadap makhluk hidup sangat bergantung pada spesies, lokasi, umur (fase siklus hidup), daya tahan (detoksikasi), dan kemampuan individu untuk menghindarkan diri dari pengaruh polusi. Toksisitas pada spesies biota dibedakan menurut kriteria dari biota air dan biota darat, sedangkan toksisitas menurut lokasi dibagi menurut kondisi tempat hidup, yakni daerah pencemaran berat, sedang, dan daerah non-polusi.

Menurut Connell (2005), logam berat adalah suatu logam dengan berat jenis lebih besar dari  $5 \text{ g/cm}^3$ . Unsur yang termasuk logam berat adalah Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb, dan Zn. Logam berat memiliki sifat fisik berkilau, lunak, dapat ditempa, dan mempunyai daya hantar panas dan listrik yang baik. Logam berat memiliki sifat kimia yang dapat larut dalam pelarut asam. Berbeda dengan logam biasa, logam berat dapat menimbulkan keracunan pada makhluk hidup jika melebihi konsentrasi 0,05 ppm. Beberapa jenis logam berat masih dibutuhkan oleh makhluk hidup namun dalam jumlah yang sedikit. Terdapat 80 dari 109 unsur kimia yang telah teridentifikasi sebagai logam berat. Logam berat yang umum menjadi pencemar lingkungan antara lain:

### 1. Timbal (Pb)

Timbal adalah logam golongan IVA (14) yang relatif lengai atau tidak mudah bereaksi. Logam ini bersifat amfoter; unsur timbal maupun senyawa oksidanya mudah bereaksi dengan asam maupun basa. Dalam senyawa, timbal biasanya

memiliki bilangan oksidasi +2, dan jarang teroksidasi hingga +4 yang umum pada unsur golongan IVA di atasnya. Namun, bilangan oksidasi +4 sering terjadi dalam senyawa-senyawa organotimbal.

Sifat-sifat timbal yang berguna di antaranya adalah kepadatan tinggi, titik leleh rendah, kemudahan ditempa, dan tahan korosi. Selain itu, logam ini relatif murah dan banyak ditemukan sumbernya, sehingga sering digunakan manusia, termasuk untuk bangunan, pipa air, baterai, peluru, pemberat, solder, cat, zat aditif bahan bakar, dan tameng radiasi. Namun, sejak abad ke-19, sifat racun timbal mulai ditemukan dan penggunaannya mulai dikurangi. Timbal dapat masuk tubuh manusia melalui makanan, minuman, serta udara atau debu yang tercemar. Unsur ini merusak sistem saraf dan mengganggu fungsi enzim dalam tubuh. Timbal sangat berbahaya terutama untuk anak-anak karena dapat mengganggu pertumbuhan otak.

Walaupun timbal tidak diketahui memiliki fungsi khusus secara biologi, unsur ini sangat banyak ditemui dalam tubuh manusia. Kadar rata-rata timbal dalam tubuh manusia dewasa mencapai 120 mg, logam berat tertinggi ketiga setelah zat besi (4000 mg) dan seng (2500 mg). Garam-garam timbal diserap tubuh dengan mudah. Pada orang dewasa, 1% timbal disimpan dalam tulang dan sisanya dibuang melalui urin dan feses setelah beberapa minggu. Namun, pada anak-anak, hanya sepertiga timbal yang dibuang oleh tubuh, dan pemaparan secara terus-menerus dapat menyebabkan bioakumulasi.

Timbal merupakan racun yang kuat (baik jika dihirup atau ditelan), dapat memengaruhi hampir semua organ dan sistem dalam tubuh manusia. Menurut National Institute for Occupational Safety and Health di Amerika Serikat, timbal dengan konsentrasi  $100 \text{ mg/m}^3$  di udara memiliki status "berbahaya langsung" (kode bahasa Inggris "IDLH", *immediately dangerous to life and health*). Jika timbal terhirup, hampir semuanya akan diserap masuk ke peredaran darah. Faktor utama dalam sifat racun timbal adalah kecenderungannya mengganggu fungsi-fungsi enzim dengan cara mengikat gugus tiol dalam banyak enzim, maupun berkompetisi dengan unsur logam penting yang menjadi kofaktor dalam banyak reaksi enzimatik. Logam-logam yang sering disaingi oleh timbal adalah zat besi, seng, dan kalsium. Tubuh yang kekurangan zat besi dan kalsium cenderung lebih rentan keracunan timbal.

Penambangan, pengolahan, dan pembuangan timbal menyebabkan kontaminasi dalam tanah dan air. Emisi timbal ke atmosfer mencapai puncaknya selama Revolusi Industri dan selama penggunaan aditif timbal di bahan bakar. Timbal dilepaskan dari sumber alam (misal akibat aktivitas vulkanik), maupun dari kegiatan manusia, misalnya industri, pembakaran, daur ulang, dan kegiatan manusia yang mengganggu timbal yang sebelumnya tertimbun. Tanah dan endapan di daerah industri dan perkotaan banyak mengandung kadar timbal tinggi. Emisi akibat pembakaran batubara sering terjadi. Masalah-masalah ini sering lebih parah di negara berkembang akibat kurangnya peraturan, infrastruktur pengolahan sampah, dan banyaknya praktik penggunaan timbal yang telah ditinggalkan di negara maju.

Timbal dapat terakumulasi di tanah, terutama tanah dengan kadar organik tinggi, dan bertahan hingga ratusan atau ribuan tahun. Timbal dapat bersaing dengan logam-logam lain dalam tubuh dan permukaan tanaman sehingga mengganggu proses fotosintesis, bahkan pada konsentrasi tinggi dapat membahayakan pertumbuhan dan hidup tumbuhan itu. Kontaminasi timbal dapat mengikuti rantai makanan, sehingga kontaminasi pada tanah dan tumbuhan akan menyebabkan juga kontaminasi pada hewan atau mikroorganisme yang memakannya. Pada hewan, timbal meracuni banyak organ, merusak sistem saraf, ginjal, reproduksi, pembentukan sel darah, dan peredaran darah. Ikan dapat menyerap timbal melalui air dan endapan yang terdapat di habitatnya, sehingga unsur ini dapat terakumulasi melalui rantai makanan dan membahayakan hewan-hewan laut lainnya.

## 2. Raksa (Hg)

Raksa (nama lama: air raksa) atau merkuri atau *hydrargyrum* (bahasa Latin: *Hydrargyrum*, yang berarti air/cairan perak) adalah unsur kimia pada tabel periodik dengan simbol Hg dan nomor atom 80. Raksa banyak digunakan sebagai bahan amalgam gigi, termometer, barometer, dan peralatan ilmiah lain, walaupun penggunaannya untuk bahan pengisi termometer telah digantikan (oleh termometer alkohol, digital, atau termistor) dengan alasan kesehatan dan keamanan karena sifat toksik yang dimilikinya. Unsur ini diperoleh terutama melalui proses reduksi dari *cinnabar* mineral. Densitasnya yang tinggi menyebabkan benda-benda seperti bola

biliar menjadi terapung jika diletakkan di dalam cairan raksa hanya dengan 20 persen volumenya terendam.

Secara alamiah, pencemaran Hg berasal dari kegiatan gunung api atau rembesan air tanah yang melewati deposit Hg. Apabila masuk ke dalam perairan, merkuri mudah ber-ikatan dengan klor yang ada dalam air laut dan membentuk ikatan HgCl. Dalam bentuk ini, Hg mudah masuk ke dalam plankton dan bisa berpindah ke biota laut lain. Merkuri anorganik (HgCl) akan berubah menjadi merkuri organik (metil merkuri) oleh peran mikroorganisme yang terjadi pada sedimen dasar perairan. Merkuri dapat pula bersenyawa dengan karbon membentuk senyawa organo-merkuri. Senyawa organo-merkuri yang paling umum adalah metil merkuri yang dihasilkan oleh mikroorganisme dalam air dan tanah. Mikroorganisme kemudian termakan oleh ikan sehingga konsentrasi merkuri dalam ikan meningkat. Metil Hg memiliki kelarutan tinggi dalam tubuh hewan air sehingga Hg terakumulasi melalui proses bioakumulasi dan biomagnifikasi dalam jaringan tubuh hewan air, dikarenakan pengambilan Hg oleh organisme air yang lebih cepat dibandingkan proses ekskresi.

Keracunan kronis oleh merkuri dapat terjadi akibat kontak kulit, makanan, minuman, dan pernapasan. Toksisitas kronis berupa gangguan sistem pencernaan dan sistem saraf atau gingivitis. Akumulasi Hg dalam tubuh dapat menyebabkan tremor, parkinson, gangguan lensa mata berwarna abu-abu, serta anemia ringan, dilanjutkan dengan gangguan susunan saraf yang sangat peka terhadap Hg dengan gejala pertama adalah parestesia, ataksia, disartria, ketulian, dan akhirnya kematian. Wanita hamil yang terpapar alkil merkuri bisa menyebabkan kerusakan pada otak janin sehingga mengakibatkan kecacatan pada bayi yang dilahirkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa otak janin lebih rentan terhadap metil merkuri dibandingkan dengan otak dewasa. Konsentrasi Hg 20  $\mu\text{g/L}$  dalam darah wanita hamil sudah dapat mengakibatkan kerusakan pada otak janin. Merkuri memiliki afinitas yang tinggi terhadap fosfat, sistin, dan histidil yang merupakan rantai samping dari protein, purin, pirimidin, pteridin, dan porifirin. Dalam konsentrasi rendah ion Hg<sup>+</sup> sudah mampu menghambat kerja 50 enzim yang menyebabkan metabolisme tubuh terganggu.

Garam merkuri anorganik bisa mengakibatkan presipitasi protein, merusak mukosa saluran pencernaan, merusak membran ginjal maupun membran filter glomerulus. Toksisitas kronis dari merkuri organik ini dapat menyebabkan kelainan berkelanjutan berupa tremor, terasa pahit di mulut, gigi tidak kuat dan rontok, albuminuria, eksantema pada kulit, dekomposisi eritrosit, serta menurunkan tekanan darah. Keracunan metil merkuri pernah terjadi di Jepang, dikenal sebagai Minamata yang mengakibatkan kematian pada 110 orang.

### 3. Tembaga (Cu)

Tembaga, perak, dan emas berada pada unsur golongan 11 pada tabel periodik dan mempunyai sifat yang sama: mempunyai satu elektron orbital-s pada kulit atom d dengan sifat konduktivitas listrik yang baik. Sifat lunak tembaga disebabkan oleh konduktivitas listriknya yang tinggi ( $59,6 \times 10^6$  S/m) dan oleh karena itu juga mempunyai konduktivitas termal yang tinggi (kedua tertinggi) di antara semua logam murni pada suhu kamar. Bersama dengan sesium dan emas (keduanya berwarna kuning) dan osmium (kebiruan), tembaga adalah satu dari empat logam dengan warna asli selain abu-abu atau perak. Tembaga murni berwarna merah-oranye dan menjadi kemerahan bila kontak dengan udara.

Tembaga tidak bereaksi dengan air, namun ia bereaksi perlahan dengan oksigen dari udara membentuk lapisan coklat-hitam tembaga oksida. Berbeda dengan oksidasi besi oleh udara, lapisan oksida ini kemudian menghentikan korosi berlanjut. Lapisan verdigris (tembaga karbonat) berwarna hijau dapat dilihat pada konstruksi-konstruksi dari tembaga yang berusia tua, seperti pada Patung Liberty. Tembaga bereaksi dengan sulfida membentuk tembaga sulfida.

Tembaga sulfat bersifat mengiritasi. Biasanya manusia terpapar tembaga sulfat melalui kontak mata atau kulit, termasuk juga dengan menghirup serbuk atau debunya. Kontak dengan kulit akan menyebabkan eksem. Kontak tembaga sulfat dengan mata dapat menyebabkan konjungtivitis dan radang pada kelopak mata dan kornea.

Tembaga memiliki efek racun bagi manusia. Jika terpapar debu atau uap Cu, maka terjadi kerusakan pada selaput lendir di hidung akibat Cu. Selain itu, Cu bisa mengendap di paru-paru dan bersifat korosif. Maka dari itu, Cu bisa menyebabkan kanker dan kerusakan pada paru-paru.

#### 4. Kadmium (Cd)

Kadmium terdapat sebagai komponen minor di sebagian besar bijih seng dan oleh karena itu merupakan hasil sampingan dari produksi seng. Kadmium telah digunakan sejak lama sebagai lapisan tahan korosi pada baja, sementara senyawa kadmium digunakan sebagai pigmen merah, oranye dan kuning, untuk mewarnai kaca dan untuk menstabilkan plastik. Penggunaan kadmium umumnya menurun karena toksisitas dan penggantian baterai nikel-kadmium dengan baterai nikel-metal hidrida dan ion lithium. Salah satu dari sedikit manfaat barunya adalah panel surya kadmium telurida. Meskipun kadmium tidak diketahui memiliki fungsi biologis pada organisme yang lebih tinggi, karbonat anhidrase yang tergantung pada kadmium telah ditemukan di diatom laut.

Kadmium memiliki tingkat oksidasi +2 dan +1. Kadmium dan kongenernya tidak selalu dianggap logam transisi, karena ia tidak memiliki kulit elektron d atau f yang terisi sebagian atau seluruhnya, baik dalam bentuk unsur maupun dalam tingkat oksidasi umumnya. Kadmium terbakar di udara membentuk kadmium oksida (CdO) yang amorf dan berwarna coklat; kristal yang terbentuk dari senyawa ini berwarna merah tua yang berubah warna saat dipanaskan, sama seperti seng oksida, Asam klorida, asam sulfat dan asam nitrat melarutkan kadmium dengan membentuk kadmium klorida (CdCl<sub>2</sub>), kadmium sulfat (CdSO<sub>4</sub>), atau kadmium nitrat (Cd(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>). Tingkat oksidasi +1 dapat diperoleh dengan melarutkan kadmium dalam campuran kadmium klorida dan aluminium klorida, membentuk kation Cd<sup>+1</sup>, mirip seperti kation Hg<sup>+1</sup> dalam raksa(I) klorida.

Peranan kadmium bagi organisme belum diketahui secara pasti, namun karbonat anhidrase yang tergantung pada kadmium telah ditemukan pada beberapa diatom laut. Diatom yang hidup dalam lingkungan dengan konsentrasi seng dan kadmium yang sangat rendah, melakukan fungsi yang biasanya dilakukan oleh seng dalam anhidrase lainnya. Penemuan ini dilakukan dengan menggunakan spektroskopi fluoresensi sinar-X (XAFS).

Kadmium dapat digunakan untuk memblokir saluran kalsium dalam neuron ayam. Bentuk paparan kerja paling berbahaya terhadap kadmium adalah menghirup debu halus dan asap, atau menelan senyawa kadmium yang sangat mudah larut. Menghirup asap yang mengandung kadmium dapat mengakibatkan demam asam logam, penyakit pneumonitis kimia, edema paru-paru, dan kematian.

Kadmium sangat berbahaya pada lingkungan, eksposur manusia terhadap kadmium lingkungan terutama disebabkan oleh pembakaran bahan bakar fosil, pupuk fosfat, sumber daya alam, produksi besi dan baja, produksi semen dan kegiatan terkait, produksi logam non besi, dan insinerasi limbah padat kota. Roti, tanaman akar, dan sayuran berkontribusi terhadap keberadaan kadmium pada populasi modern. Ada beberapa kasus keracunan umum akibat paparan kadmium jangka panjang akibat makanan dan air yang terkontaminasi, dan penelitian terus berlanjut mengenai mimikri estrogen yang dapat menyebabkan kanker payudara.

Dalam beberapa dasawarsa sebelum Perang Dunia II, operasi penambangan mengkontaminasi sungai Jinzū di Jepang dengan terdeteksinya kadmium dan jejak logam beracun lainnya. Sebagai konsekuensinya, kadmium terakumulasi pada tanaman padi yang tumbuh di sepanjang bantaran sungai bagian hilir tambang. Beberapa anggota komunitas pertanian lokal yang mengkonsumsi beras yang terkontaminasi menderita penyakit itai-itai dan kelainan ginjal, termasuk proteinuria dan glukosuria.

## 5. Besi (Fe)

Logam besi telah digunakan sejak zaman purba, meskipun paduan tembaga, yang memiliki titik lebur lebih rendah, yang digunakan lebih awal dalam sejarah manusia. Besi murni relatif lembut, tetapi tidak bisa didapat melalui peleburan. Materi ini mengeras dan diperkuat secara signifikan oleh kotoran, karbon khususnya, dari proses peleburan. Dengan proporsi karbon tertentu (antara 0,002% dan 2,1%) menghasilkan baja, yang lebih keras dari besi murni, mungkin sampai 1000 kali. Logam besi mentah diproduksi di tanur tinggi, di mana bijih direduksi dengan batu bara menjadi *pig iron*, yang memiliki kandungan karbon tinggi. Pengolahan lebih lanjut dengan oksigen mengurangi kandungan karbon sehingga mencapai proporsi yang tepat untuk pembuatan baja. Baja dan paduan besi berkadar karbon rendah bersama dengan logam lain (baja paduan) sejauh ini merupakan logam yang paling umum digunakan oleh industri, karena lebarnya rentang sifat-sifat yang didapat dan kelimpahan batuan yang mengandung besi.

Senyawa kimia besi memiliki banyak manfaat. Besi oksida dicampur dengan serbuk aluminium dapat dipantik untuk membuat reaksi termit, yang digunakan dalam pengelasan dan pemurnian bijih. Besi membentuk senyawa biner dengan

halogen dan kalsogen. Senyawa organologamnya antara lain ferosen, senyawa sandwich pertama yang ditemukan.

Besi memainkan peranan penting dalam biologi, membentuk kompleks dengan oksigen molekuler dalam hemoglobin dan myoglobin; kedua senyawa ini adalah protein pengangkut oksigen dalam vertebrata. Besi juga logam pada bagian aktif sebagian besar enzim redoks yang berperan dalam respirasi seluler serta oksidasi dan reduksi dalam tumbuhan dan hewan.

Besi-protein ditemukan dalam semua organisme mulai dari yang promotif archaea hingga manusia. Warna darah disebabkan oleh hemoglobin, suatu protein yang mengandung besi. Seperti dalam hemoglobin, besi seringkali terikat pada kofaktor, misalnya dalam heme. Gugus besi-belerang adalah penyusun nitrogenase, suatu enzim yang bertanggung jawab pada fiksasi nitrogen biologis. Pengaruh teori evolusi memberikan peran pada besi sulfida dalam teori besi-belerang dunia.

Besi adalah unsur renik penting yang ditemukan di hampir semua organisme hidup. Enzim dan protein mengandung besi, seringkali mengandung gugus prostetik heme, yang berperan besar dalam oksidasi dan transportasi biologis. Contoh protein yang ditemukan dalam organisme tingkat tinggi antara lain hemoglobin, sitokrom, dan katalase.

Senyawa besi "bioanorganik" (yaitu senyawa besi yang digunakan dalam biologi) yang paling banyak diketahui adalah protein heme: contohnya: hemoglobin, myoglobin, dan sitokrom P450. Senyawa-senyawa ini dapat melakukan transportasi gas, membuat enzim, dan digunakan dalam transfer elektron. Metaloprotein adalah gugus protein dengan ion logam kofaktor. Beberapa contoh besi metaloprotein adalah feritin dan rubredoksin. Banyak enzim vital untuk kehidupan mengandung besi, seperti katalase, lipoksigenase, dan IRE-BP.

Besi yang ada dalam suplemen makanan seringkali ditemukan sebagai besi(II) fumarat, meskipun besi sulfat lebih murah dan dapat diserap cukup baik. Unsur besi, meski efisiensi penyerapannya hanya  $\frac{1}{3}$  relatif dari besi sulfat, sering ditambahkan dalam makanan seperti sereal dan tepung terigu. Besi yang paling mudah diserap tubuh apabila di-khelat-kan dengan asam amino dan juga tersedia sebagai suplemen besi. Seringkali asam amino yang dipilih adalah yang termurah dan paling umum yaitu glisin, dalam bentuk suplemen "besi glisinat". Angka Kecukupan Gizi (AKG)

yang dianjurkan untuk besi beragam sesuai umur, jenis kelamin, dan sumber zat besi (besi berbasis heme memiliki bioavailabilitas yang lebih tinggi). Bayi memerlukan suplemen besi jika mengkonsumsi susu formula. Pendonor darah dan wanita hamil beresiko mengalami kekurangan besi dan seringkali dianjurkan untuk mengkonsumsi suplemen besi.

Akuisisi besi sangat berbahaya bagi organisme aerobik, karena ion feri sukar larut pada pH mendekati netral. Oleh karena itu, bakteri telah melibatkan senyawa sekuestor yang disebut siderofora. Setelah diserap, dalam sel, penyimpanan besi diatur dengan hati-hati; ion besi "bebas" tidak tersedia begitu saja. Komponen utama yang mengatur ini adalah protein transferin, yang mengikat ion besi yang diserap dari duodenum dan mengangkutnya melalui aliran arah menuju sel. Pada hewan, tumbuhan, dan jamur, besi seringkali berupa ion yang berbentuk kompleks heme. Heme adalah komponen esensial protein sitokrom, yang mengatur reaksi redoks, dan komponen esensial protein pengangkut oksigen seperti hemoglobin, myoglobin, dan leghemoglobin.

Besi anorganik berkontribusi pada reaksi redoks dalam gugus besi-belerang enzim, seperti nitrogenase (terlibat dalam sintesis amonia dari nitrogen dan hidrogen) serta hidrogenase. Protein besi non-heme meliputi enzim metana monooksigenase (mengoksidasi metana menjadi metanol), ribonukleotida reduktase (mereduksi ribosa menjadi deoksiribosa; biosintesis DNA), hemertrin (transpor oksigen dan fiksasi dalam invertebrata laut) serta asam fosfatase ungu (hidrolisis ester fosfat). Distribusi besi sangat penting diatur pada mamalia (termasuk manusia), karena ion besi berpotensi tinggi pada toksisitas biologis.

## **B. TUJUAN PERCOBAAN**

Percobaan ini bertujuan untuk menumbuhkan sikap sadar mahasiswa terhadap pentingnya menjaga lingkungan dari polutan khususnya bahan dan alat kimia yang berpotensi.

## **C. ALAT DAN BAHAN**

Alat yang digunakan pada percobaan ini antara lain: gelas kimia 1000 mL, gelas kimia 500 mL, pH meter, dan peralatan gelas lainnya.

Bahan yang digunakan yakni aquades; bahan-bahan bekas yang ditenggarai mengandung logam berat seperti baterai serta bahan-bahan lainnya; tumbuh-tumbuhan yang ada di pekarangan rumah; tumbuh-tumbuhan yang ada di sekitaran sungai atau got; dan tumbuh-tumbuhan dari hutan atau taman yang jauh dari polusi.

#### **D. PROSEDUR KERJA**

Prosedur kerja pada percobaan ini antara lain:

1. Preparasi bahan-bahan percobaan.
2. Bahan percobaan yang ditenggarai mengandung logam berat dimasukkan kedalam gelas kimia 1000 mL (atau kedalam wadah yang tidak bereaksi dengan logam berat dimaksud)
3. Tanam tumbuhan yang telah dipersiapkan kedalam gelas kimia yang berisi polutan.
4. Sebagai pembanding. Sediakan sebuah gelas kimia 1000 mL yang diisi dengan tanah subur.
5. Tanam tumbuhan yang sejenis kedalamnya.
6. Amati secara berkala tumbuhan dari kedua gelas kimia.
7. Catat *live time* tumbuhan dari masing-masing wadah.



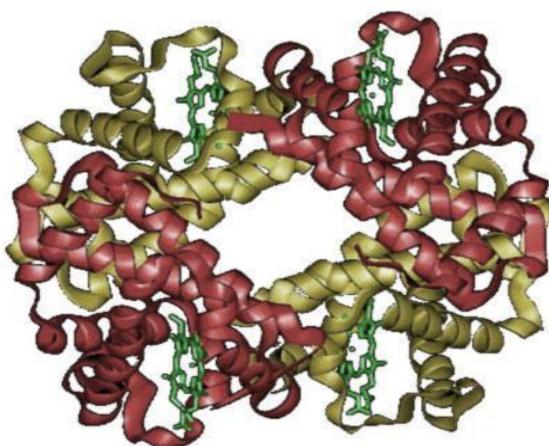
## PERCOBAAN VIII

### REAKSI BEBERAPA LOGAM TERHADAP HEMOGLOBIN DARAH

#### A. DASAR TEORI

Hemoglobin adalah metaloprotein (protein yang mengandung zat besi) di dalam sel darah merah yang berfungsi sebagai pengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh tubuh, pada mamalia dan hewan lainnya. Hemoglobin juga pengusung karbon dioksida kembali menuju paru-paru untuk dihembuskan keluar tubuh. Molekul hemoglobin terdiri dari globin, apoprotein, dan empat gugus heme, suatu molekul organik dengan satu atom besi.

Mutasi pada gen protein hemoglobin mengakibatkan suatu golongan penyakit menurun yang disebut hemoglobinopati, di antaranya yang paling sering ditemui adalah anemia sel sabit dan talasemia. Pada pusat hemoglobin terdapat cincin heterosiklik yang dikenal dengan porfirin yang menahan satu atom besi; atom besi ini merupakan situs/loka ikatan oksigen. Porfirin yang mengandung besi disebut heme. Nama hemoglobin merupakan gabungan dari heme dan globin; globin sebagai istilah generik untuk protein globular. Ada beberapa protein mengandung heme, dan hemoglobin adalah yang paling dikenal dan paling banyak dipelajari.



**Gambar 8.1.** 3-Dimensi Struktur Hemoglobin (sumber: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/19/Hemoglobin.jpg>)

Pada manusia dewasa, hemoglobin berupa tetramer (mengandung 4 subunit protein), yang terdiri dari masing-masing dua subunit alfa dan beta yang terikat secara nonkovalen. Subunit-subunitnya mirip secara struktural dan berukuran hampir sama. Tiap subunit memiliki berat molekul kurang lebih 16,000 Dalton, sehingga berat

molekul total tetramernya menjadi sekitar 64,000 Dalton. Tiap subunit hemoglobin mengandung satu heme, sehingga secara keseluruhan hemoglobin memiliki kapasitas empat molekul oksigen.

Koagulasi adalah suatu proses yang rumit di dalam sistem koloid darah yang memicu partikel koloidal terdispersi untuk memulai proses pembekuan dan membentuk trombus. Koagulasi adalah bagian penting dari hemostasis, yaitu saat penambalan dinding pembuluh darah yang rusak oleh keping darah dan faktor koagulasi (yang mengandung fibrin) untuk menghentikan pendarahan dan memulai proses perbaikan. Kelainan koagulasi dapat meningkatkan risiko pendarahan atau trombosis. Proses koagulasi terjadi segera setelah terjadinya luka pada pembuluh darah dengan rusaknya endotelium.

Langkah awal koagulasi adalah dengan pelepasan komponen fosfolipid yang disebut faktor jaringan dan fibrinogen sebagai inisiasi sebuah reaksi berantai. Segera setelah itu keping darah bereaksi membentuk penyumbat pada permukaan luka, reaksi ini disebut hemostasis awal. Hemostasis lanjutan terjadi hampir bersamaan protein dalam plasma darah yang disebut faktor koagulasi merespon secara berjenjang dan sangat rumit untuk membentuk jaring-jaring fibrin yang memperkuat penyumbatan keping darah.

## **B. TUJUAN PERCOBAAN**

Percobaan ini bertujuan agar mahasiswa memahami reaksi beberapa logam terhadap hemoglobin darah. Dengan pemahaman tersebut, diharapkan terbentuk kesadaran mahasiswa terhadap kualitas darah dan dampaknya.

## **C. ALAT DAN BAHAN**

Alat yang digunakan pada praktikum ini antara lain: gelas kimia 100 mL, tabung reaksi, dan peralatan gelas lainnya. Bahan yang digunakan antara lain: darah ikan lele; darah belut; darah ayam; darah sapi; HCl pekat; H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat; larutan Fe 1 M; larutan K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 0,5 M; aquades; methanol; dan larutan trigliserida.

## **D. PROSEDUR KERJA**

Prosedur kerja pada praktikum ini antara lain:

1. Lakukan preparasi sampel darah.
2. Masukkan sampel darah ke dalam 6 buah tabung reaksi sebanyak 3 mL.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Bassett, J. (1978). *Vogel's textbook of quantitative inorganic analysis including elementary instrumental analysis* (p. 743). R. C. Denney, G. H. Jeffery, & J. Mendham (Eds.). English Language Book Society.
- Brady, J. E. (1992). *Kimia Universitas Asas & Struktur jilid satu*. Tangerang: Binarupa Aksara.
- Chang, R. (2005). *Kimia Dasar*. Jakarta: Erlangga.
- Connell, D. W. (2005). *Basic concepts of environmental chemistry*. CRC Press.
- Harefa, N. (2018). Sensitivitas Ligan Ditizon terhadap Absorpsi Logam Zink dengan Teknik Emulsi Membran Cair. *EduMatSains: Jurnal Pendidikan, Matematika dan Sains*, 3(1), 57-68.
- Harefa, N., Tafonao, G. S., & Sinaga, D. L. (2019). Efektivitas Tawas Hasil Olahan Limbah Aluminium Terhadap Penyerapan Logam Alkali Tanah dengan Metode Gravimetri. *EduMatSains: Jurnal Pendidikan, Matematika dan Sains*, 4(1), 65-76.
- Keenan. (1984). *Kimia Untuk Universitas*. Jakarta: Erlangga.
- Palar, H. (1994). *Toksikologi dan pencemaran lingkungan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Petrucci, R. (1987). *Kimia Dasar*. Jakarta: Erlangga.
- Sugiyarto, K. H., & Suyanti, R. D. (2010). *Kimia anorganik logam*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Suyanto, A., Kusmiyati, S., & Retnaningsih, C. (2010). Residu Logam Berat Ikan dari Perairan Tercemar di pantai Utara Jawa Tengah (Residual Heavy Metals in Fish from Contaminated Water in North Coast of Central Java). *Jurnal Pangan dan Gizi*, 1(2).
- Suyanti, R. D. (2008). *Kimia Koordinasi: Pendukung Kimia Anorganik Fisik*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Syukri, S. (1999). *Kimia Dasar Jilid III*. Padang: FPMIPA FKIP Padang.
- <http://www.kimiapost.net/2016/10/pipet-ukur-alat-gelas-kimia-untuk.html> (Diakses 22 Agustus 2019)
- <https://glasswareindonesia.wordpress.com/2018/07/24/fungsi-pipet-volum-gondok-volume-pipette/> (Diakses, 22 Agustus 2019)

<http://atera-indo.blogspot.com/2017/12/seputar-alat-peraga-kimia-labu-ukur.html>

(Diakses, 22 Agustus 2019)

[https://id.wikipedia.org/wiki/Gelas\\_ukur](https://id.wikipedia.org/wiki/Gelas_ukur) (Diakses, 23 Agustus 2019)

<http://sinarkimia.com/product/beaker-glass/> (Diakses, 23 Agustus 2019)

<http://www.mitramedikasolo.com/product/10/jual-buret-10ml-25ml-50ml-100ml-pyrex-murah-dan-bergaransi.html> (Diakses, 23 Agustus 2019)

<http://www.anm.co.id/article/detail/165/labu-erlenmeyer#.XV-E1mRoTIU> (Diakses, 23 Agustus 2019)

[https://buyme.web.id/detil\\_produk.php?id\\_prod=NTQx](https://buyme.web.id/detil_produk.php?id_prod=NTQx) (Diakses, 23 Agustus 2019)

<https://id.wikipedia.org/wiki/Kuvet> (Diakses, 23 Agustus 2019)

<https://www.indotrading.com/product/alat-laboratorium-tabung-p617717.aspx> (Diakses, 23 Agustus 2019)

<https://deskgram.net/explore/tags/glasswarenurra> (Diakses, 23 Agustus 2019)

<http://www.edonilab.com/tag/timbangan-analitik> (Diakses, 23 Agustus 2019)

<https://www.indotrading.com/product/kaca-arloji-cawan-p426766.aspx> (Diakses, 23 Agustus 2019)

<http://www.alatlabor.com/article/detail/236/cara-menggunakan-pipet> (Diakses, 23 Agustus 2019)

<https://www.labsmk.com/2017/01/fungsi-batang-pengaduk.html> (Diakses, 23 Agustus 2019)

<http://sinarkimia.com/product/spatula/> (Diakses, 23 Agustus 2019)

<https://www.synergysolusi.com/7-simbol-bahan-kimia-berbahaya.html> (Diakses, 24 Agustus 2019)



# PENUNTUN PRAKTIKUM KIMIA DASAR

Nelius Harefa, S.Si., M.Pd

Laurencius Sihotang, M.Pd

