



CARA MENATA ALAT DAN BAHAN DI LABORATORIUM KIMIA



KIM/ IND - II

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

KATA PENGANTAR

Pendidikan Menengah Kejuruan sebagai penyedia tenaga kerja terampil tingkat menengah dituntut harus mampu membekali tamatan dengan kualifikasi keahlian standar serta memiliki sikap dan perilaku yang sesuai dengan tuntutan dunia kerja. Sejalan dengan itu maka dilakukan berbagai perubahan mendasar di dalam penyelenggaraan pendidikan kejuruan. Salah satu perubahan tersebut adalah penerapan Sistem Pendidikan dan Pelatihan Berbasis Kompetensi.

Dalam rangka mengimplementasikan kebijakan tersebut, maka dirancang kurikulum yang didasarkan pada jenis pekerjaan dan uraian pekerjaan yang dilakukan oleh seorang analis dan teknisi kimia di dunia kerja. Berdasarkan hal itu disusun kompetensi yang harus dikuasai dan selanjutnya dijabarkan ke dalam deskripsi program pembelajaran dan materi ajar yang diperlukan yang disusun ke dalam paket-paket pembelajaran berupa modul.

Modul-modul yang disusun untuk tingkat II di SMK program keahlian Kimia Analisis dan Kimia Industri berjumlah tujuh belas modul yang semuanya merupakan paket materi ajar yang harus dikuasai peserta didik untuk memperoleh sertifikat sebagai **Operator**. Judul-judul modul dapat dilihat pada peta bahan ajar yang dilampirkan pada setiap modul.

BANDUNG, DESEMBER 2003

TIM KONSULTAN KIMIA
FPTK UPI

DAFTAR ISI MODUL

	halaman
HALAMAN DEPAN (COVER1)	
HALAMAN DALAM (COVER 2)	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
PETA KEDUDUKAN MODUL	iv
PERISTILAHAN/GLOSARIUM.....	v
I. PENDAHULUAN	
A. Deskripsi	8
B. Prasyarat	9
C. Petunjuk Penggunaan Modul	10
D. Tujuan Akhir	13
E. Kompetensi	13
F. Cek Kemampuan	14
II. PEMBELAJARAN	
A. Rencana Belajar Siswa	15
B. Kegiatan Belajar	
1. Kegiatan Belajar 1	
a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 1	17
b. Uraian Materi 1	17
c. Rangkuman 1	27
d. Tugas 1	28
e. Tes Formatif 1	28
f. Kunci Jawaban Formatif 1	30
2. Kegiatan Belajar 2	
a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 2	30
b. Uraian Materi 2	30
c. Rangkuman 2	36
d. Tugas 2	36
e. Tes Formatif 2	37
f. Kunci Jawaban Formatif 2	39
3. Kegiatan Belajar 3	
a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 3	39
b. Uraian Materi 3	39
c. Rangkuman 3	48
d. Tugas 3	50
e. Tes Formatif 3	51
f. Kunci Jawaban Formatif 3	52
g. Lembar Kerja 3	53
4. Kegiatan Belajar 4	
a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 4	53

b. Uraian Materi 4	53
c. Rangkuman 4	73
d. Tugas 4	75
e. Tes Formatif 4	75
f. Kunci Jawaban Formatif 4	78
g. Lembar Kerja 4	78
5. Kegiatan Belajar 5	
a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 5	79
b. Uraian Materi 5	79
c. Rangkuman 5.....	97
d. Tugas 5	99
e. Tes Formatif 5	100
f. Kunci Jawaban Formatif 5	101
g. Lembar Kerja 5	101
III EVALUASI	153
Kunci Jawaban.....	157
IV PENUTUP	161
DAFTAR PUSTAKA	162

PERISTILAHAN / GLOSSARY

AC (Alternating Current) = arus bolak balik

afektif = sikap

aktifitas lab = kegiatan yang menggunakan fasilitas lab

akuntabilitas = pertanggung jawaban

alat lab = alat-alat yang digunakan untuk pelaksanaan praktikum atau penelitian

analisis = pengelola bahan kimia di lab

asam mineral = asam bukan dari senyawa karbon

asam mineral oksidator = asam yang dapat mengoksidasi zat lain

asam organik = asam dari senyawa karbon

Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) = instrumen pengukur kadar logam (ppm)

awareness = peduli

bahan alat = bahan dasar suatu alat dibuat

bahan eksplosif = bahan yang dapat menimbulkan ledakan

bahan kimia oksidator = bahan kimia yang menunjang proses pembakaran

bahan kimia piroforik = bahan yang dapat terbakar ketika kontak dengan udara pada suhu $< 54,44\text{ }^{\circ}\text{C}$

bahan korosif = bahan yang menjadikan logam mudah berkarat

bentuk alat = penampilan alat dan artistiknya

blower = pengisap gas pada lemari asap

buku induk = buku utama berupa rekapitulasi alat/zat

cairan combustible = cairan yang mempunyai titik bakar $\geq 37,8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

cairan flammable = cairan yang mempunyai titik bakar $< 37,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan tekanan uap $\leq 40\text{ pon/inci}^2$ pada $37,8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

chemical waste disposal = penanganan limbah kimia

chemicals = bahan kimia = zat

chemicals storage room = ruang penyimpanan bahan kimia

commanding = pemberian perintah

conclusion = kesimpulan berdasarkan data

controlling = pengendalian
coordinating = pengkoordinasian
curiosity = keingintahuan
daftar barang/alat/zat = catatan barang/alat/zat yang terurut
daya guna alat = fungsi / kegunaan alat
dehumidifier = alat penurun kelembaban
demineralizer = alat penghasil air bebas ion
destillizer = alat penghasil aquadet /air suling
didactics of science education = didaktik pendidikan sains
directing = pengarahan
eksperimen = rangkaian kegiatan untuk memverifikasi dan menguji hipotesis berdasarkan bukti-bukti empiris
emergency response = penanganan darurat
equipment storage room = ruang penyimpanan alat
equipments = alat laboratorium
estetika = keindahan
eyewash station = unit pencuci mata
fasilitas lab = bangunan, alat dan bahan kimia
fenomena = gejala
fire extinguisher = pemadam api
fire hydrant = pemadam api dengan pengaliran air
flash point = titik bakar = suhu minimum cairan untuk menghasilkan uap sehingga terbakar dengan udara
fume hood = lemari asap = lemari yang berfungsi mengisap gas
Gas Chromatography-Mass Spectrometer (GCMS) = instrumen untuk memisahkan atau mengetahui komponen suatu zat
glasswear = alat-alat gelas
gloves = pelindung/sarung tangan
goggle = pelindung wajah
guided inquiry = ikuiri terbimbing = penyelidikan terbimbing penuh
handbook = buku yang berisi data fisis suatu zat

hazard information = informasi resiko bahaya

hierarki = jenjang

inference = kesimpulan yang dimuati pendapat

Infra Red Spectrometer (IR) = instrumen pengukur vibrasi/getaran zat

instruments room = ruang instrumen

inventory = inventarisasi = pencatatan

kalibrasi alat = peneraan alat agar kerjanya tepat

kartu barang/alat/zat = kartu yang mencatat spesifikasi barang/alat/zat

katalog alat atau bahan = buku yang berisi ciri-ciri suatu alat atau bahan

kepala laboratorium = pemimpin beberapa lab

kepraktisan bawa/simpan (portable) alat = fleksibilitas mudah tidaknya suatu alat untuk dibawa atau disimpan.

kerja dasar laboratorium = memanaskan, menyaring, mengaduk dsb

kerosene = minyak tanah

keselamatan (safety) alat = nilai keamanan alat bila digunakan tidak menimbulkan bahaya bagi pemakai maupun menimbulkan kerusakan bagi alat itu sendiri.

keselamatan suatu alat

ketelitian (accuracy) = tingkat keakuratan pengukuran

ketua laboratorium = pemimpin suatu lab

key person = orang penentu

kode barang = kode barang sesuai dari katalog yang digunakan

kognitif = pengetahuan

konsentrasi = kadar suatu zat

kooperatif = bekerjasama

kreatif = banyak ide

kritis = berpikir analisis

labeling = pelabelan

laboran = pembantu atau juru lab

laboratory = laboratorium = tempat yang dilengkapi peralatan untuk melangsungkan eksperimen, penelitian atau pembelajaran

laboratory rules = tata tertib laboratorium

laboratory work = kerja lab = kegiatan menggunakan fasilitas lab

larutan buffer = larutan yang pH nya tidak mudah berubah

LCD (*liquid Crystal Display*) = papan/layar pada alat elektronik

less guided inquiry = inkuiri dengan porsi pembimbingan rendah

LPG (*Liquid Petroleum Gas*) = gas bahan bakar yang dicairkan

maintenance = pemeliharaan

manajemen = pengelolaan = pendayagunaan sumber daya secara efektif dan efisien

microsoft Excel = program aplikasi komputer

MSDS (*Materials Safety Data Sheets*) = lembar data pengamanan bahan kimia

multiple hazards = bermacam-macam resiko bahaya

Nilai alat = nilai total dari daya guna, struktur, ketelitian, reliabilitas, bahan, ukuran, bentuk, reparasi, kepraktisan bawa/simpan, dan keselamatan suatu alat

nilai pedagogik alat = kemampuan alat untuk mempermudah pembelajaran

nilai reparasi alat = fleksibilitas mudah tidaknya suatu alat untuk diperbaiki

nomor induk = nomor berdasarkan buku induk alat / zat

non biodegradable = tidak terurai secara biologis

Nuclear Magnetic Resonance Spectrometer (NMR) = instrumen penentu posisi atom dalam molekul

objektif = sesuai apa adanya

open inquiry = inkuiri terbuka = penyelidikan lepas = penelitian

ordering = penataan = pengaturan agar tertata baik

organizing = pengorganisasian

outdate chemicals = bahan kimia kadaluarsa

partisipatif = berperan aktif

pembimbing praktikum = instruktur = guru = pemimpin praktikum

pengadministrasian = proses pencatatan fasilitas dan aktifitas lab

peralatan keperangkatan (*set*) = alat yang memiliki beberapa komponen

personal protection = perlindungan badan

planning = perencanaan

practicals = praktikum = pembelajaran sains pada situasi nyata
practicals room = ruang praktikum = ruang untuk melaksanakan eksperimen
prediction = ramalan
preparation room = ruang persiapan = ruang untuk menyiapkan alat, bahan, dan menguji coba prosedur
psikomotor = keterampilan fisik
quonditio sin quanon = keadaan yang tidak bisa dibantah
reliabilitas = keajegan hasil pengukuran
repair room = ruang bengkel
responsif = tanggap
rumus kimia = lambang kimia dari suatu zat
sains = ilmu kimia, fisika, biologi, dll.
Scanning Electron Microscope (SEM) = instrumen penentu struktur permukaan padatan
secondary containment = wadah sekunder
segregation = pemisahan
semi guided inquiry = inkuiri semi terbimbing = penyelidikan setengah dibimbing
shelves = lemari rak
shower = penyembur air
skimming = membaca cepat
spare part = suku cadangnya
spesifikasi alat = peciri alat secara khusus yang membedakan dengan alat lain
staff room = ruang pembimbing
staffing = ketenagaan
storage facilities = fasilitas penyimpanan
storing = penyimpanan
struktur alat = tingkat kerumitan rangkaian alat dan kejelasan proses kerja
supplier = penyedia = perusahaan alat / zat
teknisi = pengelola alat di lab
toleran = menerima pandangan orang lain
tools = perkakas = alat untuk memperbaiki suatu benda

ukuran (size) alat = besar atau kecilnya dimensi alat

ulet = tidak mudah menyerah

Ultra Violet-Visible Spectrometer (UV-Vis) = instrumen pengukur serapan zat terhadap cahaya ultra violet dan cahaya tampak

verification practical = praktikum pembuktian

weighting room = ruang timbang

work safety = keselamatan kerja

X-Ray Diffractometer (XRD) = instrumen penentu struktur kristal

zat radioaktif = zat yang mengeluarkan sinar (α , β , γ).

BAB I PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Modul ini berjudul *Penataan dan Pengadministrasian Alat serta Bahan di Laboratorium Kimia*. Materi pelajaran meliputi manajemen laboratorium; pengertian dan fungsi laboratorium; fasilitas umum laboratorium; penataan alat; penataan bahan kimia; pengadministrasian alat, bahan, fasilitas umum dan aktifitas laboratorium.

Untuk mempermudah dan memperoleh pemahaman yang memadai dalam mempelajari modul ini, disarankan anda terlebih dahulu mempelajari dan memahami modul sebelumnya yang diberikan di kelas I seperti : (1) Modul keamanan dan keselamatan kerja di laboratorium, (2) Modul pengenalan dan penggunaan alat di laboratorium, (3) Modul pengenalan bahan dan sifatnya, (4) dan Modul pemeliharaan alat dan bahan.

Beberapa kemampuan (*competencies*) dan kinerja (*performance*) yang harus dicapai setelah anda mempelajari modul ini adalah sebagai berikut :

Kemampuan dan Kinerja yang harus dicapai		
Pengetahuan	Keterampilan	Sikap
<ul style="list-style-type: none">• Menjelaskan pengertian manajemen laborato-rium• Mengenali aspek-aspek manajemen lab• Menjelaskan struktur organisasi dan tugas pengelola lab• Menjelaskan peraturan kerja lab	<ul style="list-style-type: none">• Menyusun struktur organisasi lab• Menyusun jadwal penggunaan lab• Menyusun agenda kegiatan lab• Menyusun lembar tugas pengelola lab• Menyusun lembar peraturan kerja di lab	<ul style="list-style-type: none">• Mau berpartisipasi dalam menata perangkat pengelolaan lab
<ul style="list-style-type: none">• Menjelaskan pengertian laboratorium• Menjelaskan fungsi laboratorium	<ul style="list-style-type: none">• Menyusun salah satu contoh pola praktikum yang sifatnya verifikatif hingga inkuiri terbuka	<ul style="list-style-type: none">• Mau berpartisipasi dalam mempersiapkan pola pemanfaatan lab
<ul style="list-style-type: none">• Mengenali jenis ruang di laboratorium	<ul style="list-style-type: none">• Menyusun denah lab ideal dan denah lab yang nyata di	<ul style="list-style-type: none">• Mau berpartisipasi dengan sungguh-sungguh

<ul style="list-style-type: none"> • Mengenali fasilitas umum laboratorium 	sekolah / industri / lembaga penelitian <ul style="list-style-type: none"> • Mengatur penempatan fasilitas umum 	dalam mengatur penempatan fasilitas umum lab
<ul style="list-style-type: none"> • Menjelaskan makna penataan alat • Mengklasifikasi alat berdasarkan jenis bahan dasar dan fungsinya • Mengidentifikasi teknik penataan alat 	<ul style="list-style-type: none"> • Menata alat berdasarkan jenis bahan dasar, fungsi, kelancaran dan keselamatan kerja serta aspek pemeliharaan 	<ul style="list-style-type: none"> • Mau berpartisipasi dalam menata alat secara teratur, hati-hati, dan mempertimbangkan estetika
<ul style="list-style-type: none"> • Menjelaskan makna penataan bahan • Mengklasifikasi bahan berdasarkan sifat kimia dan sifat fisiknya • Mengidentifikasi teknik penataan bahan 	<ul style="list-style-type: none"> • Menata bahan berdasarkan sifat, kelancaran dan keselamatan kerja 	<ul style="list-style-type: none"> • Mau berpartisipasi dalam menata bahan secara teratur, hati-hati, dan mempertimbangkan estetika
<ul style="list-style-type: none"> • Menjelaskan makna pengadministrasian alat dan bahan dengan jelas • Mengidentifikasi aspek-aspek yang harus diadministrasikan di laboratorium • Mengkonstruksi kartu alat dan bahan • Menyusun pembuatan daftar alat dan bahan • Mempertimbangkan teknik pengadministrasian alat dan bahan 	<ul style="list-style-type: none"> • Membuat kartu alat, bahan, dan fasilitas umum lab • Mengisi kartu alat, bahan, dan fasilitas umum lab • Menyusun format daftar inventaris alat, bahan, dan fasilitas umum lab • Mengisi daftar inventaris alat, bahan, dan fasilitas umum lab • Menyusun dan mengisi format daftar kekayaan laboratorium • Menyusun dan mengisi format usulan alat, bahan, dan fasilitas umum lab • Menyusun dan mengisi format penerimaan alat, bahan, dan fasilitas umum lab • Menyusun dan mengisi format penggunaan alat dan bahan • Menyusun dan mengisi format aktifitas penggunaan laboratorium 	<ul style="list-style-type: none"> • Mau berpartisipasi dalam mengadministrasikan alat, bahan, fasilitas umum dan aktifitas lab secara cermat, teratur dan hati-hati

Dengan dimilikinya kemampuan kognitif, psikomotor, afektif yang dijadikan sasaran pada modul ini, diharapkan anda mempunyai bekal minimal dalam menata dan mengadministrasikan alat, bahan kimia, dan fasilitas umum lab. Dunia kerja yang akan anda hadapi nanti, tentunya sangat dekat sekali dengan aktifitas di laboratorium. Oleh karena itu kemampuan mengelola laboratorium

secara keseluruhan merupakan bagian yang tidak dapat dihindari, sehingga kemampuan yang diperoleh melalui modul ini sangatlah penting.

Penataan alat dan bahan yang tepat, baik, dan teratur, sangatlah membantu kelancaran dan meningkatkan gairah kerja. Memudahkan dalam pencarian, mengurangi timbulnya kecelakaan, dan membuat lingkungan kerja yang kondusif. Demikian pengadministrasian alat dan bahan yang baik dan teratur, dapat mempermudah pengawasan dan mengetahui dengan cepat data kekayaan laboratorium yang dimiliki. Efisien dalam pengadaan karena jenis dan jumlah alat atau bahan yang tersedia telah diketahui dengan pasti, sehingga alat atau bahan yang diusulkan untuk dibeli akan sesuai dengan kebutuhan (tidak berlebih atau tidak terjadi penumpukkan).

B. Prasyarat

Untuk menguasai secara optimal kemampuan yang dituntut dari Modul Penataan dan Pengadministrasian Alat dan Bahan ini, dipersyaratkan anda menguasai :

- (1) Modul Pengenalan dan Penggunaan Alat
- (2) Modul Pengenalan Bahan dan Sifatnya
- (3) Modul Pemeliharaan Alat dan Bahan
- (4) Modul Keamanan dan Keselamatan Kerja di Laboratorium

Kemampuan khusus yang harus anda tekuni dan latih secara intensif dari modul-modul yang dipersyaratkan tersebut adalah :

- (1) Mengenal dengan baik semua alat, bahan, dan fasilitas umum yang digunakan di laboratorium analisis
- (2) Terampil menggunakan semua alat untuk analisis

Dengan mengenali semua alat dan cara menggunakannya, juga mengenali semua bahan, anda diharapkan memiliki kesan yang kuat tentang karakter alat

dan bahan tersebut. Dengan memiliki kemampuan itu, anda akan lebih mudah dalam melakukan penataan dan pengadministrasiannya.

C. Petunjuk Penggunaan Modul

Modul ini dirancang sebagai bahan untuk melangsungkan pembelajaran maupun kerja mandiri. Untuk meningkatkan proses dan hasil belajar, maka pada bagian ini diberikan panduan belajar bagi siswa dan panduan mengajar bagi guru.

1. Panduan belajar bagi siswa

- a. Bacalah dengan cepat keseluruhan modul ini (*skimming*)
- b. Buatlah diagram yang berisikan materi utama yang dibicarakan dalam modul ini berikut aktifitas yang diminta. Beri kotak segi empat untuk setiap materi/konsep utama yang dibicarakan. Tiap kotak diberi nomor urut untuk memudahkan penelusuran isi konsepnya.
- c. Siapkan kertas kosong HVS berukuran 10 x 10 cm (lebih baik lagi kertas lipat berwarna yang banyak dijual di toko buku). Tuliskan nomor dan makna atau isi konsep sesuai yang tercantum dalam diagram.
- d. Pahami isi masing-masing konsep yang tertera pada diagram.
- e. Diskusikan dengan guru dan teman-teman tentang konsep-konsep yang belum anda fahami hingga mendapat kejelasan
- f. Jawablah semua soal-soal yang menguji penguasaan konsep, kemudian periksa hasilnya dengan kunci jawaban yang disediakan. Pelajari kembali apabila penguasaan kurang dari 80%. Ingat ! Kunci jawaban hanya di gunakan setelah anda mengerjakan soal, dan hanya digunakan untuk mengetahui pemahaman nyata anda.
- g. Latihlah cara menata alat, bahan, dan fasilitas umum laboratorium di Sekolah anda. Terapkan aturan-aturan yang telah anda pelajari. Sewaktu anda menata alat, bahan, dan fasilitas umum alangkah baiknya anda menyiapkan Buku Katalog Alat dan Bahan, agar penataan menjadi tepat dan anda akan lebih mengenali alat maupun bahan. Persiapkan juga kertas label dengan ukuran proporsional (biasanya sudah banyak dijual

di toko) terutama untuk label bahan kimia yang sudah tidak jelas. Sewaktu anda menata alat dan bahan, anda juga hendaknya melakukan pendataan dengan menggunakan Kartu Alat dan Bahan. Jika memungkinkan latihan menata alat dan bahan ini dilakukan melalui kunjungan/magang di Laboratorium Industri, Lembaga Penelitian atau Perguruan Tinggi, kemudian hasil kunjungan tersebut anda diskusikan atau diberikan komentar. Perlu diperhatikan bahwa keterampilan menata alat dan bahan ini tidak bisa ditransfer dari orang lain sekalipun dari Ibu dan Bapak Guru, tanpa anda mencobanya langsung.

- h. Latihlah cara mengadministrasikan alat dan bahan. Mulai dari cara membuat kartu alat, bahan, fasilitas umum laboratorium, daftar alat dan bahan, daftar pengusulan, dan penerimaan alat dan bahan, daftar peminjaman/pemakai alat dan bahan serta daftar aktifitas laboratorium. Olehkarena pengadministrasian itu akan melibatkan data alat dan bahan yang relatif banyak, sebaiknya anda terlebih dahulu berlatih menggunakan Program Komputer Microsoft Excel. Dengan program itu anda akan tertolong dalam mengurutkan, menghitung jumlah alat atau bahan dan menentukan harga.

2. Panduan Mengajar bagi Guru

- a. Sebelum pembelajaran dengan modul ini dilaksanakan, terlebih dahulu dipersiapkan OHT (*Overhead Transparencies*) yang memuat struktur materi/konsep utama dalam bentuk diagram. Transparansikan beberapa contoh penataan alat, bahan, dan fasilitas umum lab yang benar, dan tunjukkan juga salah satu penataan yang salah. Transparansikan juga contoh kartu alat dan bahan yang telah terisi spesifikasinya. Siapkan daftar alat dan bahan yang telah terisi data hasil pengolahan Microsoft Excel. Demikian juga persiapkan Katalog alat dan bahan (dalam negeri, bila memungkinkan luar negeri). Katalog alat dan bahan dapat diperoleh dari Perusahaan Alat dan Bahan kimia.

- b. Tugaskan pada siswa untuk membaca Modul secara berkelompok. Hal-hal yang belum difahami didiskusikan dan penjelasannya menggunakan media transparan yang telah dipersiapkan.
- c. Tugaskan pada siswa untuk menguji penguasaan konsep dengan cara mengerjakan soal-soal yang telah ada dalam modul. Bagi siswa yang belum mencapai penguasaan minimal 80% disuruh untuk mempelajari kembali secara mandiri di rumahnya.
- d. Tugaskan tiap kelompok siswa untuk menata alat dan bahan tertentu yang ada di laboratorium. Diskusikan pekerjaan siswa yang kurang tepat. Bila perlu siswa ditugaskan untuk berkunjung/magang ke Laboratorium Industri, Lembaga Penelitian atau Perguruan Tinggi untuk mengamati penataan alat dan bahan secara nyata. Diskusikan hasil temuan siswa dari tempat yang mereka kunjungi. Pada saat siswa menata alat, mereka suruh mempersiapkan kertas label terutama untuk mengganti label bahan kimia yang sudah tidak jelas. Demikian pula pada saat menata alat dan bahan tersebut siswa diminta untuk mendatanya pada kartu alat dan bahan yang sebelumnya telah diberi contoh sesuai yang telah dipersiapkan pada transparan.
- e. Tugas tiap kelompok siswa untuk mengadministrasikan alat dan bahan dengan menggunakan format yang sebelumnya dicontohkan pada transparan. Diskusikan tentang kesalahan yang mereka lakukan.
- f. Evaluasi kemampuan siswa sesuai sasaran yang tercantum dalam modul ini baik dalam aspek pengetahuan, keterampilan maupun sikap. Penilaian aspek pengetahuan dapat menggunakan soal yang tercantum dalam modul. Penilaian keterampilan menata dan mengadministrasikan alat dan bahan dhendaknya dilakukan dengan menggunakan lembar pengamatan seperti dicontohkan pula dalam modul ini. Penilaian sikap dan keterampilan sebaiknya dilakukan sejak proses pembelajaran berlangsung, sedangkan penilaian pengetahuan dilakukan setelah pengkajian modul dalam pembelajaran selesai.

D. Tujuan Akhir

Tujuan akhir yang harus dicapai setelah menyelesaikan modul ini tertuang pada tabel sebagai berikut :

Kinerja yang diharapkan	Kriteria keberhasilan	Kondisi/variabel yang diberikan
Terampil (P) dan aktif berpartisipasi (A) dalam menata alat, bahan, dan fasilitas umum laboratorium berdasarkan aturan yang dipersyaratkan (K)	<ul style="list-style-type: none"> Konsep dasar penataan alat dan bahan telah dikuasai minimal 80% Menunjukkan hasil kerja penataan alat dan bahan yang benar, dan teratur 	<ul style="list-style-type: none"> Konsep penataan alat berdasarkan jenis bahan dasar dan fungsi Konsep penataan bahan berdasarkan sifat kimia dan fisis Disediakan alat-alat laboratorium yang harus ditata penempatannya Disediakan bahan-bahan kimia yang harus ditata penempatannya

K = Kognitif

P = Psikomotor

A = Afektif

E. Kompetensi

Kompetensi yang akan dicapai dalam Modul ini mencakup aspek-aspek sebagai berikut :

Sub Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Lingkup Belajar	Materi Pokok Pembelajaran		
			Sikap	Pengetahuan	Keterampilan
1	2	3	4	5	6
E. 1 Menata bahan baku dan peralatan	1. Penataan bahan dilakukan berdasarkan jenis alat 2. Penataan bahan berdasarkan sifat bahan	Penataan bahan baku dan spare part	Hati-hati dan teliti dalam menata alat Hati-hati dan cermat dalam mengelompokkan bahan kimia	Cara menata alat di lab Cara menata bahan kimia di lab	Menata alat Menata bahan kimia

F. Cek Kemampuan

Berikut ini merupakan lembar pengecekan kemampuan anda terhadap isi materi yang akan dicapai pada modul. Lembar isian tersebut harus dipandang sebagai alat evaluasi diri, olehkarena itu harus diisi dengan sejujurnya, dan apabila sebagian besar pertanyaan sudah anda kuasai, maka anda dapat mengerjakan soal atau minta pengujian praktek pada guru.

Berikan tanda cek (V) pada tingkat penguasaan sesuai yang anda

No.	Aspek yang harus dikuasai	Tingkat Penguasaan		
		Baik	Sedang	Kurang
1	Pemahaman anda tentang makna pengelolaan laboratorium			
2	Keterampilan anda menyusun struktur organisasi laboratorium			
3	Keterampilan anda menyusun jadwal penggunaan laboratorium			
4	Pemahaman anda tentang makna laboratorium			
5	Pemahaman anda tentang fungsi laboratorium			
6	Keterampilan anda dalam merancang tingkatan praktikum			
7	Pengenalan anda tentang beberapa fasilitas umum laboratorium			
8	Pemahaman anda tentang penggunaan fasilitas umum laboratorium			
9	Keterampilan anda menyusun/menata fasilitas umum laboratorium			
10	Pemahaman anda tentang makna penataan alat dan bahan			
11	Pengenalan anda terhadap bahan dasar penyusun alat yang ada di laboratorium			
12	Pemahaman anda tentang klasifikasi alat di laboratorium			
13	Pemahaman anda tentang spesifikasi alat yang ada di laboratorium			
14	Pemahaman anda terhadap fungsi alat yang ada di laboratorium			
15	Keterampilan anda menggunakan semua alat yang ada di laboratorium			
16	Pemahaman anda tentang cara menata alat di laboratorium			
17	Partisipasi anda dalam menata alat di laboratorium			
18	Keterampilan anda dalam menata alat di laboratorium			
19	Pengenalan anda terhadap wujud bahan kimia di laboratorium			

20	Pemahaman anda tentang klasifikasi bahan kimia yang ada di laboratorium			
21	Pemahaman anda tentang spesifikasi bahan kimia yang ada di laboratorium			
22	Pemahaman anda tentang fungsi bahan kimia di laboratorium			
23	Keterampilan anda dalam memperlakukan bahan kimia di laboratorium			
24	Pemahaman anda dalam menata bahan kimia di laboratorium			
25	Partisipasi anda dalam menata bahan kimia di laboratorium			
26	Keterampilan anda dalam menata bahan kimia di laboratorium			
27	Pemahaman anda tentang makna pengadministrasian alat dan bahan kimia di laboratorium			
28	Pemahaman anda tentang buku katalog alat dan bahan kimia			
29	Keterampilan anda dalam menggunakan buku katalog alat dan bahan kimia			

II. PEMBELAJARAN

A. Rencana Belajar Peserta Diklat

Tabel berikut merupakan rambu-rambu rencana pembelajaran dengan menggunakan Modul ini. Rambu-rambu ini bersifat fleksibel dan dapat dimodifikasi sesuai dengan kondisi sekolah.

Kompetensi : Mengelola Laboratorium

Sub Kompetensi : - Menata alat dan bahan laboratorium

- Mengadministrasikan alat dan bahan di laborato- rium

Jenis Kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat Belajar	Perubahan dan Alasan	Tanda tangan Guru
<p>KBM-1</p> <p>Diskusi tentang :</p> <ul style="list-style-type: none">• Konsep dasar manajemen laboratorium• Aspek \-aspek manajemen lab• Struktur organisasi dan tugas pengelola lab• Peraturan kerja di lab <p>Latihan tentang :</p> <ul style="list-style-type: none">• Menyusun struktur organisasi lab• Menyusun jadwal penggunaan lab• Menyusun agenda kegiatan lab• Menyusun lembar tugas pengelola lab• Menyusun lembar peraturan kerja di lab		8 Jam	Kelas Kelas / Laboratorium		
<p>KBM-2</p> <p>Diskusi tentang :</p> <ul style="list-style-type: none">• Pengertian laboratorium• Fungsi laboratorium <p>Latihan tentang :</p> <ul style="list-style-type: none">• Menyusun contoh		8 Jam	Kelas Kelas / Laboratorium		

B. Kegiatan Belajar

1. Kegiatan Belajar 1

a. Tujuan kegiatan pembelajaran 1

Siswa diharapkan dapat :

- Menjelaskan pengertian manajemen laboratorium
- Mengenali aspek-aspek manajemen lab
- Menjelaskan struktur organisasi dan tugas pengelola lab
- Menjelaskan peraturan kerja lab
- Menyusun struktur organisasi lab
- Menyusun jadwal penggunaan lab
- Menyusun agenda kegiatan lab
- Menyusun lembar tugas pengelola lab
- Menyusun lembar peraturan kerja di lab
- Mau berpartisipasi dalam menata perangkat pengelolaan lab

b. Uraian materi 1

Manajemen Laboratorium

Manajemen laboratorium disebut juga pengelolaan laboratorium berasal dari kata *laboratory management*. Pengelolaan merupakan suatu proses pendayagunaan sumber daya (*resources*) secara efektif dan efisien untuk mencapai suatu sasaran yang diharapkan secara optimal. **Henri Fayol** seorang ahli manajemen menyatakan bahwa pengelolaan hendaknya dijalankan berkaitan dengan unsur atau fungsi-fungsi manajer, yakni perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), pemberian komando (*commanding*), pengkoordinasian (*coordinating*), dan pengendalian (*controlling*) dengan akronim yang terkenal POCCC. Sementara **Luther M. Gullick** menyatakan fungsi-fungsi manajemen yang penting adalah perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), pengadaan tenaga kerja (*staffing*), pemberian bimbingan (*directing*), pengkoordinasian (*coordinating*), pelaporan (*reporting*), dan penganggaran (*budgeting*) dengan akronim yang terkenal

POSDCoRB. Berarti pengelolaan laboratorium menyangkut beberapa aspek yaitu perencanaan, penataan, pengadministrasian, pengamanan, perawatan, dan pengawasan. Secara garis besar pengelolaan laboratorium tersebut berkaitan dengan pengelola dan pengguna (*personel*), fasilitas laboratorium (bangunan, peralatan umum laboratorium, alat-alat laboratorium (*equipments*), bahan kimia (*chemicals*), dan aktifitas yang dilaksanakan di laboratorium.

Pada dasarnya pengelolaan laboratorium merupakan tanggung jawab bersama dari semua personel, baik pengelola maupun pengguna. Oleh karena itu setiap personel yang terlibat harus memiliki kesadaran dan merasa terpenggil untuk sama-sama mengatur, memelihara dan mengusahakan keselamatan kerja. Mengatur dan memelihara laboratorium dimaksudkan melakukan segala macam upaya agar laboratorium selalu tetap berfungsi sebagaimana mestinya. Sedangkan upaya menjaga keselamatan kerja mencakup usaha untuk selalu mencegah kemungkinan timbulnya kecelakaan sewaktu bekerja di laboratorium.

Para personel pengelola laboratorium hendaknya memiliki keterampilan dan pemahaman tentang laboratorium dan fasilitasnya. Mengetahui dan mampu bekerja sesuai tugas dan tanggung jawabnya, mengikuti peraturan dan melaksanakan tugas yang diberikan oleh lembaganya. Personel pengelola laboratorium umumnya terdiri dari Kepala Laboratorium, Ketua laboratorium, Pimpinan / Pembimbing praktikum, tenaga Teknisi dan Analis serta tenaga Pembantu atau Juru laboratorium.

Untuk mempertegas tugas dan tanggungjawab dari masing-masing personel pengelola laboratorium, biasanya lembaga yang bersangkutan merumuskan uraian tugas (*job desription*). Demikian untuk menjaga keselamatan kerja dan memelihara fasilitas laboratorium biasanya

dirumuskan tata tertib bekerja di laboratorium (*laboratory rulers*). Uraikan tugas personel pengelola laboratorium secara spesifik bergantung kondisi personel yang ada di lembaga bersangkutan.

Secara umum Kepala laboratorium mempunyai tugas diantaranya : (1) Merencanakan dan mengkoordinasikan pendayagunaan laboratorium, (2) Merencanakan dan mengkoordinasikan pengadaan alat dan bahan laboratorium, (3) Merencanakan dan mengkoordinasikan rehabilitasi gedung dan perlengkapan laboratorium, (4) Merencanakan dan mengkoordinasikan pengadaan literatur laboratorium, (5) Merencanakan dan mengkoordinasikan sistem pengadministrasian sarana dan prasarana laboratorium, (6) Merencanakan dan mengkoordinasikan pembinaan personil pengelola laboratorium, (7) Merencanakan dan mengkoordinasikan pengawasan laboratorium, (8) Melaporkan keadaan nyata laboratorium dan personil kepada pimpinan lembaga.

Tugas Ketua Laboratorium diantaranya adalah (1) Menyusun jadwal penggunaan laboratorium, (2) Menyusun tata tertib bekerja di laboratorium, (3) Menyusun kebutuhan alat dan bahan, (4) Menyusun kebutuhan rehabilitasi laboratorium, (5) Menyusun kebutuhan pengadaan literatur laboratorium, (6) Menyusun sistem pengadministrasian alat, bahan, sarana dan prasarana laboratorium, (7) Membina kemampuan tenaga teknisi, analis dan Juru/Pembantu laboratorium, (8) Mengawasi pekerjaan teknisi, analis dan Juru laboratorium, (9) Melaporkan keadaan nyata laboratorium dan personil kepada Kepala laboratorium.

Tugas Pemimpin/Pembimbing praktikum diantaranya adalah (1) Mengusulkan jadwal waktu penggunaan laboratorium kepada Ketua Laboratorium, (2) Menyusun dan menggandakan penuntun praktikum atau rencana penelitian, (3) Melaporkan kebutuhan alat dan bahan

praktikum kepada Ketua laboratorium, (4) Membina kemampuan asisten pengawas praktikum/penelitian, (5) Menguji coba eksperimen yang akan digunakan dalam pembelajaran atau merencanakan usulan penelitian, (6) Menyiapkan alat dan bahan untuk pelaksanaan praktikum yang dibantu teknisi dan analis, (7) Membimbing pelaksanaan eksperimen, (6) Memeriksa laporan praktikum, (7) Menyimpan alat dan bahan yang telah digunakan (8) Menilai kinerja praktikan (yang melakukan praktikum).

Tugas teknisi diantaranya adalah (1) Mengadministrasikan alat, sarana, dan prasarana lab, (2) Menata dan memelihara peralatan, (3) Melayani peminjaman dan pengembalian alat, (4)

Membantu Pembimbing dalam mempersiapkan alat praktikum, Memasang alat bila diperlukan, (5) Mereparasi alat (kerusakan kecil), (6) Melayani praktikum, (7) Membereskan dan menyimpan peralatan yang telah digunakan, (8) Melaporkan kebutuhan alat kepada Ketua Lab, (9) Melayani pembuatan surat bebas lab, (10) Melaporkan keadaan alat dan sarana laboratorium kepada Ketua laboratorium.

Tugas analis yang bekerja di lembaga pendidikan seperti sekolah diantaranya adalah (1) Mengadministrasikan bahan kimia yang ada di lab, (2) Menata dan memelihara bahan kimia, (3) Melayani permintaan bahan kimia, (4) Membantu Pembimbing dalam mempersiapkan bahan praktikum termasuk pembuatan larutan yang diperlukan, (5) Melayani praktikum, (7) Membereskan dan menyimpan bahan yang telah digunakan, (8) Melaporkan kebutuhan bahan kimia kepada Ketua Lab, (9) Melayani pembuatan surat bebas lab bersama-sama tenaga teknisi, (10) Melaporkan keadaan bahan kimia kepada Ketua laboratorium. Tugas analis di lembaga penelitian atau industri agak berbeda, dimana pada lembaga ini seorang analis memiliki peran untuk

menguji kualitas bahan dasar, produk suatu industri atau terlibat membantu para peneliti utama.

Tugas pembantu / juru laboratorium diantaranya adalah (1) Memelihara kebersihan di dalam dan di luar laboratorium, (2) Membuka dan menutup laboratorium, (3) Menjaga keamanan laboratorium, (4) Membantu teknisi, analis, dan Ketua Laboratorium dalam menyiapkan alat dan bahan, (5) Bersama-sama teknisi dan analis membereskan alat dan bahan yang telah digunakan pada praktikum, (6) Bersama-sama teknisi dan analis menata alat dan bahan.

Demikian dalam suatu laboratorium personel-personel yang dikemukakan di atas harus ada. Ketidak lengkapan jenis personel tersebut akan menyebabkan pengelolaan laboratorium menjadi kurang baik. Keberadaan personel tersebut sangatlah cocok bagi struktur organisasi laboratorium di lembaga penelitian ataupun industri. Dalam sistem persekolahan khususnya di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) pengelola laboratorium akan melibatkan unsur-unsur personel seperti Kepala Sekolah, Wakil Kepala Sekolah Bidang Sarana dan Wakil Kepala Sekolah Bidang Kurikulum. Ketiga personel ini akan lebih memfokuskan tanggung jawabnya pada aspek pengawasan (*controlling*). Pengelola operasional biasanya dijalankan oleh Guru yang diberi tugas khusus oleh Kepala Sekolah untuk mengelola laboratorium itu. Demikian posisi Guru di laboratorium sekolah memegang peranan sangat penting dan menjadi “*key person*” terhadap kelancaran pengelolaan laboratorium. Dalam hal ini Guru yang diberi tugas oleh Kepala Sekolah akan memiliki tugas dan tanggung jawab seperti posisi yang dimiliki Ketua Laboratorium. Guru Bidang Studi yang akan menggunakan laboratorium akan berperan sebagai Pembimbing praktikum sesuai Bidang Studi yang dibinanya. Ketidak beradaan tenaga teknisi, analis bahkan tenaga juru laboratorium yang dihadapi

oleh sekolah-sekolah selama ini, merupakan suatu upaya yang harus diperjuangkan oleh Kepala Sekolah melalui Depdiknas.

Di samping suatu laboratorium memiliki struktur organisasi pengelolaan yang baik, terisinya setiap personel yang dibutuhkan dan uraian tugas kerja yang jelas, di laboratorium diperlukan pula adanya tata tertib yang harus dirumuskan dan dijalankan oleh setiap pengguna laboratorium.

Secara umum tata tertib dan pengamanan kerja di laboratorium tersebut diantaranya adalah :

1. Penggunaan laboratorium tidak melebihi pukul 18.00 (malam hari)
2. Pemakai laboratorium harus mendapat persetujuan Ketua Laboratorium.
3. Pemakai laboratorium tidak diperkenankan memasuki atau bekerja tanpa izin petugas laboratorium. Jangan bekerja sendirian di laboratorium.
4. Pemakai laboratorium harus datang tepat pada waktunya.
5. Pemakai laboratorium hendaknya mengetahui sumber listrik, gas, dan air yang terdapat di laboratorium serta mempelajari cara membuka dan menutupnya.
6. Pemakai laboratorium hendaknya mengetahui lokasi pemadam api, penyembur air (*shower*), pemadan api dengan pengaliran air (*fire hydrant*), unit pencuci mata (*eyewash station*), dan kotak PPPK (Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan) yang ada di laboratorium serta mempelajari dan berlatih cara menggunakannya.
7. Sebelum bekerja, pemakai laboratorium harus mengisi agenda penggunaan laboratorium.

8. Sebelum bekerja pemakai laboratorium harus mengisi daftar penggunaan alat dan bahan yang akan dipakai
9. Pemakai laboratorium harus menempati tempat yang disediakan.
10. Pemakai laboratorium harus memperhatikan kelengkapan alat dan bahan yang telah disediakan petugas laboratorium di meja praktikum. Alat dan bahan yang belum lengkap harus dilaporkan ke petugas laboratorium.
11. Pergunakan alat dan bahan sesuai dengan prosedur yang ditetapkan
12. Periksa baik tidaknya alat yang dipinjam, karena kerusakan menjadi tanggungan pemakai.
13. Jika dijumpai alat yang belum diketahui cara menggunakannya harus minta bantuan kepada petugas laboratorium.
14. Selama melakukan kegiatan selalu menjaga kebersihan, buanglah sampah pada tempatnya.
15. Gunakan jas lab tangan pendek, pelindung wajah (*goggle*), pelindung tangan (*gloves*), dan sepatu hak pendek dan tertutup selama bekerja di laboratorium. Hati-hati bahan kimia jangan terkena pada lensa kaca mata.
16. Jangan makan, minum, atau merokok di laboratorium.
17. Jika bahan kimia terkena kulit atau mata, cucilah dengan air yang banyak dan konsultasikan dengan Pembimbing praktikum. Potonglah kuku tangan sewaktu akan bekerja di laboratorium.
18. Persepsikan bahwa semua bahan kimia di laboratorium adalah berbahaya, sehingga harus diperlakukan dengan tepat.

19. Gunakan lemari asap sewaktu mereaksikan bahan kimia yang menghasilkan gas.
20. Dilarang membuang bahan kimia sisa percobaan atau bahan lain yang memungkinkan merusak dan tersumbatnya saluran pembuangan air.
21. Dilarang mengambil bahan kimia langsung dari botol induk atau mengembalikan bahan kimia layak pakai ke botol induk.
22. Setelah selesai bekerja, alat-alat dan meja praktikum harus dalam keadaan bersih.
23. Bagi perempuan, ikatlah rambut jangan sampai terurai ketika bekerja di laboratorium.
24. Ketika memanaskan cairan dalam tabung reaksi, jangan menghadapkan mulut tabung tersebut ke arah orang lain yang berdekatan
25. Jangan mengerjakan percobaan di luar prosedur yang ditetapkan
26. Tidak diperkenankan mengambil alat dan bahan lain yang tidak ada hubungannya dengan kegiatan yang dilakukan.
27. Penggunaan alat dan bahan harus dilakukan dengan hati-hati
28. Alat-alat laboratorium yang rusak selama praktikum harus dilaporkan kepada petugas laboratorium dan jangan mencoba memperbaiki sendiri.
29. Alat, bahan, air, dan listrik hendaknya digunakan seefisien mungkin.
30. Bahan kimia bekas praktikum yang bisa dipakai lagi harus ditampung pada tempat khusus dan diberi label.

c. Rangkuman 1

- Pengelolaan (manajemen) diartikan sebagai proses pendayagunaan sumber daya secara efektif dan efisien untuk mencapai suatu sasaran secara optimal.
- Pengelolaan meliputi aspek POCCC (*Planning, Organizing, Commanding, Coordinating, Controlling*), atau POSDCoRB (*Planning, Organizing, Staffing, Directing, Coordinating, Reporting, Budgeting*).
- Pengelolaan laboratorium meliputi aspek perencanaan, penataan, pengadministrasian, pengamanan, perawatan, dan pengawasan terhadap bangunan, peralatan umum, alat lab, bahan kimia, dan kegiatan lab.
- Unsur pengelola laboratorium terdiri dari Kepala Lab, Ketua Lab, Pimpinan Praktikum, Teknisi, Analis dan Juru lab. Dalam sistem persekolahan pengelola lab melibatkan unsur Kepala Sekolah, Wakil Kepala Sekolah Bidang Kurikulum dan sarana, Guru, dan Juru lab/pesuruh sekolah.
- Kepala lab, dan Ketua Lab atau Kepala sekolah, Wakil Kela Sekolah Dan Guru yang ditunjuk Kepala Sekolah memiliki tugas dengan posisi sebagai perencana, pengarah, pengkoordinasi, dan pengawas terhadap jalannya pengelolaan laboratorium. Sedangkan Teknisi, analis, juru lab dan guru mata pelajaran memiliki tugas dengan posisi sebagai pelaksana.
- Tata tertib bekerja di laboratorium meliputi aspek perlindungan diri, penanganan darurat, penanganan limbah, keamanan kerja, dan administrasi.

d. Tugas 1

pengelolaan lab ini sudah menunjukkan adanya pendayagunaan sumberdaya yang efektif dan efisien

3. Dalam pengelolaan lab yang baik, membuat perencanaan jauh lebih penting daripada pengorganisasian atau pelaporan B S
4. Dalam rangka meningkatkan efisiensi, maka seorang analis kimia dapat diberi tugas untuk memperbaiki peralatan lab yang rusak B S
5. Seorang teknisi yang sudah berpengalaman dapat ditugasi untuk mengkoordinasikan pelaksanaan berbagai jenis praktikum B S
6. Seorang guru kimia analisis yang akan melakukan eksperimen untuk penelitiannya tidak perlu mencatatkan penggunaan alat dan bahan yang dipakainya, karena keseharian selalu membimbing praktikum siswa di lab tersebut. B S
7. Makan dan minum di laboratorium diperbolehkan asalkan sebelumnya mencuci tangan yang bersih B S
8. Sekalipun lab dapat memberi peluang dalam membina kreatifitas dan berpikir kritis, maka seorang praktikan tidak diperkenankan menggunakan alat dan bahan kimia di luar prosedur kerja yang direncanakan B S
9. Melakukan praktikum yang menghasilkan gas tidak selalu harus dilakukan di lemari asap, dapat saja dilakukan di ruang praktikum asalkan jendela lab dibuka agar angin menghembus ke ruang lab B S
10. Penggunaan jas lab pada saat bekerja di lab kimia merupakan suatu keharusan karena dapat melindungi percikan langsung bahan kimia ke tubuh B S

f. Kunci Jawaban Formatif 1

1. B

2. B
3. S
4. S
5. S
6. S
7. S
8. B
9. S
10. B

g. Lembar Kerja 1

-

2. Kegiatan Belajar 2

a. Tujuan kegiatan pembelajaran 2

Siswa diharapkan dapat :

- Menjelaskan pengertian laboratorium
- Menjelaskan fungsi laboratorium
- Menyusun salah satu contoh pola praktikum yang sifatnya verifikatif hingga inkuiri terbuka
- Mau berpartisipasi dalam mempersiapkan pola pemanfaatan lab

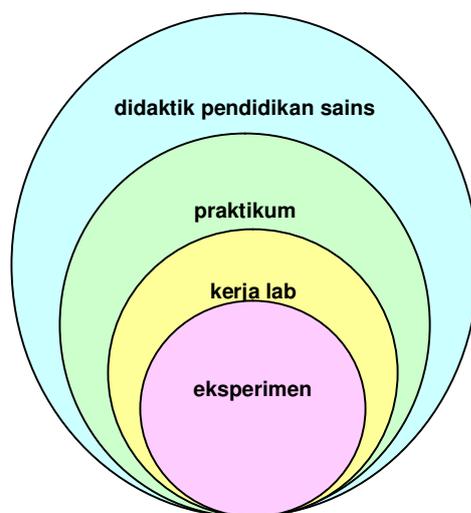
b. Uraian materi 2

Pengertian Dan Fungsi Laboratorium

Laboratorium berasal dari kata *laboratory* yang memiliki pengertian yaitu : (1) tempat yang dilengkapi peralatan untuk melangsungkan eksperimen di dalam sains atau melakukan pengujian dan analisis (*is a place equipped for experimental study in a science or for testing and analysis*), (2) bangunan atau ruangan yang dilengkapi peralatan untuk melangsungkan penelitian ilmiah ataupun praktek pembelajaran bidang sains (*a building or room equipped for conducting scientific research or for teaching practical science*), (3) tempat memproduksi bahan kimia atau obat (*a place where chemicals or medicines are manufactured*), (4) tempat kerja untuk melangsungkan penelitian ilmiah (*a workplace for the conduct of scientific research*), (5) ruangkerja seorang ilmuwan dan tempat menjalankan eksperimen

bidang studi sains (kimia, fisika, biologi, dsb.) (*the workplace a saintist also a place devoted to experiments in any branch of natural science , as chemistry, physics, biology etc.*). Biasanya laboratorium disingkat dengan istilah lab.

Berdasarkan definisi di atas dengan tegas dinyatakan bahwa laboatorium kimia adalah suatu bangunan yang di dalamnya diperlengkapi dengan peralatan dan bahan-bahan kimia untuk kepentingan pelaksanaan eksperimen. Dengan demikian keberadaan laboratorium baik di lingkungan industri, lembaga penelitian, maupun lembaga pendidikan sains merupakan prasarana dan sarana sangat penting. **Hodson** mengemukakan bahwa laboratorium memiliki fungsi utama yaitu untuk melaksanakan eksperimen (*experiments*), kerja lab (*laboratory work*), praktikum (*practicals*), dan pelaksanaan didaktik pendidikan sains (*didactics of science education*) dengan hierarki sebagaimana ditunjukkan pada Gambar-1 berikut.



Gambar-1 Keterkaitan antara eksperimen,

kerja lab dan praktikum

Ekperimen diartikan sebagai rangkaian kegiatan (menyusun alat, mengoperasikan alat, mengukur, dsb.) dan pengamatan untuk memverifikasi dan menguji suatu hipotesis berdasarkan bukti-bukti empiris. Sementara kerja lab cakupannya lebih luas daripada eksperimen yang diartikan sebagai aktifitas dengan menggunakan fasilitas lab, seperti melatih keterampilan menggunakan alat, melakukan eksperimen (percobaan), mendemonstrasikan percobaan, melakukan pengontrolan kualitas bahan baku, pengontrolan kualitas produk industri, ekshibisi (pameran) proses-proses kimia dsb.

Demikian kerja lab harus dirancang sedemikian rupa agar dapat melakukan pengukuran kuantitas fisis secara akurat; menelaah faktor-faktor yang mempengaruhi keajegan (reliabilitas) pengukuran; memperlakukan bahan, alat (*apparatus*), perkakas (*tools*), dan instrumen suatu pengukuran; mendeskripsikan hasil pengamatan dan pengukuran dengan jelas; menyajikan informasi secara verbal, piktorial, grafis dan matematis; menyimpulkan yang dimuati pendapat (*inference*) dan memberikan argumen terhadap hasil pengamatan; mempertahankan kesimpulan (*conclusion*) dan ramalan (*prediction*); berpartisipasi aktif dan berkooperatif dalam kelompok; melaporkan hasil pengamatan, kesimpulan, dan ramalan dalam kelas; mengenali permasalahan dan memecahkannya melalui eksperimen.

Demikian praktikum (*practicals*) cakupannya lebih luas daripada kerja lab. Praktikum diartikan sebagai salah satu metode pembelajaran sains khususnya kimia dengan fungsi memperjelas konsep melalui kontak dengan alat, bahan, atau peristiwa alam secara langsung; meningkatkan keterampilan intelektual peserta didik melalui observasi atau pencarian informasi secara lengkap dan selektif yang mendukung pemecahan problem praktikum; melatih dalam memecahkan masalah, menerapkan pengetahuan dan keterampilan terhadap situasi yang

dihadapi, melatih dalam merancang eksperimen, menginterpretasi data, dan membina sikap ilmiah.

Menurut **Hackling**, ada lima jenis praktikum yang dapat diperankan di laboratorium yaitu praktikum verifikasi (*verification*), inkuiri terbimbing (*guided inquiry*), inkuiri semi terbimbing (*semi guided inquiry*), inkuiri porsi pembimbingan (*less guided inquiry*), dan inkuiri terbuka (*open inquiry*) yang disebut juga dengan penelitian (*open investigation*). Kelima jenis praktikum tersebut dibedakan berdasarkan disediakan atau tidaknya komponen permasalahan, peralatan, prosedur kerja, dan sasaran atau jawaban yang akan dicapai. Keempat jenis praktikum tersebut ditunjukkan pada Tabel-1 berikut.

Tabel-1
Jenis-jenis Praktikum

Masalah	Peralatan	Prosedur kerja	Jawaban/Sasaran	Jenis Praktikum
diberikan	diberikan	diberikan	diketahui	Verifikasi
diberikan	diberikan	diberikan	belum diketahui	Inkuiri terbimbing
diberikan	diberikan	tidak diberikan	belum diketahui	Inkuiri semi terbimbing
diberikan	tidak diberikan	tidak diberikan	belum diketahui	inkuiri porsi pembimbingan rendah
tidak diberikan	tidak diberikan	tidak diberikan	belum diketahui	Penelitian

Misalnya suatu praktikum kimia bertujuan mengidentifikasi keberadaan ion Cl^- oleh Ag^+ dengan memberikan endapan putih AgCl . Pada percobaan tersebut telah disediakan peralatan yaitu tabung reaksi, pipet tetes, larutan NaCl dan larutan AgNO_3 . Prosedur kerja yang harus dilakukan yaitu ambillah 1 mL larutan NaCl , masukkan ke dalam

tabung reaksi. Kemudian teteskan 5 tetes larutan AgNO_3 ke dalam tabung reaksi yang berisi larutan NaCl tersebut. Amatilah terjadinya pembentukan endapan putih. Contoh ini memperlihatkan bahwa permasalahan, peralatan, prosedur kerja dan jawaban semuanya telah diberikan oleh guru/pembimbing praktikum/instruktur. Oleh karena itu praktikum seperti ini dikategorikan sebagai praktikum verifikatif.

Fungsi laboratorium yang telah dikemukakan di atas dapat juga dikategorikan ke dalam tiga kelompok yaitu fungsi yang memberikan peningkatan pengetahuan (*knowledge*), fungsi yang memberikan peningkatan keterampilan (*psychomotoric*), dan fungsi yang memberikan penumbuhan sikap (*attitude*).

Fungsi laboratorium yang berkaitan dengan pengetahuan (keterampilan intelektual) diantaranya meningkatkan kemampuan :

- memecahkan masalah
- mengemukakan hipotesis
- mengidentifikasi informasi
- mengidentifikasi hubungan sebab akibat
- menghubungkan berbagai faktor atau fenomena
- mengaplikasikan konsep
- memahami prosedur eksperimen
- memahami penggunaan alat
- memahami teknik pengukuran
- memahami faktor kesalahan pengukuran
- memahami keterbatasan kondisi eksperimen
- memahami sumber kecelakaan eksperimen
- memahami urutan kerja yang akan dilakukan
- memahami prinsip yang digunakan
- memahami komputasi yang akan dilakukan
- mengidentifikasi data relevan
- mengidentifikasi data menyimpang
- mengidentifikasi fenomena relevan
- mengidentifikasi fenomena menyimpang
- memprediksi fenomena
- mengklasifikasi data
- mengklasifikasi fenomena
- mengolah data
- menganalisis data

- mensintesis data
- menginterpretasi data
- menyimpulkan hasil eksperimen
- merancang prosedur eksperimen
- merancang teknik observasi
- merancang pencatatan data
- merumuskan penyimpangan hasil eksperimen
- menyusun kondisi kritis eksperimen
- menjawab pertanyaan eksperimen
- mendiskusikan hasil eksperimen
- mendiskusikan penyimpangan data eksperimen
- menyusun laporan eksperimen
- menyajikan esensi eksperimen secara tertulis
- merancang eksperimen alternatif
- memilih sumber bacaan yang relevan
- membaca katalog alat dan bahan
- membaca handbook

Fungsi laboratorium yang berkaitan dengan keterampilan fisik diantaranya melatih dan meningkatkan keterampilan :

- mengenali alat dan bahan
- mengenali cara kerja alat
- mengenali keterbatasan kerja alat
- mengenali kapasitas alat
- mengenali ketelitian alat
- menyiapkan alat
- mengkalibrasi alat
- merangkai alat
- menggunakan alat
- memperbaiki alat
- menyimpan alat
- membersihkan alat
- kerja dasar laboratorium (seperti memanaskan, menyaring, mengaduk dsb.)
- menggunakan alat ukur
- mengukur dengan cermat
- memilih alat dan bahan
- mengikuti prosedur eksperimen
- mengendalikan variabel eksperimen
- mengamati fenomena
- mencatat fenomena
- mengumpulkan data
- mencatat data
- membersihkan tempat kerja
- menangani keselamatan kerja

- menjaga keamanan kerja
- berdiskusi
- mengkomunikasikan hasil eksperimen secara lisan

Fungsi laboratorium yang berkaitan dengan menumbuhkan sikap diantaranya :

- objektif
- toleran / menerima pandangan orang lain
- keingintahuan tinggi
- cermat
- teliti
- kooperatif
- partisipatif
- kreatif
- kritis
- terbuka
- tekun
- mau bekerja keras
- motif berprestasi
- ulet (tidak mudah menyerah)
- estetis
- percaya diri
- menghargai data
- peduli (*awareness*)
- menyadari kelemahan dan keunggulan diri
- responsif
- taat pada aturan

c. Rangkuman 2

- Laboratorium dalam sains (kimia, fisika, biologi, dll.) diartikan sebagai tempat atau bangunan yang dilengkapi peralatan dan bahan untuk melangsungkan eksperimen, pengujian, analisis, penelitian, maupun pembelajaran.
- Laboratorium memiliki fungsi untuk melangsungkan eksperimen, kerja lab, dan praktikum. Demikian juga laboratorium berfungsi untuk meningkatkan pengetahuan, keterampilan dan sikap ilmiah.

- Eksperimen diartikan sebagai rangkaian kegiatan untuk memverifikasi dan menguji suatu hipotesis berdasarkan bukti-bukti empiris.
- Kerja lab diartikan sebagai aktifitas yang menggunakan fasilitas lab dalam bentuk eksperimen, melatih keterampilan menggunakan alat, mendemonstrasikan percobaan, pengontrolan kualitas bahan, pameran proses sains, pengukuran kuantitas fisis, menelaah faktor keajegan pengukuran, mendeskripsikan hasil pengamatan dan pengukuran, menyajikan informasi, melakukan *inference*, memberikan argumen, mempertahankan kesimpulan dan ramalan, berkooperatif dalam kelompok; melaporkan hasil pengamatan dll.
- Praktikum diartikan sebagai salah satu metode pembelajaran sains yang berfungsi untuk memperjelas konsep meningkatkan keterampilan intelektual, memecahkan masalah, menerapkan pengetahuan dan keterampilan, maupun melatih keterampilan proses.
- Berdasarkan kuat dan lemahnya tuntutan keterampilan intelektual, keterampilan fisik, dan sikap, praktikum dikelompokkan menjadi praktikum verifikasi, inkuiri terbimbing, inkuiri semi terbimbing, penelitian terbimbing, dan penelitian.

d. Tugas 2

1. Kunjungi lab kimia, lab fisika dan lab biologi kemudian identifikasi ciri khas masing-masing !
2. Identifikasi kegiatan laboratorium yang ada di sekolah anda, identifikasi amanakah yang termasuk eksperimen, kerja lab dan praktikum !
3. Rancang satu judul praktikum kimia yang menunjukkan pola praktikum inkuiri semi terbimbing !

e. Tes Formatif 2

Berilah tanda silang (X) pada huruf B (jika benar) dan S (jika salah) dari pernyataan yang diberikan.

- | | | |
|--|---|---|
| 1. Sebuah ruang kelas jika ke ruangan tersebut dibawa seperangkat peralatan dan bahan kimia untuk didemonstrasikan, maka ruang kelas tersebut sekarang dapat dikatakan sebagai laboratorium kimia | B | S |
| 2. Laboratorium kimia bila di dalamnya tersedia banyak peralatan seperti buret, labu ukur, pipet ukur, dan cawan krus, maka laboratorium tersebut dikategorikan sebagai laboratorium kimia analisis | B | S |
| 3. Seseorang yang mengambil batuan dari suatu tempat kemudian menggerusnya sampai halus, melarutkan dalam suatu pelarut, mereaksikan dengan pereaksi yang sesuai. Di akhir pekerjaannya orang tersebut menyatakan bahwa mineral itu mengandung logam tembaga dengan kadar 5 g/m^3 . Orang tersebut dapat dikatakan sedang melakukan penelitian kualitatif dan kuantitatif. | B | S |
| 4. Kepada seorang calon analis diberitahukan bahwa sampel ini mengandung klor, silahkan anda uji dengan menggunakan peralatan dan prosedur ini. Pekerjaan yang dilakukan oleh calon analis tersebut termasuk penelitian terbimbing | B | S |
| 5. Amati perubahan warna dari reaksi zat A dan B kemudian laporkan hasilnya apa adanya menurut pengamatanmu dan jangan mengubahnya atau disesuaikan dengan teori yang sudah anda baca. Praktikum semacam ini memerankan fungsi untuk membentuk sikap cermat dan kritis. | B | S |
| 6. Pasanglah buret yang berisi larutan NaOH itu dalam keadaan tegak, luruskan posisi mata dengan bagian bawah cekungan larutan, kemudian ukur volumenya. Praktikum semacam ini adalah sedang menerapkan pemahaman merangkai alat dan mencatat data. | B | S |
| 7. Dibawanya sebuah pipet ukur 10 mL untuk meng- | B | S |

ambil 5 mL air dari gelas kimia. Pipet diisap, air dalam pipet berada di atas skala nol, pipet ditutup telunjuk, jari lain yang memegang pipet digerakkan, air langsung turun pada skala 2. Untuk memperoleh posisi air pada skala 5 memerlukan waktu 15 menit. Setelah pekerjaan yang sama diulang 5 – 8 kali, ternyata untuk memperoleh volume air yang diinginkan hanya memerlukan waktu 1 menit. Pekerjaan yang dilakukan praktikan tersebut adalah melatih keterampilan mencari presisi alat ukur (pipet ukur)

- | | | | |
|-----|---|---|---|
| 8. | Seorang praktikan mendapat tugas untuk melarutkan 5 g zat A dalam 100 mL air. Setelah melakukan pengadukan/pengocokan selama 30 menit ternyata hanya sedikit yang dapat larut. Setelah berpikir sejenak dan melihat-lihat literatur, ia segera memanaskannya. Ternyata dalam waktu 1 menit zat A larut sempurna. Kasus ini menunjukkan bahwa praktikan mampu mengendalikan variabel eksperimen. | B | S |
| 9. | Dibawanya buku panduan neraca Mettler, kemudian mempraktekkan setiap langkah yang tertera dalam panduan itu. Pekerjaan yang dilakukan calon analis tersebut adalah mengenali cara kerja alat. | B | S |
| 10. | Buatlah laporan praktikum dengan font 12 huruf Times New Roman, dengan margin atas, bawah, kiri, dan kanan 4-3-4-3 pada kertas HVS A4 dan masukkan paling lambat tanggal 15 Februari. Laporan yang dibuat praktikan pakai cover bergambarkan Gelas ukur, dicetak pada HVS A4 dengan tinta berwarna, ukuran huruf Times New Roman 12, isi laporan lengkap dan dimasukkan tanggal 14 Februari. Kasus ini menunjukkan bahwa pada diri praktikan sudah tertanam sikap taat pada aturan dan motif berprestasi. | B | S |

f. Kunci Jawaban Formatif 2

1. S
2. B
3. B
4. S
5. S
6. S
7. S
8. B
9. B
10. B

g. Lembar kerja 2

-

3. Kegiatan Belajar 3

a. Tujuan kegiatan pembelajaran 3

Siswa diharapkan dapat :

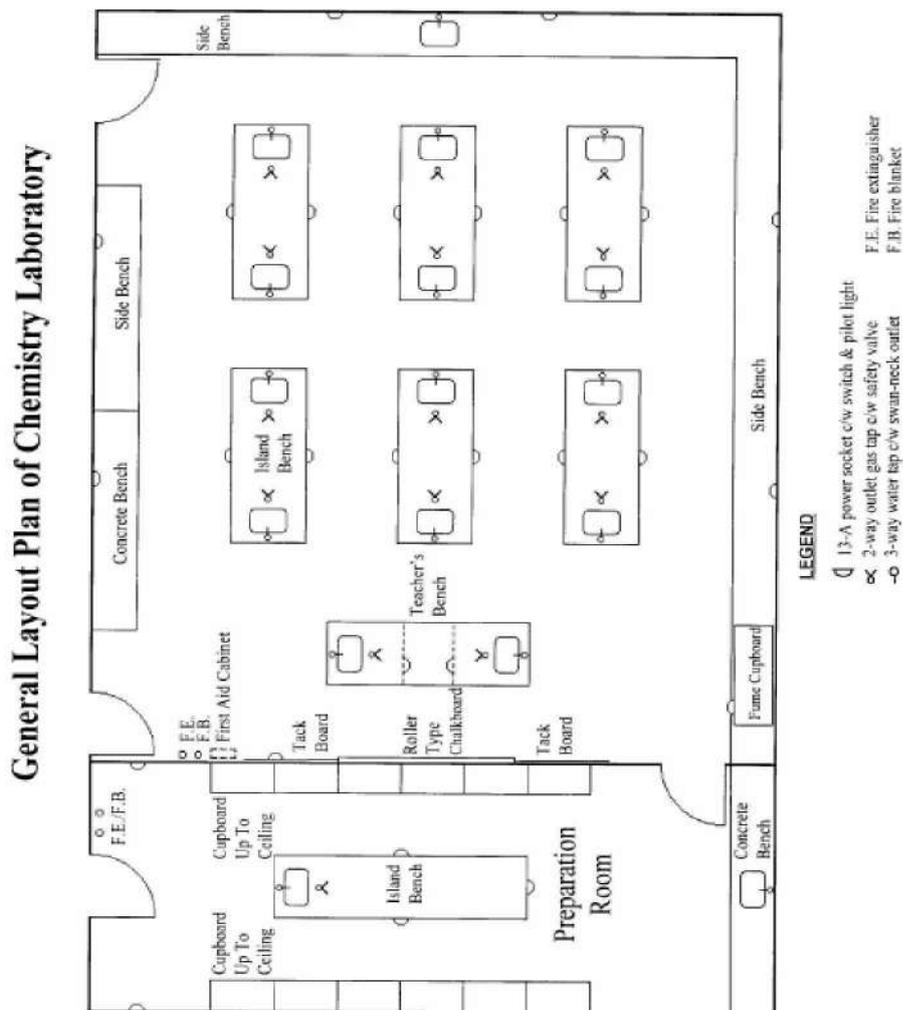
- Mengenal jenis ruang di laboratorium
- Mengenal fasilitas umum laboratorium
- Menyusun denah lab ideal dan denah lab yang nyata di sekolah / industri / lembaga penelitian
- Mengatur penempatan fasilitas umum
- Mau berpartisipasi dengan sungguh-sungguh dalam mengatur penempatan fasilitas umum laboratorium

b. Uraian materi 3

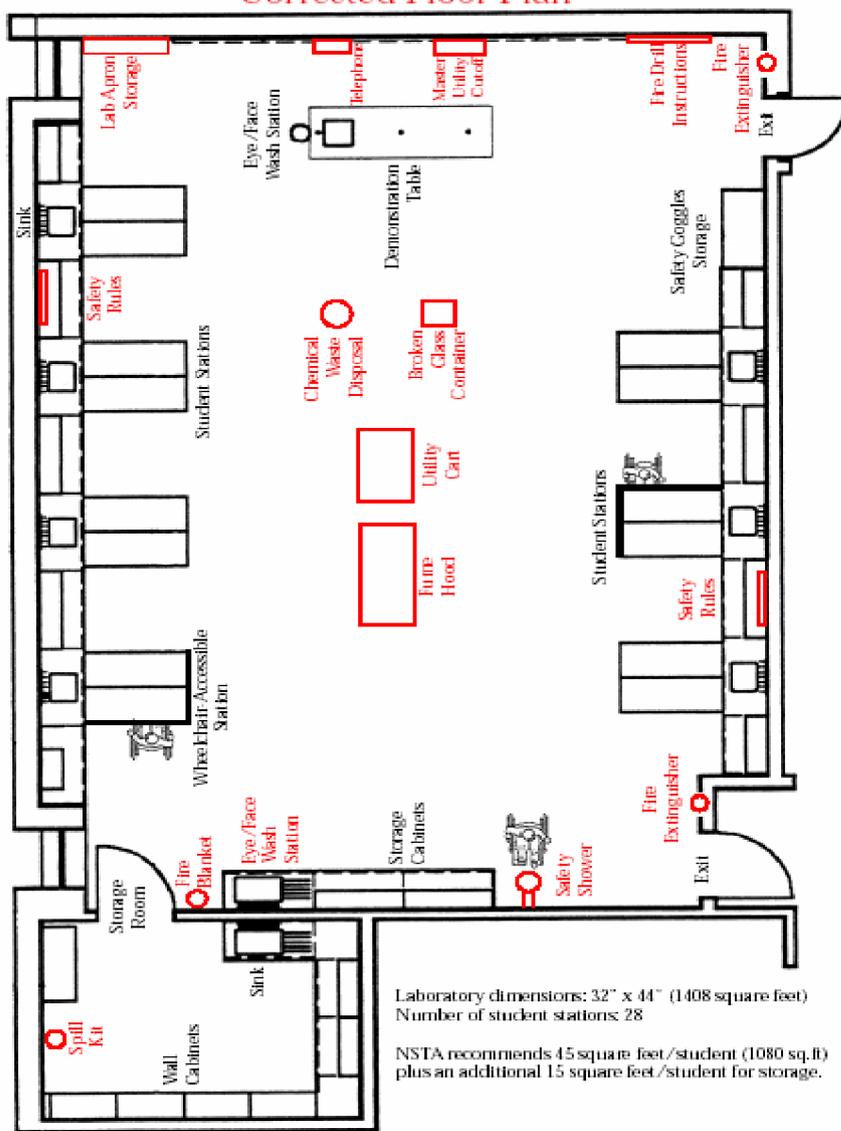
Fasilitas Laboratorium

Sebagaimana telah dikemukakan sebelumnya bahwa lab sains khususnya lab kimia merupakan bangunan atau ruangan yang dapat digunakan untuk para praktikan bekerja, belajar, menggali pengalaman nyata sains, menggunakan peralatan, mempraktekan keterampilan yang berkaitan dengan pembelajaran sains. Olehkarena itu suatu lab kimia didesain sedemikian rupa sehingga memiliki komponen-komponen utama yaitu bangunan lab, fasilitas umum lab, peralatan eksperimen dan bahan kimia.

Bangunan lab terdiri dari ruang praktikum (*practicals room*), ruang persiapan (*preparation room*), ruang penyimpanan alat (*equipment storage room*), ruang penyimpanan bahan kimia (*chemicals storage room*), ruang timbang (*weighting room*), ruang instrumen (*instruments room*), ruang pembimbing (*staff room*), ruang bengkel (*repair room*), dan ruang kamar kecil (*water closet*). Tata letak satu ruang dengan ruang lainnya didasarkan atas prinsip memperlancar pekerjaan, memudahkan pemeliharaan, dan menjaga keselamatan kerja. Gambar-2 memperlihatkan dua contoh denah lab kimia dan Gambar-3 memperlihatkan salah satu contoh nyata lab kimia.



High School Chemistry Laboratory Corrected Floor Plan



Gambar-2 Denah Lab Kimia



Gambar-3 Laboratorium Kimia

Ruang praktikum minimum berukuran $2,5 \text{ m}^2$ untuk setiap praktikan, jadi untuk menampung 40 praktikan misalnya ruang ini harus berukuran 100 m^2 . Ruang ini dilengkapi meja berlemari dan memiliki rak serta kursi. Ruang ini dikhususkan untuk melakukan praktikum, penelitian dan pembelajaran yang terintegrasi langsung dengan praktek. Keadaan ruang praktikum ini ditunjukkan pada Gambar-4 berikut.



Gambar-4 Meja-meja pada Ruang Praktikum

Ruang persiapan berukuran sekitar 20% dari ukuran ruang praktikum. Untuk laboratorium yang memiliki ruang praktikum 100 m², maka ruang persiapannya adalah 20 m². Ruang ini khusus digunakan oleh pengelola lab untuk mempersiapkan peralatan, bahan kimia, ataupun menguji coba eksperimen yang akan dilaksanakan oleh praktikan. Pada ruang ini harus leluasa bagi meja dorong untuk mengambil alat dan bahan ke ruang praktikum. Setiap ruang persiapan harus mempunyai dua pintu yang diperlengkapi kunci, memiliki bak cuci, bak pencuci mata (*eyewasher*), dan tong sampah alat pecah dan bahan kimia padat *non biodegradable*. Pada sebagian dari ruang ini juga bisa disediakan meja, kursi, dan kabinet untuk Pembimbing dan pengelola lainnya, jika pada lab tersebut tidak disediakan ruang khusus secara terpisah. Karena ruang persiapan memerlukan ketersediaan alat maupun bahan, maka lokasinya harus berhubungan dengan ruang penyimpanan alat maupun bahan kimia. Beberapa contoh perlengkapan yang ada di ruang persiapan ditunjukkan pada Gambar-4 berikut.



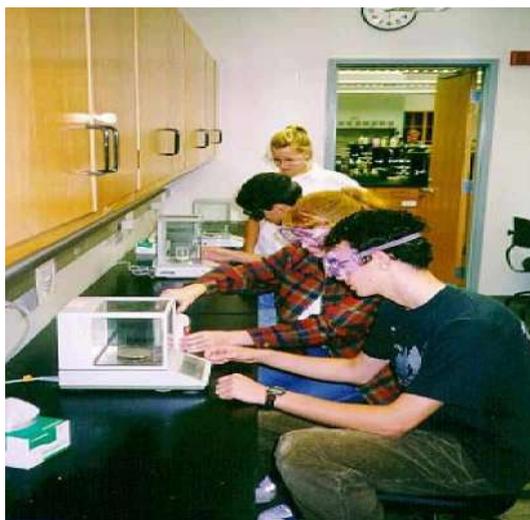
Gambar-4 Ruang Persiapan

Ruang penyimpanan alat dan bahan kimia masing-masing berukuran sekitar 20% dari ukuran ruang praktikum. Untuk laboratorium yang memiliki ruang praktikum 100 m², maka ruang alat dan bahan kimia masing-masing 20 m². Kedua ruang ini berfungsi sebagai gudang yang menampung peralatan dan bahan kimia sebagai cadangan ataupun yang tidak dipakai. Lokasi gudang alat dan bahan ini harus bersebrangan tetapi ada diantara ruang persiapan. Dalam ruang alat dan bahan ini harus dilengkapi lemari, dan rak yang kokoh dan tahap korosif. Khusus ruang gudang bahan kimia harus dilengkapi dengan ventilasi untuk pengeluaran uap bahan yang dihubungkan ke lemari asap atau langsung ke atap gedung atau ke udara terbuka. Ruang gudang bahan ditunjukkan pada Gambar-5 berikut.



Gambar-5 Gudang Bahan Kimia

Ruang timbang berukuran sekitar 15-20% dari ukuran ruang praktikum. Lokasinya harus berhubungan dengan ruang praktikum. Ruang ini khusus ditempati berbagai macam neraca baik neraca teknis maupun neraca analitik. Oleh karena neraca ini peka terhadap getaran, maka meja dalam ruang timbang harus dibuat permanen (meja beton). Gambar-6 memperlihatkan ruang timbang.



Gambar-6 Keadaan di Ruang Timbang

Ruang instrumen yaitu ruang yang ditempati alat ukur canggih seperti *Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)*, *Infra Red Spectrometer (IR)*, *Ultra Violet-Visible Spectrometer (UV-Vis)*, *Gas Chromatography-Mass Spectrometer (GCMS)*, *X-Ray Diffractometer (XRD)*, *Nuclear Magnetic Resonance Spectrometer (NMR)*, *Scanning Electromicroscope (SEM)* dll. Masing-masing instrumen seperti itu harus ditempatkan pada ruang khusus dan memenuhi kondisi yang dipersyaratkan, misalnya harus memiliki kelembaban rendah, maka pada ruang tersebut harus dipasang *dehumidifier*. Gambar-7 berikut memperlihatkan salah satu ruangan berisi instrumen canggih AAS.



Gambar-7 Ruangan untuk Instrumen Canggih AAS

Ruang staf berukuran sekitar 15-20 m², merupakan ruang kerja Ketua Lab dan para pengelola lab lainnya. Ruang ini dilengkapi meja kerja, meja tamu, kabinet, lemari buku, meja komputer, pesawat telpon, dan papan tulis. Dokumen laboratorium dan buku-buku literatur ditempatkan di ruangan ini. Ruang staf lab ditunjukkan pada Gambar-8 berikut.



Gambar-8 Ruang Staf Lab

Ruang bengkel paling sedikit melingkupi tiga jenis yaitu bengkel mekanik, bengkel elektronik dan bengkel gelas. Bengkel ini berfungsi memperbaiki peralatan-peralatan yang rusak atau memodifikasi bentuk khususnya untuk alat gelas. Teknisi lab mempunyai peran utama dalam menangani perbengkelan ini.

Di samping keberadaan jenis ruangan dan isinya yang dimiliki suatu laboratorium, kekayaan lab lainnya yang harus diketahui dan teradministrasikan adalah fasilitas umum. Fasilitas umum lab tersebut diantaranya adalah instalasi listrik, air, dan gas; meja praktikum; meja demonstrasi; meja tulis; kursi praktikum; Cabinet/lemari; lemari rak (*shelves*) ; lemari asap (*fume hood*); pemadam api; tanki gas; *aqua demineralizer*; bak cuci; bak pencuci mata; pompa vakum; komputer; telpon; jaringan internet; jam dinding; papan tulis; Overhead Projector (OHP); *handycamp*; *slide proyektor*; Kit perbengkelan; Kit PPPK; Barometer ruangan; Termometer ruangan; lemari es, dll.

Instalasi listrik, air, dan gas merupakan fasilitas laboratorium (kimia) yang sangat penting. Pada saat ini laboratorium kimia hanya menggunakan satu jenis sumber tenaga listrik bertegangan 220 volt. Selain sebagai sumber penerangan yang dipasang pada setiap ruangan di

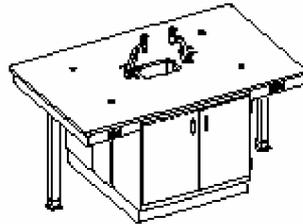
lab, listrik juga digunakan untuk mengoperasikan peralatan, dan memanaskan pemanas /tungku listrik. Untuk menanggulangi adanya gangguan listrik dari PLN, laboratorium diperlengkapi juga dengan generator listrik. Sumber air yang digunakan di lab berasal dari PAM dan juga air tanah dengan menggunakan pompa sanyo. Di laboratorium kimia seringkali memerlukan air yang harus bebas ion-ion ataupun aquadest. Untuk keperluan ini di laboratorium kimia harus disediakan *Demineralizer* atau *Destillizer*. Sumber gas yang digunakan di laboratorium kimia pada saat ini adalah LPG (*Liquid Petroleum Gas*). Untuk keperluan suatu lab, gas tersebut disimpan dalam tanki besar kemudian disambung ke masing-masing meja praktikum dengan menggunakan pipa. Di samping gas LPG untuk keperluan pembakaran, di lab kimia seringkali disediakan pula tabung-tabung gas seperti tabung gas oksigen untuk keperluan pengelasan atau keperluan bengkel gelas, gas asetilen untuk instrumen AAS, gas nitrogen untuk reaksi yang tidak boleh kontak udara, dll. Tabung gas tersebut dilengkapi regulator (alat pengatur tekanan, penyalur dan penutup gas). Untuk memindahkan tabung gas digunakan kereta dorong berantai seperti ditunjukkan pada Gambar-9.



Gambar-9 Tabung Gas

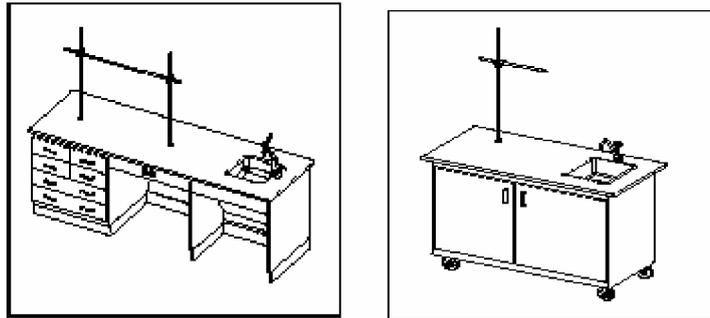
Meja praktikum yang digunakan di laboratorium kimia mempunyai ukuran panjang 1,5 m, lebar 0,75 m, dan tinggi 0,85 m. Di lab kimia setiap meja dapat digunakan oleh 2-4 praktikan, terbuat dari kayu keras,

dilengkapi lemari tempat menyimpan alat, dan dilapisi epoxy-resin yang tahan terhadap panas. Meja praktikum biasanya dilengkapi juga dengan saluran listrik, gas, dan air. Sketsa pada Gambar-10 memperlihatkan meja praktikum lengkap dengan aliran listrik, gas, dan air, sedangkan bentuk nyata dapat dilihat pada Gambar-3 dan gambar-4.



Gambar-10 Meja Praktikum dilengkapi aliran listrik, dan air

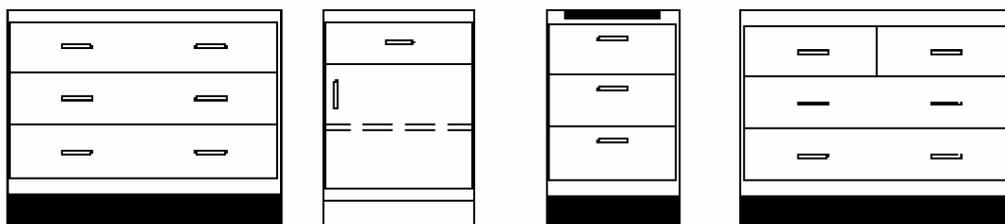
Meja demonstrasi ada yang ditempatkan secara tetap di depan kelas lab dan ada pula yang dapat dipindah-pindahkan karena dilengkapi kaki bergelinding. Meja demonstrasi di depan kelas berukuran panjang 3 m, tinggi dan lebarnya sama dengan meja praktikum. Karena meja demonstrasi harus kelihatan oleh banyak praktikan, maka meja tersebut harus diberi podium setinggi 20-30 cm. Adapun meja demonstrasi yang dapat didorong harus memiliki tinggi 90 cm hingga 100 cm, sedangkan panjang dan lebarnya sama dengan meja praktikum. Meja tersebut digunakan pembimbing praktikum untuk menampilkan contoh rangkaian alat, percobaan yang dapat menguatkan pemahaman konsep, ataupun digunakan praktikan untuk menampilkan proses eksperimen yang ditemukan kelompoknya. Gambar-11 menunjukkan dua contoh dari meja demonstrasi.



Gambar-11 Meja demonstrasi
(a) tidak dapat didorong (b) dapat didorong

Meja tulis berukuran panjang 1,2 m, lebar 1 m dan tinggi 0,7 m. Meja tersebut ditempatkan di ruang staf untuk keperluan persiapan Ketua Lab / Pembimbing praktikum. Meja tersebut dilengkapi laci sebagaimana ditunjukkan pada Gambar-8.

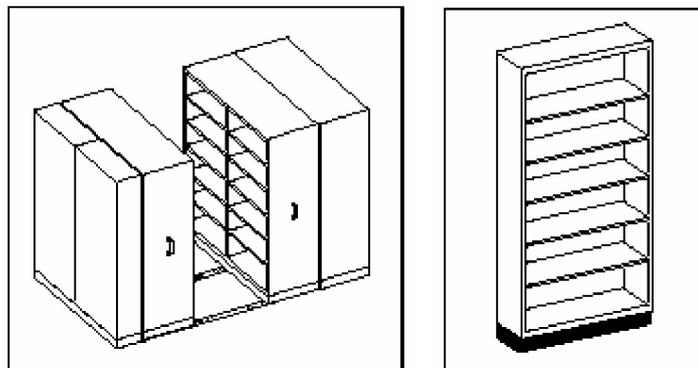
Cabinet ada yang terbuat dari kayu, kayu pres, polywood, logam atau polietilen (plastik). Barang tersebut biasanya dilapisi cat pelindung untuk menjaga ketahanannya. Ada cabinet yang dikhususkan untuk menyimpan bahan kimia cair mudah menguap (*flammable*), atau bahan korosif seperti asam. Cabinet juga sering dipakai untuk menyimpan bahan kimia padatan. Gambar-12 memperlihatkan beberapa contoh cabinet.





Gambar-12 Macam-macam Cabinet

Lemari rak (*Shelves*) merupakan lemari yang memiliki beberapa tingkat rak. Lemari ini biasanya terbuat dari kayu keras agar tahan terhadap beban. Reagen-reagen kimia disimpan pada lemari ini, dengan beban agak berat disimpan pada rak bagian bawah. Sketsa dan bentuk nyata lemari rak ditunjukkan pada Gambar-13.



Gambar-13 Lemari rak (*Shelves*)

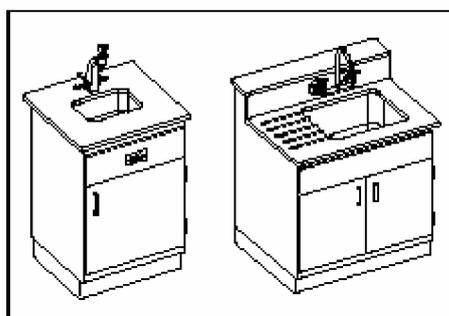
Di laboratorium kimia, keberadaan lemari asap (*fume hood*) merupakan suatu keharusan, karena di laboratorium ini banyak melibatkan bahan kimia yang menghasilkan gas. Oleh karena itu lemari asap digunakan untuk menyimpan bahan kimia mudah menguap yang akan digunakan pada saat itu, tempat mereaksikan bahan kimia yang menghasilkan gas, partikulat, atau tempat mereaksikan bahan yang mudah meledak seperti penggunaan asam atau senyawa perklorat. Bahan kimia padat tidak disimpan dalam lemari asap, demikian pula jangan dipakai menyimpan bahan kimia dalam waktu lama. Lemari asap ini penting untuk menjaga keselamatan kerja di lab kimia, maka dari itu kondisi lemari asap harus selalu dijaga agar dapat berfungsi setiap saat terutama berfungsinya pengisap gas (*blower*). Bentuk lemari asap tersebut ditunjukkan pada Gambar-14 berikut.



Gambar-14 Lemari Asap

Biasanya lemari asap dilengkapi lampu indikator yang menandakan bekerja atau tidaknya lemari asap tersebut. Jika pada praktikum kimia yang menghasilkan gas ternyata *blower* lemari asap tidak bekerja, maka praktikum tersebut harus dihentikan. Perbaiki dahulu blowernya, karena gas yang menjalar ke ruangan praktikum akan membahayakan kesehatan praktikan. Pakailah selalu jas lab, pelindung muka dan tangan ketika praktikum yang melibatkan penggunaan lemari asap.

Bak cuci biasanya terbuat dari porselen atau logam tahan karat dan dilengkapi pipa saluran pembuangan. Selalu berada dekat meja praktikum, digunakan untuk tempat mencuci alat-alat bekas praktikum. Janganlah membuang asam atau larutan pekat ke dalam bak cuci ini melainkan harus diencerkan dengan air terlebih dahulu. Demikian pula jangan membuang bahan padatan atau benda lain yang dapat menyumbat pipa salurannya. Bentuk bak cuci ditunjukkan pada Gambar-3 dan Gambar-15.



Gambar-15 Bak Cuci

Di laboratorium, pemadam api (*fire extinguisher*) ditempatkan pada dinding lab yang mudah diketahui banyak orang. Ada beberapa jenis alat pemadam api, yaitu jenis A, B, C, dan D. Pemadam api jenis A digunakan untuk api yang berasal dari pembakaran kertas, kayu, karton, plastik. Jenis B digunakan untuk memadamkan api yang berasal dari cairan *fammable, combustible* seperti bensin, minyak tanah (*kerosene*), atau pelarut organik. Jenis C digunakan untuk memadamkan api yang berasal dari peralatan berenergi listrik, pemanas dan pengaduk listrik. Air merupakan bahan sangat berbahaya untuk memadamkan api jenis C ini. Jenis D adalah pemadam api yang berasal dari logam mudah terbakar seperti magnesium, titanium, kalium, dan natrium. Jenis D ini juga dikhususkan untuk memadamkan api dari reagen pyroforik organologam seperti alkil litium, Grignard, dan dietil seng. Bahan-bahan tersebut terbakar pada suhu tinggi dan akan bereaksi dahsyat dengan air, udara

atau bahan kimia lain. Hati-hati dalam menanganinya. Pemadam api yang seringkali kita lihat di Indonesia adalah bermerk “YAMATO”. Selain pemadam api jenis ini, di laboratorium disediakan pula pemadam api yang kita kenal *Fire Hydrant*. Sumber pemadam api ini adalah menggunakan air yang dialirkan pada pipa pipih (dapat digulung) dan khusus hanya digunakan untuk menangani api Jenis A. Gambar-16 memperlihatkan alat pemadam api.



Gambar-16 Pemadam Api

c. Rangkuman 3

- Bangunan laboratorium kimia ideal memiliki beberapa ruangan yang terdiri dari ruang praktikum, persiapan, penyimpanan alat, penyimpanan bahan kimia, timbang, instrumen, ruang staf, bengkel, dan kamar kecil.
- Tata letak diantara ruang-ruang laboratorium didasarkan atas prinsip memperlancar pekerjaan, memudahkan pemeliharaan, dan menjaga keselamatan kerja.
- Ruang praktikum minimum berukuran 2,5 m² untuk setiap praktikan, dan khusus digunakan untuk pelaksanaan praktikum.
- Ruang persiapan berukuran sekitar 20% dari ukuran ruang praktikum dan khusus digunakan oleh pengelola lab untuk mempersiapkan peralatan, bahan kimia, ataupun menguji coba eksperimen yang akan dilaksanakan.

- Ruang penyimpanan alat dan bahan kimia masing-masing berukuran sekitar 20% dari ukuran ruang praktikum dan berfungsi sebagai gudang untuk menampung peralatan dan bahan kimia sebagai cadangan ataupun yang tidak dipakai. Lokasi gudang alat dan bahan harus bersebrangan tetapi ada diantara atau mudah dijangkau dari ruang persiapan.
- Ruang timbang berukuran sekitar 15-20% dari ukuran ruang praktikum. Khusus ditempati neraca dan digunakan untuk penimbangan.
- Ruang instrumen memerlukan ukuran dan persyaratan khusus sesuai karakteristik instrumen yang akan disimpan. Setiap instrumen memerlukan ruangan tersendiri.
- Ruang staf berukuran sekitar 15-20 m², merupakan ruang kerja Ketua Lab dan para pengelola lab lainnya.
- Ruang bengkel yang diperlukan di lab kimia paling sedikit melingkupi bengkel mekanik, elektronik dan bengkel gelas dengan fungsi memperbaiki dan memodifikasi peralatan-peralatan.
- Fasilitas umum lab kimia diantara meliputi instalasi listrik, air, dan gas; meja praktikum; meja demonstrasi; meja tulis; kursi praktikum; Cabinet; lemari rak; lemari asap pemadam api; tanki gas; *aqua demineralizer*; bak cuci; bak pencuci mata; pompa vakum; komputer; telpon; jaringan internet; jam dinding; papan tulis; OHP; *handycamp*; *slide proyektor*; Kit perbengkelan; Kit PPPK; Barometer ruangan; Termometer ruangan; dan lemari es.
- Instalasi listrik bertegangan 220 volt terdistribusi ke setiap ruangan di lab. Listrik digunakan sebagai sumber penerangan, untuk mengoperasikan peralatan, dan memanaskan pemanas /tungku listrik.
- Sumber air yang digunakan di lab berasal dari PAM, dan air tanah. *Demineralizer* digunakan untuk memperoleh air bebas ion-ion. *Destillizer* digunakan untuk memperoleh aquades.

- Sumber gas untuk pembakaran yang digunakan di laboratorium kimia adalah LPG. Untuk keperluan khusus harus disediakan juga tabung gas oksigen, asetilen, dan nitrogen.
- Meja praktikum di laboratorium kimia biasanya memiliki ukuran panjang-lebar-tinggi 1,5 m-0,75 m-0,85 m dan dilapisi bahan tahan panas juga dilengkapi saluran listrik, gas, dan air.
- Meja demonstrasi permanen memiliki panjang 3m dan ditempatkan di depan ruang praktikum dengan ketinggian 20-30 cm dari meja praktikum. Meja demonstrasi *mobile* memiliki tinggi 90 cm hingga 100 cm, panjang dan lebarnya sama dengan meja praktikum. Meja demonstrasi digunakan untuk menampilkan/mempertontonkan contoh rangkaian alat, atau percobaan.
- Meja tulis berukuran panjang-lebar-tinggi 1,2 m-1 m-0,7 m. Ditempatkan di ruang staf untuk keperluan persiapan Ketua Lab atau Pembimbing praktikum.
- Cabinet terbuat dari kayu, kayu pres, polywood, logam atau polietilen (plastik), digunakan untuk menyimpan bahan kimia.
- Lemari rak merupakan lemari yang memiliki beberapa tingkat rak. Digunakan untuk menyimpan reagen-reagen kimia, ataupun peralatan.
- Lemari asap digunakan untuk menyimpan bahan kimia mudah menguap dalam waktu singkat, tempat mereaksikan bahan kimia yang menghasilkan gas, dan mudah meledak.
- Bak cuci terbuat dari porselen atau logam tahan karat yang dilengkapi pipa saluran pembuangan. Digunakan untuk tempat mencuci alat-alat bekas praktikum atau alat-alat kotor.
- Pemadam api jenis A digunakan untuk api yang berasal dari pembakaran kertas, kayu, karton, plastik. Jenis B digunakan untuk api berasal dari cairan *fammable*, *combustible*, dan pelarut organik. Jenis C digunakan untuk api dari peralatan berenergi listrik, pemanas dan pengaduk listrik. Jenis D untuk api dari reagen

pyroforik organologam. *Fire Hydrant* adalah pemadam api dengan bahan pemadam air.

d. Tugas 3

1. Buatlah denah laboratorium kimia ideal untuk menampung jumlah praktikan sebanyak 20 orang.
2. Buat denah lab nyata yang ada di sekolah anda atau lab yang ada di suatu industri dan lembaga penelitian. Kemukakan pandangan anda tentang penataan ruangnya !
3. Buat laporan hasil observasi awal dan hasil penatan yang telah anda lakukan terhadap fasilitas umum lab yang ada di sekolah anda !

e. Tes Formatif 3

Berilah tanda silang (X) pada huruf B (jika benar) dan S (jika salah) dari pernyataan yang diberikan.

- | | | |
|---|---|---|
| 1. Luas lantai ruangan praktikum untuk 30 siswa akan lebih efisien jika ukurannya 45 m^2 | B | S |
| 2. Ruang persiapan tentu harus dilengkapi bak cuci karena ruang itu dipakai mencoba suatu eksperimen | B | S |
| 3. Ruang penyimpanan alat dan bahan boleh saja bersatu asalkan dibatasi oleh papan triplek dengan ketebalan 3 mm. | B | S |
| 4. Ruang timbang harus dilengkapi meja beralaskan mika agar terlihat indah | B | S |
| 5. Ruang instrumen yang mempersyaratkan kelembaban dan suhu rendah, maka harus dilengkapi <i>humidifier</i> dan AC. | B | S |
| 6. Dokumen dan literatur lab tak perlu disimpan di | B | S |

- ruangan staf cukup di ruangan praktikum agar mudah diketahui banyak orang terutama praktikan
7. Ruang bengkel harus dilengkapi tabung berisi gas oksigen dan asetilen agar perbaikan alat gelas dapat dilakukan dengan baik B S
 8. Salah satu pemanfaatan listrik di lab kimia digunakan untuk mengoperasikan neraca Mettler, pH meter atau spektrometer B S
 9. Air PAM yang pengolahannya menggunakan kaporit sangat baik digunakan untuk melangsungkan analisis kimia kualitatif maupun kuantitatif karena jernih B S
 10. *Demineralizer* dengan pengisi butiran penukar ion dapat diregenasi di lab dengan menggunakan asam seperti HCl dan basa NaOH B S
 11. Aquades yang diperoleh dari alat *destillizer* diperoleh atas dasar prinsip penguapan dan pengembunan B S
 12. Meja praktikum yang tidak dilapisi epoxy-resin dapat digunakan untuk menyimpan alat-alat gelas dalam keadaan panas asalkan menggunakan alas mika B S
 13. Meja demonstrasi dapat permanen dan juga dipindah pindah B S
 14. Cabinet yang pada pintunya bertuliskan *flammable and combustible* dapat dipakai untuk menyimpan alkohol dan bensin. B S
 15. Asam dan basa pekat selamanya harus disimpan di di lemari asap B S
 16. *Fire Hydrant* sangat efektif untuk untuk memadamkan kebakaran berasal dari konsluiting listrik B S
 17. Salah satu alat pemadam api berisikan asam sulfat dan natrium bikarbonat B S
 18. Saluran buangan dari laboratorium harus dibuat secara khusus karena mengandung polutan air yang membahayakan kesehatan manusia B S

19. Daun pintu dan jendela laboratorium kimia harus menghadap ke dalam B S
20. Suatu lab kimia minimal mempunyai satu pintu B S

f. Kunci Jawaban Formatif 3

- | | |
|-------|-------|
| 1. S | 11. B |
| 2. B | 12. B |
| 3. S | 13. B |
| 4. S | 14. B |
| 5. B | 15. S |
| 6. S | 16. S |
| 7. B | 17. B |
| 8. B | 18. B |
| 9. S | 19. S |
| 10. B | 20. S |

g. Lembar kerja 3

1. Gunakan lembar kerja ini untuk merekam pekerjaan yang tercantum dalam Tugas 3 No.3 !

Nama Pengamat		Nama Laboratorium Instansi Alamat Instansi		
Nama Sekolah				
Kelas				
Tanggal observasi				
No.	Nama Fasilitas Umum Lab	Jumlah	Spesifikasi	Lokasi Penempatan

--	--	--	--	--

4. Kegiatan Belajar 4

a. Tujuan kegiatan pembelajaran 4

Siswa diharapkan dapat :

- Menjelaskan makna penataan alat
- Mengklasifikasi alat berdasarkan jenis bahan dasar dan fungsinya
- Mengidentifikasi teknik penataan alat
- Menata alat berdasarkan jenis bahan dasar, fungsi, kelancaran dan keselamatan kerja serta aspek pemeliharaan
- Mau berpartisipasi dalam menata alat secara teratur, hati-hati, dan mempertimbangkan estetika

b. Uraian materi 4

Penataan Alat Laboratorium

Penataan (*ordering*) alat dimaksudkan adalah proses pengaturan alat di laboratorium agar tertata dengan baik. Dalam menata alat tersebut berkaitan erat dengan keteraturan dalam penyimpanan (*storing*) maupun kemudahan dalam pemeliharaan (*maintenance*). Keteraturan

penyimpanan dan pemeliharaan alat itu, tentu memerlukan cara tertentu agar petugas lab (teknisi dan juru lab) dengan mudah dan cepat dalam pengambilan alat untuk keperluan kerja lab, juga ada kemudahan dalam memelihara kualitas dan kuantitasnya. Dengan demikian penataan alat laboratorium bertujuan agar alat-alat tersebut tersusun secara teratur, indah dipandang (*estetis*), mudah dan aman dalam pengambilan dalam arti tidak terhalangi atau mengganggu peralatan lain, terpelihara identitas dan presisi alat, serta terkontrol jumlahnya dari kehilangan.

Untuk memahami tentang penataan peralatan laboratorium dengan baik diharapkan anda terlebih dahulu mempelajari **Modul Pengenalan dan Penggunaan Alat laboratorium**. Dalam modul ini hanya diperkenalkan beberapa contoh alat secara terbatas untuk kepentingan pembahasan tentang penataannya.

Di laboratorium terdapat berbagai macam fasilitas umum lab maupun peralatan. Beberapa contoh penataan fasilitas umum lab sudah dikemukakan sebelumnya, pada bagian ini pembahasan akan difokuskan pada penataan alat. Beberapa hal yang harus menjadi pertimbangan di dalam penataan alat terutama cara penyimpanannya, diantaranya adalah :

- (1) Fungsi alat, apakah sebagai alat ukur atukah hanya sebagai penyimpan bahan kimia saja
- (2) Kualitas alat termasuk kecanggihan dan ketelitian (*Alat*) alat
- (3) Keperangkatan
- (4) Nilai/ harga alat
- (5) Kuantitas alat termasuk kelangkaannya
- (6) Sifat alat termasuk kepekaan terhadap lingkungan
- (7) Bahan dasar penyusun alat, dan
- (8) Bentuk dan ukuran alat

(9) Bobot / berat alat

Pada praktisnya untuk melakukan penataan / penyimpanan alat tidak dapat digunakan secara mutlak menurut fungsinya saja atau menurut kecanggihannya dan sifatnya saja. Cara terbaik disarankan mengkombinasikan di antara aspek-aspek tersebut. Ketidak mutlakan dalam menerapkan aspek di atas dalam menentukan penataan alat sangat nampak sekali dalam mata pelajaran sains lainnya seperti fisika dan biologi. Dalam lab fisika penataan alat seringkali dikelompokkan atas dasar jenis percobaan seperti alat-alat untuk percobaan listrik, magnet, optik, panas, cahaya dst. Demikian untuk alat-alat biologi dikelompokkan secara khas pula seperti penataan untuk alat-alat genetika, ekologi, fisiologi juga ada model, awetan, gambar dst.

Kembali pada sembilan aspek di atas, suatu alat ada yang memiliki satu fungsi dan yang multi fungsi. Misalnya buret hanya dapat digunakan untuk mengukur volume zat cair saja, sedangkan pH meter dapat digunakan untuk mengukur pH dan juga mV, demikian juga multimeter (AVO-meter) dapat digunakan untuk mengukur kuat arus listrik (mA, A), tegangan listrik (mV, V), dan tahanan listrik (ohm). Tentu kalau penyimpanan alat mengacu atas dasar fungsi alat, maka akan diperoleh jumlah kelompok alat yang relatif banyak sesuai konsep-konsep kimia yang harus dipelajari. Oleh karena itu pengelompokkan berdasarkan fungsi alat cukup kita bagi menjadi alat yang berfungsi sebagai alat ukur dan alat bukan alat ukur. Tentunya penyimpanan alat ukur harus ditempatkan pada wadah/tempat khusus yang dapat menjaga keamanan komponen alat yang memberi informasi kuantitas dan ketelitian pengukuran. Bagian-bagian buret yang harus dijaga misalnya adalah skala dan ujung buret yang menuju kran. Seringkali buret yang sudah lama dipakai, warna skalanya tidak nampak jelas. Jika anda menemukan kasus tersebut, gosokkan spidol

yang tintanya tidak luntur air pada goresan-goresan skala agar mengisi lekukannya hingga garis-garis skala tampak jelas. Hati-hati gosokkan spidol jangan melebar ke luar skala, sehingga menutupi permukaan buret. Demikian ujung buret pada bagian kran mudah patah kalau menyanggol benda lain, juga tutup kran seringkali macet. Oleh karena itu buret harus disimpan secara khusus pada rak buret. Rak tersebut dapat menyangga kedua ujung buret, sehingga bagian ujung yang mudah patah terlindungi. Di samping harus aman dalam penyimpanan, buret harus terpelihara. Agar krannya tidak macet, maka sumbat kran harus diolesi dengan vaselin.

Ada dua macam pH meter yaitu pH meter yang memiliki pembacaan skala menggunakan jarum dan ada pula menggunakan layar/panel LCD (liquid Crystal Display) yang dinamakan pH meter digital. Ada pH meter yang khusus mengukur harga pH suatu zat ada juga yang mampu mengukur harga pH dan potensial zat (mV). Kedua jenis pH meter ini harus dioperasikan dengan menggunakan sumber listrik baterai atau listrik arus AC (*Alternating Current*), juga perangkat elektrode gelas dan panel skala pH dalam keadaan terpisah. Tipe pH meter lainnya dinamakan pH-meter stick, dimana pada alat ini elektrode gelas dan panel pH digabung menjadi satu kesatuan. pH meter stick ini dioperasikan dengan batu baterai dan hanya berfungsi untuk mengukur pH. Demikian kerusakan yang terjadi pada pH meter seringkali terletak pada panel/jarum skala pH akibat penggunaan voltase listrik terlalu besar, dan pecahnya elektrode gelas yang permukaannya pipih membentur wadah zat saat pengukuran atau menyanggol benda lain saat penyimpanan. Oleh karena itu pH meter hendaknya disimpan pada wadah primer (dus bawaan dari pabrik) dan ditempatkan pada cabinet sebagai wadah sekunder. Pemeliharaan yang harus dilakukan terhadap pH meter yaitu selalu menempatkan silika gel sebagai bahan penyerap uap air pada wadah primer, juga elektrode

gelas jangan sampai kering dari larutan KCl jenuh. Demikian buku manual alat jangan sampai hilang, karena di dalamnya berisi informasi tentang cara-cara mengoperasikan alat juga cara mengkalibrasi. Untuk keperluan kalibrasi pH meter biasanya dari pabrik alat tersebut sudah dikemas bahan kimia (serbuk) untuk membuat larutan buffer pH 4 dan pH 9 (pH rendah dan pH tinggi). Demikian alat lab yang berfungsi sebagai alat ukur harus mendapat perhatian lebih dalam mempertimbangkan penyimpanan, penataan dan pemeliharannya dibandingkan dengan alat lab bukan alat ukur. Tabel-2 memperlihatkan beberapa contoh fungsi alat ukur dan penyimpanannya.

Tabel-2 Alat-alat Ukur Kimia dan Cara Penyimpanannya

Nama Alat	Gambar Alat	Fungsi	Penyimpanan /Pemeliharaan
Neraca Analitik Digital dan Neraca Analitik Ayun		Mengukur massa benda	Di ruang timbang dengan meja beton (meja tidak terpengaruh getaran) dan terhindar suhu tinggi
pH meter digital		Mengukur pH larutan	Cabinet, kering, elektroda terlindungi dan tidak kering dari larutan KCl jenuh

Gelas ukur		Mengukur Jumlah Volume cairan	Lemari rak (<i>shelves</i>)
Labu ukur		Menentukan konsentrasi larutan baku	Lemari rak (<i>shelves</i>)



Pipet ukur		Mengambil volume cairan	Rak pipet
------------	--	-------------------------	-----------

Dalam laboratorium kimia terutama di Lembaga-lembaga Penelitian dan Lab Industri banyak alat yang memiliki kualitas tinggi. Dalam hal ini kualitas berkaitan dengan kecanggihan dan ketelitian (*precision*) alat. Beberapa alat kimia canggih misalnya FT-NMR (*Fourier Transform Nuclear Magnetic Resonance Spectrometer*), Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS), *Fourier Transform Infra Red Spectrometer* (FT-IR), *Ultra Violet-Visible Spectrometer* (UV-Vis),

Gas Chromatography-Mass Spectrometer (GCMS), X-Ray Diffractometer (XRD), Scanning Electrom Microscope (SEM), Raman spectrometer, Analizaer elektrokimia dll. Beberapa alat canggih ditunjukkan pada Tabel-3 berikut.

Tabel-3 Beberapa Contoh Instrumen Kimia Canggih dan Cara Penyimpanannya

Nama Alat	Gambar Alat	Fungsi	Penyimpanan
FT-NMR		Menentukan posisi atom dalam molekul	ruang khusus dg kondisi tertentu
Raman spectrometer		Menentukan struktur dan dinamika senyawa kompleks logam transisi	ruang khusus dg kondisi tertentu
GCMS		Menentukan massa dan pemisahan senyawa	ruang khusus dg kondisi tertentu
FTIR		Menentukan vibrasi molekul	ruang khusus dg bebas uap air

Analizer Elektrokimia		Menentukan logam trace dari lingkungan dan mekanisme reaksi redoks	ruang khusus dg kondisi tertentu
Student Spectrophotometer		Menentukan konsentrasi larutan berdasarkan serapan	ruang instrumen

Alat-alat kimia analisis canggih yang dikemukakan di atas tentunya tidak tersedia di lab kimia sekolah, minimal anda mengetahui bahwa peralatan canggih seperti itu penyimpanan dan penataannya memerlukan ruangan khusus dengan kondisi tertentu pula seperti kelembaban harus rendah. Jika kondisi ruangan yang dipersyaratkan tidak terpenuhi, maka ketelitian pengukuran yang dihasilkan alat itu menjadi rendah. Di samping persyaratan ruangan, khusus untuk Lab Pengukuran yang memiliki kewenangan legal sebagai Lab Terakreditasi, setiap alat harus dikelola oleh seorang operator tertentu.

Berkaitan dengan alat lab kimia sekolah, neraca analitik digital dan *student spectrophotometer* dapat dikategorikan sebagai alat ukur canggih dan teliti. Oleh karena itu alat seperti ini harus menjadi pertimbangan pertama dalam penyimpanan dan penataannya dibandingkan dengan peralatan lainnya.

Peralatan canggih yang ditunjukkan pada Tabel-3 termasuk pada peralatan keperangkatan (set). Peralatan seperti ini, baru dapat dioperasikan apabila semua komponen alat tersebut lengkap. Oleh karena itu sekecil apapun komponen yang dimiliki alat keperangkatan,

tidak boleh hilang dan cara memasangkan pada komponen induk harus tepat. Atas dasar karakteristik dari peralatan keperangkatan, maka tempat yang diperlukan untuk menyimpan alat tersebut relatif harus lebih luas dari alat tunggal. Di samping itu alat keperangkatan yang berfungsi sebagai alat ukur, tempat penyimpanannya harus dipilih yang sifatnya permanen karena seringnya membongkar pasang komponen alat akan menyebabkan alat cepat rusak.

Nilai atau harga alat lab harus diketahui oleh pengelola lab, setidaknya dapat menilai mana alat yang mahal dan mana alat yang lebih murah. Alat yang mahal harus disimpan pada tempat yang lebih aman atau pada ruangan / lemari yang terkunci. Sementara alat yang tidak begitu mahal dapat disimpan pada rak atau tempat terbuka. Akan tetapi jika tempat atau lemari jumlahnya mencukupi, maka semua alat lab harus tertutup. Alat lab yang sering terkena debu akan cepat rusak.

Hal lain yang perlu diperhatikan dalam penyimpanan dan penataan alat adalah kuantitasnya. Alat canggih tentu akan mahal harganya, sehingga kuantitasnya rendah dan termasuk alat langka. Alat langka diperlukan pengamanan yang lebih baik, misalnya disimpan dalam lemari atau ruangan yang terkunci. Dalam penggunaannya, alat langka tidak boleh digunakan oleh sembarang orang. Jika memungkinkan ada petugas yang dilatih dan diberi tanggung jawab secara khusus untuk menanganinya. Demikian alat yang jumlahnya cukup banyak biasanya alat tersebut frekuensi penggunaannya cukup tinggi dan melibatkan banyak pengguna. Oleh karena itu penyimpanan alat ini harus ditempatkan pada lemari besar dan berada pada lokasi yang tidak banyak rintangan yang mengganggu sirkulasi peminjaman atau pengembalian dari pengguna. Cara lain, penyimpanan alat yang jumlahnya banyak dilakukan dengan mendistribusikan pada lemari-lemari pengguna yang dilengkapi kunci.

Sifat kepekaan alat juga sangat penting diketahui oleh petugas lab. Ada alat yang peka terhadap kelembaban seperti mikroskop. Ada pula alat yang peka terhadap getaran dan panas seperti neraca analitik. Alat yang peka terhadap kelembaban terutama di daerah dingin, sekalipun alat tersebut disimpan dalam lemari secara tertutup, besar kemungkinan alat tersebut akan ditumbuhi jamur. Lensa objektif dan okuler pada mikroskop cepat berjamur di daerah lembab. Cara mencegah pengaruh kelembaban ini adalah dengan memasang listrik pada lemari penyimpanan. Mikroskop harus selalu disimpan di dalam petinya yang dilengkapi adsorben silika gel. Demikian pula neraca analitik ayun peka sekali terhadap adanya getaran,. Keberadaan getaran akan menyulitkan dalam pengukuran, dan akibatnya hasil pengukuran menjadi tidak akurat. Oleh karena itu neraca analitik harus disimpan pada meja permanen. Begitu pula karena neraca peka terhadap suhu terutama suhu tinggi, maka penimbangan jangan dilakukan terhadap benda panas.

Dalam penyimpanan dan penataan alat perlu diperhatikan pula jenis bahan dasar penyusun alat tersebut. Berdasarkan bahan dasarnya ada alat yang terbuat dari gelas, logam, kayu, plastik, porselen, karet, Alat-alat gelas (*glasswear*) diantaranya yaitu labu erlenmeyer, labu ukur, labu destilasi, labu dasar rata, labu dasar bulat, gelas kimia, gelas ukur, gelas arloji, tabung reaksi, buret, pipet ukur, pipet gondok, corong, corong pisah, corong tistel, pendingin Liebig, botol timbang dsb. Alat-alat dengan bahan dasar logam misalnya kaki tiga, statif, tang krus, pinset, ring, klem tiga jari, kawat kasa, spatula, dll. Alat-alat yang terbuat dari kayu misalnya rak tabung reaksi, rak buret, rak pipet, rak pengeringan dll. Demikian alat-alat yang terbuat dari plastik misalnya botol semprot, botol reagen, botol tetes, corong, Alat yang terbuat dari porselen misalnya krus, corong Buchner, lumpang dan alu, pelat tetes, cawan penguap, dll. Alat yang terbuat dari karet misalnya ball pipet.

Tabel-4 berikut memperlihatkan jenis alat yang dikelompokkan atas bahan dasar dan gabungan bahan dasarnya.

Tabel-4 Alat-alat Lab Kimia Menurut Kelompok Bahan Dasarnya

Bahan Dasar Alat	Nama Alat	Gambar Alat	Fungsi	Penyimpanan
	Gelas Kimia		Penyimpan zat cair	Lemari rak



	Pipet gondok		Pengambil volume tertentu zat cair pada titrasi	Rak pipet
	Labu erlenmeyer		Penyimpan zat cair pada titrasi	Lemari rak
	Labu dasar rata		Penyimpan zat cair saat destilasi	Lemari rak
	Cawan petri		Penyimpan zat cair dalam jumlah kecil	Lemari rak
	Gelas arloji		Penyimpan padatan yang akan ditimbang	Lemari rak

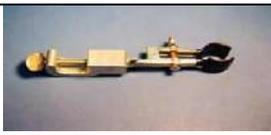


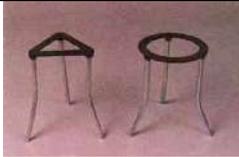
	Termometer		Pengukur suhu	Wadah termometer, baki plastik
	Tabung reaksi		Tempat mereaksikan zat	Rak tabung reaksi saat dipakai, baki plastik
	Corong		Penyangga lipatan kertas saring	Lemari rak
	Pembakar spiritus		Pembakar	Lemari rak
	Desikator		Pengering	Lemari asap



	Pinset		Pengambil anak timbangan	Kotak anak timbangan
	Penjepit tabung reaksi		Pemegang tabung reaksi	Lemari rak



	Sendok spatula dan spatula		Pengambil zat padat dari botol Penusuk padatan keras dalam botol	Baki plastik
	Pembakar Bunsen		Pembakar dengan gas LPG	Lemari rak
	Pembakar Spiritus		Pembakar dengan spiritus	Lemari rak
	Klem Buret Fisher		Pemegang buret pada statif	Lemari rak
	Klem Serbaguna		Pemegang benda pada statif	Lemari rak
	Klem Tiga jari		Pemegang benda pada statif	Lemari rak

	Kaki tiga		Penyangga benda yang akan dipanaskan	Lemari rak
	Statif		Penyangga benda yang dirangkai	Lantai
	Ring		Penyangga benda yang dipasang pada statif	Lemari rak

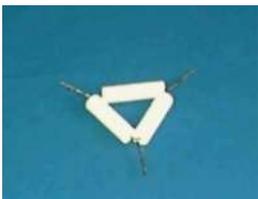


	Tang Gelas Kimia		Pemegang gelas kimia	Lemari rak
	Tang krus		Pemegang krus	Lemari rak
Kayu	Rak tabung reaksi		Penyimpan tabung reaksi yang sedang dipakai	Lemari rak
Plastik	Rak tabung reaksi		Penyimpan tabung reaksi yang sedang dipakai	Lemari rak
	Pelindung muka (face shield)		Pelindung muka	Lemari rak

	Botol reagen dan Botol cuci		Penyimpan reagen Alat pencuci air	Lemari rak
--	-----------------------------	--	--------------------------------------	------------



	Pesawat Kipp		Penghasil gas	Lemari asap
	Plat tetes		Penyimpan cairan yang diteteskan	Lemari rak



	Lumpang dan alu		Penghalus padatan	Lemari rak
	Segitiga porselen		Penyangga krus pada pemanasan	Lemari rak



	Cawan Krus		Pemanasan zat suhu tinggi	Baki plastik, Lemari rak
Karet	Ball pipet		Pengisap cairan, dipasng pada pipet	Cabinet
Plastik dan Gelas	pH PEN		Pengukur pH	Dus pH meter, cabinet
Kertas, plastik	Indikator universal		Penentu pH	Laci meja
Gelas dan Platik	Termo-meter Ruangan		Pengukur suhu ruangan	Dinding ruang praktikum
Logam dan plastik	Hot plate & Magnetic Stirrer & Magnetic Stir Bar		Pemanas & pengaduk	Lemari rak / Cabinet

				
Logam, plastik dan kayu	Neraca analitik ayun		Pengukur massa dengan teliti	Ruang timbang, meja beton
Logam dan plastik	Neraca Triple Beam		Pengukur massa agak teliti	Ruang timbang, meja beton
Logam dan plastik	Galvano meter		Penentu intensitas dan arah arus listrik	Lemari rak / Cabinet
Logam dan plastik	Ammeter dan Voltmeter		Pengukur kuat arus dan tegangan listrik	Lemari rak / Cabinet



Logam, plastik, kaca	Stop watch		Pengukur waktu	Cabinet
Logam dan plastik	Barometer		Pengukur tekanan udara	Cabinet
Logam dan bahan tahan panas	Muffle Furnace		Pemanas Padatan sampai suhu tinggi	Meja kokoh, pada ruang terhubung ke lemari asap / cerobong



Logam dan plastik	Water Bath		Pemanas menggunakan air	Meja praktikum
Logam, plastik, karet	Pompa vakum		Pengisap gas dari alat lain	Meja kokoh
Logam dan gelas	Mikroskop		Penglihat benda kecil	Peti mikroskop, lemari alat
Logam dan Gelas	Centrifuge		Pengendap endapan halus	Meja praktikum

Dengan diketahuinya bahan dasar dari suatu alat kita dapat menentukan atau mempertimbangkan cara penyimpanannya. Alat yang terbuat dari logam tentunya harus dipisahkan dari alat yang terbuat dari gelas atau porselen. Jadi alat seperti kaki tiga harus dikelompokkan dengan statif atau klem tiga jari karena ketiganya memiliki bahan dasar yang sama yaitu logam, sedangkan gelas kimia dikelompokkan dengan labu erlenmeyer dan labu dasar rata karena bahan dasarnya gelas.

Belumlah cukup hanya dengan memperhatikan bahan dasar dari alat, namun penyimpanan alat yang memiliki bahan dasar yang sama harus

ditata kembali. Jika tempat penyimpanan kaki tiga dan klem tiga jari adalah menggunakan lemari rak, maka tahapan rak untuk kaki tiga harus berbeda dengan tahap rak klem tiga jari, akan tetapi kedua tahap rak harus berdekatan.

Dengan memperhatikan bahan dasar alat pula, peralatan yang terbuat dari logam umumnya memiliki bobot lebih tinggi dari peralatan yang terbuat dari gelas atau plastik. Oleh karena itu dalam penyimpanan dan penataan alat aspek bobot benda perlu juga diperhatikan. Janganlah menyimpan alat-alat yang berat di tempat yang lebih tinggi, agar mudah diambil dan disimpan kembali.

Di samping aspek-aspek yang telah dikemukakan, aspek lainnya yang perlu dipertimbangkan dalam penyimpanan dan penataan alat adalah bentuk dan ukuran alat. Misalnya labu erlenmeyer dikenal ada yang memiliki bentuk mulut lebar dan mulut kecil, demikian ada yang berukuran 100 mL, 250 mL, 500 mL dst. Oleh karena itu jika labu erlenmeyer disimpan pada satu tahap rak, maka pada tahap rak itu pula harus ditata kelompok labu erlenmeyer yang bermulut lebar berukuran 100 mL, 250 mL, dan 500 mL masing-masing secara terpisah; juga ditata labu erlenmeyer bermulut kecil dengan ukuran 100 mL, 250 mL, dan 500 mL secara terpisah.

Dari uraian yang telah dikemukakan, yang menjadi kunci dalam melakukan penyimpanan dan penataan alat lab dengan baik dan lancar, manakala petugas/pengelola lab mengenali dan memahami dengan baik karakteristik dari masing-masing alat. Karakteristik dari suatu alat dinamakan *spesifikasi alat*. Setiap alat lab harus dibuatkan spesifikasinya, yaitu informasi-informasi yang memberikan gambaran tentang suatu alat, sehingga dari peciri tersebut secara spesifik alat itu terbedakan dari alat lain. Alat sederhana tentunya memiliki spesifikasi lebih sederhana dari alat rumit. Spesifikasi alat ini harus dimuat dalam kartu alat, dimana setiap alat harus memiliki satu kartu. Jika di suatu lab telah dibuatkan kartu-kartu spesifikasi alat, maka pada saat

penyimpanan dan penataan petugas lab harus mencatat data alat pada kartu tersebut.

Literatur alat lab dikenal dengan nama *katalog*. Di dalam katalog itu terhimpun secara lengkap tentang informasi ciri-ciri alat hingga harganya. Untuk memperoleh katalog biasanya dilakukan dengan menyurati perusahaan (*supplier*) alat lab, biasanya pihak perusahaan akan memberikan secara cuma-cuma. Miliki katalog alat terbaru karena pada katalog tersebut industri alat akan memuat produk-produk terbarunya. Katalog alat-alat penelitian canggih seperti FT-IR, NMR dibuat secara khusus untuk setiap alat. Seringkali alat canggih merupakan alat keperangkatan, sehingga banyak komponen yang harus diperhatikan jangan sampai terlewatkan. Kekurangan komponen kecil, biasanya alat tersebut tidak dapat dioperasikan. Oleh karena itu terutama dalam pemesanan alat canggih, kerincian spesifikasi alat sangat diperlukan. Perusahaan alat hanya memberikan alat sesuai spesifikasi yang diajukan pemesan. Jika komponen kecil suatu alat tercantum dalam spesifikasi yang diusulkan, tetapi waktu pengiriman alat ternyata terlewatkan, maka pemesan dapat mengusulkan komponen tersebut untuk dilengkapi. Di samping itu lengkapnya penulisan spesifikasi alat akan memudahkan dalam pemesanan suku cadang.

Di bawah ini disajikan beberapa contoh katalog alat lab serta satu contoh cara menuliskan spesifikasi alat.

Katalog Alat-alat Lab

- Alkin P.T. (2003). Katalog Peralatan. Bandung : PO Box 1495 Jl. Pasteur 15 Bandung
- Cole-Palmer. (2003-2004). Instruments Company. 625 East Bunker Court. Vernon Hills, Illinois 60061 USA. Phone (078) 594-7600. After June 20 1996. Phone (847) 549-7600 Fax. (847) 549-1700.
- Catalog. (2003). Instruments for Research and Industry Tools For Scientist. 12R Inc. PO Box 159 CD Cheltenham PA 19012.
- CP Instrument Company Limited. (2003/2004). Products For Science. England.
- CP Instrument Company Limited. (2003). The Thermometry Books. England.
- Depdikbud, (1993), Buku Katalog Alat Pendidikan IPA untuk SMP dan SMA Jakarta : Dikdasmen-Dikmenum.
- Elex Media Komputindo Katalog. PT. (2003-2004). Kelompok Gramedia. Jl.

Contoh penulisan spesifikasi alat

pH-meter

Range : pH -2.00 to 16.00 mV, rel mV \pm 2000 mV
temp. -9.9 to 110 °C

Resolution : pH 0.1/ 0.001 mV, rel mV 0.1 to \pm 399.9 mV; 1mV otherwise temp. 0.1 °C

Accuracy : pH \pm 0.01 mV, rel mV \pm 0.2 to \pm 399.9 mV; 2 mV otherwise temp. + 0.5 °C

Display : Custom dual LCD

Input impedance > 10^{12} Ω

Temp. Compensation : Automatic (with ATC probe) or manual, 0 to 100 °C

Calibration points : Automatic at pH 1.68; 4.01; 7.00; 10.01 and 12.45

Power : Four 1.5 V AAA batteries (included) or 110 or 220 VAC (with adapter sold separately at left)

Battery life : 50 hours continuous

Dimension : 8.9 cm W x 18.7 cm H x 4.4 cm D

Shopee : Meters 0.71-C; Kites 1.71-C

c. Rangkuman 4

- Penataan alat lab merupakan proses pengaturan alat agar tersusun dengan baik.
- Penataan alat yang baik menunjukkan adanya penyimpanan yang tepat, teratur, dan terpeliharanya keamanan alat.
- Penataan alat bertujuan untuk memudahkan penggunaan, pengawasan, dan pemeliharaan kualitas serta kuantitas alat.
- Penataan alat yang baik harus didasarkan atas pertimbangan fungsi, kualitas, keperangkatan, nilai, kuantitas, sifat, bahan dasar, bentuk dan ukuran serta bobot dari alat.
- Alat lab ada yang berfungsi sebagai alat ukur, pengkondisi proses, dan media penyimpan bahan kimia. Dalam penyimpanan alat ukur harus diperhatikan keamanan bagian alat yang memberikan data hasil pengukuran dan bagian yang mudah rusak.
- Alat-alat canggih harus disimpan dalam ruangan khusus dengan kondisi yang dipersyaratkan.
- Alat langka biasanya memiliki harga yang mahal, maka penyimpanannya harus ditempatkan pada ruangan yang aman yaitu ruangan/lemari yang terkunci.
- Alat keperangkatan harus disimpan pada tempat yang tetap (tidak dibongkar pasang)
- Alat yang peka terhadap kelembaban, maka ruangan tempat menyimpan alat tersebut harus dipasang humidifier. Di tempat yang lembab lemari-lemari alat harus dipasang bola lampu. Alat

yang peka terhadap getaran harus disimpan pada meja permanen yang terbuat dari beton. Alat yang dioperasikan dengan listrik, voltase listrik yang digunakan tidak melebihi kapasitas voltase alat.

- Penyimpanan alat yang terbuat dari logam, gelas, plastik, kayu, porselen dst. satu dengan yang lain harus terpisahkan.
- Alat yang lebih berat harus ditempatkan pada bagian bawah tempat penyimpanan, sedangkan alat yang lebih ringan di tempatkan pada bagian atas.
- Suatu alat yang memiliki bentuk dan ukuran yang bervariasi, penyimpanannya harus ditata atas dasar kesamaan bentuk dan ukurannya.
- Spesifikasi alat mengungkapkan tanda-tanda yang menyatakan peciri suatu alat yang secara spesifik terbedakan dari alat lain.
- Spesifikasi alat diperoleh dari katalog alat. Spesifikasi alat yang ditulis lengkap akan mempermudah pengecekan terhadap alat yang dipesan, juga memudahkan dalam menentukan suku cadang yang harus dipesan manakala komponen alat ada yang rusak.



1. Alat-alat di samping ini ditempatkan dalam lemari dan tahapan B sama. Menurut Menurudang, pengelompokan penyimpanan alat tersebut sudah tepat, tetapi penataannya tidak.



B S

	<p>2. Alat sebelah kiri memerlukan tempat penyimpanan sekunder, sedangkan alat sebelah kanan tidak.</p>
---	---

	<p>3. Kedua alat B S ini tempat penyimpanan terkecil karena terbuat dari bahan utama asam karena mudah korosif.</p>
---	---



	<p>B S a alat di samping ini at penyimpanannya ; pada meja beton agar tidak terpengaruhi getaran</p>
--	--

	<p>B S t di samping ini harus mpan di dalam net tertutup rapat, tetapi sebelumnya diolesi bensin</p>
--	--

	<p>B S t di samping ini harus mpan di dalam net tertutup rapat, yang dilengkapi sebungkus silika gel</p>
---	--

--	--



ab tersedia lemari rak 4 kat dengan lebar rak 15 cm. Maka alat ada di samping atas harus ditempatkan pada rak tingkat 3 sedangkan alat di samping bawah ditempatkan pada tingkat 2



B

S r efisien, ketiga alat di ping penyim-panannya . disatukan dalam satu baki plastik, karena bobotnya hampir sama juga bahan dasarnya pun sama



	<p>B S t di samping ini memiliki spesifikasi yaitu er gelas, terbuat dari gelas pyrex, kapasitas 250 mL, harga skala 25 mL, dan faktor kesalahan $\pm 5\%$</p>
--	---

  	<p>B S iga alat di samping memiliki ketelitian gukuran sampai 4 desimal, karena itu tidak boleh ada getaran yang merambar terhadap meja penyimpanan, juga tidak boleh dipakai mengukur benda panas atau dingin.</p>
--	---

f. Kunci Jawaban Formatif 4

- | | |
|------|-------|
| 1. B | 6. S |
| 2. B | 7. S |
| 3. B | 8. S |
| 4. S | 9. B |
| 5. S | 10. S |

g. Lembar kerja 4

Gunakan lembar kerja berikut untuk melaksanakan tugas 4 No.1

Kelompok alat	Nama alat	Spesifikasi alat	Kegunaan	Tempat Penyimpanan yang disarankan

--	--	--	--	--

5. Kegiatan Belajar 5

a. Tujuan kegiatan pembelajaran 5

Siswa diharapkan dapat :

- Menjelaskan makna penataan bahan
- Mengklasifikasi bahan berdasarkan sifat kimia dan sifat fisiknya
- Mengidentifikasi teknik penataan bahan
- Menata bahan berdasarkan sifat, kelancaran dan keselamatan kerja
- Mau berpartisipasi dalam menata bahan secara teratur, hati-hati, dan mempertimbangkan estetika

b. Uraian materi 5

Penataan Bahan Kimia

Bahan kimia yang ada di lab jumlahnya relatif banyak seperti halnya jumlah peralatan. Di samping jumlahnya cukup banyak juga bahan kimia dapat menimbulkan resiko bahaya cukup tinggi, oleh karena itu dalam pengelolaan lab aspek penyimpanan, penataan dan pemeliharaan bahan kimia merupakan bagian penting yang harus diperhatikan.

Hal umum yang harus menjadi perhatian di dalam penyimpanan dan penataan bahan kimia diantaranya meliputi aspek pemisahan (*segregation*), tingkat resiko bahaya (*multiple hazards*), pelabelan (*labeling*), fasilitas penyimpanan (*storage facilities*), wadah sekunder (*secondary containment*), bahan kadaluarsa (*outdate chemicals*), inventarisasi (*inventory*), dan informasi resiko bahaya (*hazard information*).

Penyimpanan dan penataan bahan kimia berdasarkan urutan alfabetis tidaklah tepat, kebutuhan itu hanya diperlukan untuk melakukan proses pengadministrasian. Pengurutan secara alfabetis akan lebih tepat apabila bahan kimia sudah dikelompokkan menurut sifat fisis, dan sifat kimianya terutama tingkat kebahayaannya.

Bahan kimia yang tidak boleh disimpan dengan bahan kimia lain, harus disimpan secara khusus dalam wadah sekunder yang terisolasi. Hal ini dimaksudkan untuk mencegah pencampuran dengan sumber bahaya lain seperti api, gas beracun, ledakan, atau degradasi kimia.

Banyak bahan kimia yang memiliki sifat lebih dari satu jenis tingkat bahaya. Penyimpanan bahan kimia tersebut harus didasarkan atas tingkat risiko bahayanya yang paling tinggi. Misalnya benzena memiliki sifat *flammable* dan *toxic*. Sifat dapat terbakar dipandang memiliki resiko lebih tinggi daripada timbulnya karsinogen. Oleh karena itu penyimpanan benzena harus ditempatkan pada cabinet tempat menyimpan zat cair *flammable* daripada disimpan pada cabinet bahan *toxic*. Berikut ini merupakan panduan umum untuk mengurutkan tingkat bahaya bahan kimia dalam kaitan dengan penyimpanannya.

Bahan Radioaktif > Bahan Piroforik > Bahan Eksplosif > Cairan *Flammable* > Asam/basa Korosif > Bahan Reaktif terhadap Air > Padatan *Flammable* > Bahan Oksidator > Bahan *Combustible* > Bahan Toksik > Bahan yang tidak memerlukan pemisahan secara khusus

Wadah bahan kimia dan lokasi penyimpanan harus diberi label yang jelas. Label wadah harus mencantumkan nama bahan, tingkat bahaya, tanggal diterima dan dipakai. Alangkah baiknya jika tempat

penyimpanan masing-masing kelompok bahan tersebut diberi label dengan warna berbeda. Misalnya warna merah untuk bahan *flammable*, kuning untuk bahan oksidator, biru untuk bahan toksik, putih untuk bahan korosif, dan hijau untuk bahan yang bahayanya rendah.



label bahan *flammable*



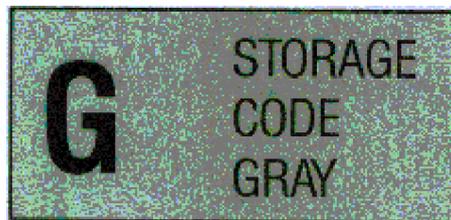
label bahan oksidator



label bahan toksik



label bahan korosif



label bahan dengan tingkat bahaya rendah

Di samping pemberian label pada lokasi penyimpanan, pelabelan pada botol reagen jauh lebih penting. Informasi yang harus dicantumkan pada botol reagen diantaranya :

- Nama kimia dan rumusnya
- Konsentrasi
- Tanggal penerimaan
- Tanggal pembuatan
- Nama orang yang membuat reagen
- Lama hidup
- Tingkat bahaya
- Klasifikasi lokasi penyimpanan

- Nama dan alamat pabrik

Sebaiknya bahan kimia ditempatkan pada fasilitas penyimpanan secara tertutup seperti dalam cabinet, loker, dsb. Tempat penyimpanan harus bersih, kering dan jauh dari sumber panas atau kena sengatan sinar matahari. Di samping itu tempat penyimpanan harus dilengkapi dengan ventilasi yang menuju ruang asap atau ke luar ruangan.

Bahan kimia cair yang berbahaya harus disimpan pula dalam wadah sekunder seperti baki plastik untuk mencegah timbulnya kecelakaan akibat bocor atau pecah. Wadah sekunder yang diperlukan harus didasarkan atas ukuran wadah yang langsung diisi bahan kimia, tidak atas dasar volume bahan cair yang ada dalam wadahnya. Ukuran wadah bahan primer yang perlu disediakan wadah sekundernya yaitu :

- Cairan radioaktif ketika wadah berukuran ≥ 250 mL
- Semua cairan berbahaya lain untuk wadah $\geq 2,5$ L

Secara umum pengelompokkan bahan berbahaya yang memerlukan wadah sekunder adalah :

1. Cairan *flammable* dan *combustible* serta pelarut terhalogenasi misalnya alkohol, eter, trikloroetan, perkloroetan dsb.
2. Asam-asam mineral pekat misalnya asam nitrat, asam klorida, asam sulfat, asam florida, asam fosfat dsb.
3. Basa-basa pekat misalnya amonium hidroksida, natrium hidroksida, dan kalium hidroksida.
4. Bahan radioaktif

Bahan kimia kadaluarsa, bahan kimia yang tidak diperlukan, dan bahan kimia yang rusak harus dibuang melalui unit pengelolaan limbah. Ingat bahwa biaya pembuangan bahan kimia akan meningkat jika ditunggu sampai waktu cukup lama, oleh karena itu limbah kimia harus dibersihkan setiap saat.

Inventarisasi harus dilakukan terhadap bahan kimia yang ada di laboratorium. Perbaharui label-label yang rusak secara periodik. Inventarisasi harus melibatkan nama bahan, rumus, jumlah, kualitas, lokasi penyimpanan, dan tanggal penerimaan, nama industri, bahaya terhadap kesehatan, bahaya fisik, lama dan pendeknya bahaya terhadap kesehatan.

Di suatu laboratorium, MSDS (*Materials Safety Data Sheets*) atau sumber lain yang memberikan informasi tentang resiko bahaya dari setiap bahan harus ada. Hubungi rumah sakit terdekat untuk mendapatkan informasi itu, atau jalin hubungan dengan Rumah Sakit untuk mempermudah penanganan jika terjadi kecelakaan di laboratorium. Di dalam MSDS biasanya terdapat informasi tentang nama produk dan industri, komposisi bahan, identifikasi tingkat bahaya, pertolongan pertama bila terkena bahan itu, cara menangani kecelakaan, penanganan dan penyimpanan, cara perlindungan fisik, kestabilan dan kereaktifan, informasi toksikologi, ekologi, transportasi, pembuangan dan aturan pemerintah yang diberlakukan.

Berikut ini akan dibahas tentang panduan cara penyimpanan dan penataan bahan kimia untuk masing-masing bahan menurut kelompok tingkat bahayanya.

Penyimpanan dan penataan bahan kimia radioaktif

Tidak sembarangan laboratorium dapat membeli, menggunakan, menyimpan dan membuang bahan radioaktif. Bahan tersebut dapat diadakan di suatu lab makala mendapat izin dari Departemen Kesehatan khususnya bagian radiasi. Sekalipun di laboratorium sekolah bahan ini tidak tersedia, tidak ada salahnya bagi anda mengetahui cara penyimpanannya. Bahan radioaktif harus disimpan di suatu tempat yang terawasi dan terjaga keamanannya dari kehilangan oleh orang yang tak bertanggung jawab. Pada tempat penyimpanan harus dituliskan kata “HATI-HATI BAHAN RADIOAKTIF (CAUTION RADIOACTIVE MATERIALS)”. Catat jumlah nyata dan perhatikan batas jumlah penyimpanan yang diperbolehkan. Hubungi *Radiation Safety Officer* untuk memperoleh informasi rinci tentang penggunaan dan penyimpanan bahan radioaktif tersebut.

Penyimpanan dan penataan bahan kimia reaktif

Bahan reaktif dikategorikan sebagai bahan yang bereaksi sendiri atau berpolimerisasi menghasilkan api atau gas toksik ketika ada perubahan tekanan atau suhu, gesekan, atau kontak dengan uap lembab. Biasanya bahan reaktif memiliki lebih dari satu macam kelompok bahan bahaya, misalnya bahan tersebut termasuk padatan *flammable* juga sebagai bahan yang reaktif terhadap air, karena itu memerlukan penanganan dan penyimpanan secara khusus. Biasanya sebelum menentukan cara terbaik dalam penyimpanan bahan kimia reaktif, terlebih harus menentukan bahaya spesifik dari bahan itu.

Bahan kimia reaktif biasanya dikelompokkan menjadi bahan kimia *piroforik, eksplosif, pembentuk peroksida, dan reaktif air*. Bahan piroforik adalah bahan yang dapat terbakar ketika kontak dengan udara pada suhu $< 54,44^{\circ}\text{C}$. Bahan kimia piroforik ada yang berupa

padatan seperti fosfor, cairan seperti tributilaluminium atau gas seperti silan. Bahan piroforik harus disimpan di dalam cabinet flammable secara terpisah dari cairan *flammable* dan cairan *combustible*. Unsur fosfor harus disimpan dan dipotong dalam air. Demikian gas silan harus disimpan secara khusus.

Bahan eksplosif adalah bahan yang dapat menimbulkan ledakan. Ledakan tersebut diakibatkan oleh penguraian bahan secara cepat dan menghasilkan pelepasan energi dalam bentuk panas, api dan perubahan tekanan yang tinggi. Banyak faktor yang menyebabkan suatu bahan dapat meledak, sehingga menyulitkan dalam pengelompokkan bahan eksplosif ini. Faktor yang menunjang timbulnya ledakan dari bahan kimia di laboratorium diantaranya adalah : (1) Kandungan oksigen senyawa. Beberapa peroksida (misalnya benzyol peroksida kering) dan oksidator kuat lainnya mudah meledak, (2) Gugus reaktif. beberapa senyawa seperti hidrazin memiliki gugus oksidatif dan reduktif, sehingga sangat tidak stabil. Beberapa senyawa nitro (misalnya Trinitrotoluen/TNT, azida, asam pikrat kering) juga mudah meledak. Hati-hati dalam membaca label bahan kimia, dan perhatikan lambang yang menunjukkan kestabilan dan mudah meledaknya bahan tersebut. Keputusan yang harus diambil dalam menentukan penyimpanan bahan mudah meledak atas sifat masing-masing bahan kimia tersebut. Perhatikan secara khusus agar penyimpanan bahan tersebut tidak mengundang atau meningkatkan bahaya misalnya hindari penyimpanan asam pikrat jangan sampai kering.

Beberapa eter dan senyawa sejenis cenderung bereaksi dengan udara dan cahaya membentuk senyawa peroksida yang tidak stabil. Bahan kimia yang dapat membentuk peroksida tersebut diantaranya adalah p-dioksan, etil eter, tetrahidrofur, asetaldehid, dan sikloheksena.

Untuk meminimalkan timbulnya bahaya dari bahan kimia tersebut, maka cara yang harus diperhatikan dalam penyimpanannya adalah sebagai berikut :

1. Simpan bahan kimia pembentuk peroksida itu dalam botol tertutup rapat (tidak kontak dengan udara) atau dalam wadah yang tidak terkena cahaya.
2. Berikan label pada wadah tentang tanggal diterima dan dibuka bahan tersebut.
3. Uji secara periodik (3 atau 6 bulan) terjadinya pembentukan peroksida. Buanglah peroksida yang telah dibuka setelah 3 - 6 bulan (lihat Tabel-5).
4. Buanglah wadah bahan kimia pembentuk peroksida yang tidak pernah dibuka sesuai batas kadaluarsa yang diberikan pabrik atau 12 bulan setelah diterima.

Tabel-5 Bahan Kimia Pembentuk Peroksida

Limit Waktu 3 Bulan

Bahan Kimia

ABSOLUTE ETHERS (Ethyl Ether Anhydrous)
 Bis (2-Methoxyethyl) Ether (Diethylene-Glycol Dimethyl Ether; Diglyme)
 Diethylene Glycol Dimethyl Ether (Diglyme)
 Diethylether (Ethyl Ether; Ether)
 Dimethoxyethane (Glyme)
 Dioxane (Diethylene Oxide)
 Diisopropyl Ether
 Divinyl Acetylene
 Ethyl Ether

Ethyl Vinyl Ether
 Glyme (1, 2-Di Methoxyethane; Ethylene Glycol Dimethyl Ether)
 Isopropyl Ethers
 Potassium Amide
 Potassium Metal
 Sodium Amide (Sodamide)
 Tetrahydrofufian (Cyclotetramethylene Oxide)
 Vinylidene Chloride (1,1 Dichloroethylene)

Limit Waktu 6 Bulan

Bahan Kimia

Acetal
 Acrolein (Propenal; Acrylic Aldehyde; Allyl Aldehyde)
 Acrylic Acid
 Acrylonitrile (Propene Nitrile; Vinyl Cyanide)
 Alkyl-Substituted Cycloaliphatics (Methyl, Ethyl Cyclo____ane)
 ALL OTHER ETHERS
 Allyl Glycidyl Ether
 n-Amyl Ether
 Anisole
 Butadiene (Erythrene)
 n-Butyl Glycidyl Ether
 Butyl Vinyl Ether
 2 Chloro 2,3 Butadiene
 Chloroethylene
 Chloromethyl Ether
 Chloroprene (2-Chloro-1, 3-Butadiene; Chlorobutadiene)
 Chlorotrifluoroethylene
 Cyclopentene
 Methycyclopentane
 Methyl 1-Butylketone (2-Hexanone; N-Butyl Methylketone)
 Methyl Acetylene (Allylene; Propyne)
 Methyl Ether
 Methyl Ether Ether
 Methyl Isobutyl Ketone
 Methyl Methacrylate
 Methylvinyl Ether
 Olefins (Unsaturated hydrocarbons; Propene, Hexene, _____ene)
 Perfluoroethylene
 Phenyl Ether
 Propyne
 Styrene (Phenylethylene; Vinylbenzene; Cinnamene)
 Tetrafluoroethylene (Perfluoroethylene)
 Tetrahydronaphthalene (Tetralin)
 Vinyl Acetate
 Vinyl Acetylene
 Vinyl Chloride (Chloroethylene; Chloroethene)
 Vinyl Ethers
 Vinyl Pyridine

Bahan yang reaktif dengan air apabila kontak dengan dengan udara lembab saja akan menghasilkan senyawa toksik, *flammable*, atau gas mudah meledak. Misalnya hipoklorit dan logam hidrida. Oleh karena itu penyimpanan bahan kimia ini harus dijauhkan dari sumber air (jangan menyimpannya di bawah atau di atas bak cuci, dst.). Gunakan pemadam api dengan bahan kimia kering apabila terjadi kebaran dengan bahan ini. Simpan dalam desikator yang diisi dengan silika gel.

Penyimpanan dan penataan bahan kimia korosif

Bahan kimia korosif terdiri dari dua macam yaitu asam dan basa. Penyimpanan bahan kimia korosif jangan sampai bereaksi dengan tempat penyimpanannya (lemari rak dan cabinet). Perhatikan bahwa diantara bahan korosif dapat bereaksi dengan hebat, sehingga dapat mengganggu kesehatan pengguna.

Untuk keperluan penyimpanan, asam-asam yang berujud cairan diklasifikasi lagi menjadi tiga jenis yaitu *asam-asam organik* (misalnya asam asetat glacial, asam format, *asam mineral* (misalnya asam klorida dan asam fosfat), dan *asam mineral oksidator* (misalnya asam kromat, asam florida, asam perklorat, dan asam berasap seperti asam nitrat dan asam sulfat). Panduan penyimpanan untuk kelompok asam ini diantaranya adalah :

1. Pisahkan asam-asam tersebut dari basa dan logam aktif seperti natrium (Na), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg) dll.
2. Pisahkan asam-asam organik dari asam mineral dan asam mineral oksidator,
3. Penyimpanan asam organik biasanya dibolehkan dengan cairan *flammable* dan *combustible*.

4. Pisahkan asam dari bahan kimia yang dapat menghasilkan gas toksik dan dapat menyala seperti natrium sianida (NaCN), besi sulfida (FeS), kalsium karbida (CaC₂) dll.
5. Gunakan wadah sekunder untuk menyimpan asam itu, dan gunakan botol bawaannya ketika dipindahkan ke luar lab.
6. Simpanlah botol asam pada tempat dingin dan kering, dan jauhkan dari sumber panas atau tidak terkena langsung sinar matahari.
7. Simpanlah asam dengan botol besar pada kabinet atau lemari rak asam. Botol besar disimpan pada rak lebih bawah daripada botol lebih kecil.
8. Simpanlah wadah asam pada wadah sekunder seperti baki plastik untuk menghindari cairan yang tumpah atau bocor. Baki plastik atau panci kue dari pyrex sangat baik digunakan lagi pula murah harganya. Khusus asam perklorat harus disimpan pada wadah gelas atau porselen dan jauhkan dari bahan kimia organik.
9. Jauhkan asam oksidator seperti asam sulfat pekat dan asam nitrat dari bahan *flammable* dan *combustible*.

Penyimpanan basa padatan atau cairan seperti amonium hidroksida (NH₄OH), kalsium hidroksida, Ca(OH)₂, kalium hidroksida (KOH), natrium hidroksida (NaOH) harus dilakukan sebagai berikut :

1. Pisahkan basa dari asam, logam aktif, bahan eksplosif, peroksida organik, dan bahan *flammable*.
2. Simpan larutan basa anorganik dalam wadah *polyethylene* (plastik).
3. Tempatkan wadah larutan basa dalam baki plastik untuk menghindari pecah atau keborocan.
4. Simpanlah botol-botol besar larutan basa dalam lemari rak atau cabinet yang tahan korosif. Botol besar disimpan pada rak lebih bawah daripada botol lebih kecil.

Gambar-17 berikut memperlihatkan penyimpanan bahan kimia pada wadah primer dan wadah sekunder yang disimpan dalam lemari/cabinet.



Gambar-17 Penyimpanan Bahan Kimia

Penyimpanan dan penataan bahan kimia Flammable dan Combustible

Cairan Bahan kimia *flammable* dan *combustible* diklasifikasi menurut titik bakar/nyala (*flash point*) dan titik didihnya (*boiling point*). Titik bakar dinyatakan sebagai suhu minimum cairan untuk menghasilkan uap yang cukup sehingga dapat terbakar ketika bercampur dengan udara.

Cairan *flammable* kelas I mempunyai titik bakar $< 37,8^{\circ}\text{C}$ dan memiliki tekanan uap tidak melebihi 40 pon/inci^2 pada $37,8^{\circ}\text{C}$. Cairan *flammable* ini dibagi lagi ke dalam sub-klas yaitu :

- (1) Kelas IA mempunyai titik bakar $< 22,8^{\circ}\text{C}$ dan titik didih $< 37,8^{\circ}\text{C}$. Misalnya aerosol *flammable*.

- (2) Kelas IB mempunyai titik bakar $< 22,8^{\circ}\text{C}$ dan titik didih $\geq 37,8^{\circ}\text{C}$.
- (3) Kelas IC mempunyai titik bakar $\geq 22,8^{\circ}\text{C}$ dan $< 37,8^{\circ}\text{C}$, sedangkan titik didihnya tidak ditentukan.

Cairan *combustible* dikelompokkan ke dalam Kelas II dan III dengan titik bakar $\geq 37,8^{\circ}\text{C}$. Cairan ini dibagi lagi ke dalam kelas sebagai berikut :

- (1) Kelas II : Cairan yang mempunyai titik bakar $\geq 37,8^{\circ}\text{C}$ tetapi $< 60,0^{\circ}\text{C}$.
- (2) Kelas III A : Cairan yang mempunyai titik bakar $\geq 60,0^{\circ}\text{C}$ dan $< 93,4^{\circ}\text{C}$.
- (3) Kelas III B : Cairan yang mempunyai titik bakar $\geq 93,4^{\circ}\text{C}$.

Bahan kimia *flammable* dapat disimpan dengan bahan kimia *combustible*, asam organik *combustible* (misalnya asetat), pelarut non-*flammable* (metilklorida). Beberapa cairan *flammable* yang umumnya dijumpai diantaranya adalah asetaldehid, aseton, heksana, toluen, ksilena, etanol. Secara umum penyimpanan cairan *flammable* di laboratorium adalah sebagai berikut .

1. Cairan *flammable* kelas I yang jumlahnya > 10 galon hingga 25 galon harus disimpan dalam wadah (cans) yang aman, sedangkan dari > 25 galon hingga 60 galon harus disimpan juga dalam cabinet.
2. Wadah dari gelas jangan digunakan untuk menyimpan cairan *flammable*. Pelarut dengan kualitas teknis harus disimpan dalam wadah logam.
3. Cairan *flammable* yang memerlukan kondisi dingin, hanya disimpan pada kulkas yang bertuliskan “*Lab-Safe*” atau “*Flammable Storage Refrigerators*”. Jangan sekali-kali menyimpan cairan *flammable* di dalam kulkas biasa.

4. Jauhkan bahan *flammable* dari oksidator.
5. Hindari penyimpanan cairan *flammable* dari panas, sengatan matahari langsung, sumber nyala atau api.

Bahan kimia padatan yang cepat terbakar karena gesekan, panas, ataupun reaktif terhadap air dan spontan terbakar dinamakan padatan *flammable*. Misalnya asam pikrat, kalsium karbida, fosfor pentaklorida, litium, dan kalium. Unsur litium (Li), kalium (K), dan natrium (Na) harus disimpan di dalam minyak tanah (*kerosene*) atau minyak mineral. Padatan *flammable* ini harus disimpan dalam cabinet *flammable* dan dijauhkan dari cairan *flammable* atau cairan *combustible*. Bila reaktif terhadap air, janganlah disimpan di bawah bak cuci, dsb.

Penyimpanan dan penataan bahan kimia oksidator

Bahan kimia yang termasuk oksidator adalah bahan kimia yang menunjang proses pembakaran dengan cara melepaskan oksigen atau bahan yang dapat mengoksidasi senyawa lain. Misalnya kalium permanganat (KMnO_4), feri klorida (FeCl_3), natrium nitrat (NaNO_3), hidrogen peroksida (H_2O_2). Bahan kimia oksidator harus dipisahkan dari bahan-bahan *flammable* dan *combustible* serta bahan kimia reduktor seperti seng (Zn), logam alkali (litium = Li, natrium = Na, kalium = K, rubidium = Rb) dan asam formiat (HCOOH). Jangan menyimpan pada wadah/tempat yang terbuat dari kayu juga jangan berdekatan dengan bahan lain yang mudah terbakar. Simpan pada tempat dingin dan kering.

Penyimpanan dan penataan bahan kimia beracun (toxic)

Bahan kimia ini terdiri dari bahan beracun tinggi (*highly toxic*) dengan ciri memiliki oral rate LD₅₀ (Lethal Dosis 50%) < 50 mg/kG, beracun (*toxic*) dengan oral rate LD₅₀ 50-100 mg/kG dan sebagai bahan kimia karsinogen (penyebab kanker). Tulis wadah bahan kimia ini dengan kata “bahan beracun”. Simpan di dalam wadah yang tidak mudah pecah, dan tertutup rapat. Tabel-6 memperlihatkan beberapa bahan kimia toksik yang selama ini sudah dicarikan penggantinya. Sedangkan Tabel-7 memperlihatkan bahan-bahan kimia karsinogen.

Tabel-6 Bahan Kimia Toksik dan Penggantinya

Bahan Kimia Toksik	Pengganti
Chloroform	Hexanes
Carbon tetrachloride	Hexanes
1,4-Dioxane	Tetrahydrofuran
Benzene	Cyclohexane atau Toluene
Xylene	Toluene
2-Butanol	1-Butanol
Lead chromate	Copper carbonate
p-Dichlorobenzene	Naphthalene, Lauric acid, Cetyl alcohol, 1-Octadecanol, Palmitic acid, or Stearic acid
Potassium	Calcium
Dichromate/Sulfuric acid mixture	Ordinary detergents
Trisodium phosphate	Ordinary detergents
Alcoholic potassium hydroxide	Ordinary detergents

Tabel-7 bahan Kimia Karsinogen

Bahan Kimia Karsinogen
<ul style="list-style-type: none">○ 2-Acetylaminofluorene○ Acrylonitrile○ 4-Aminodiphenyl○ Asbestos○ Benzene○ Benzidine (and its salts)○ 1,3 - Butadiene○ bis-Chloromethyl ether○ Cadmium○ Coke oven emissions○ Dibromochloropropane (DBCP)○ 3,3'-Dichlorobenzidine (and its salts)○ 4-Dimethylaminoazobenzene○ Ethylene dibromide○ Ethyleneimine

- Ethylene oxide
- Formaldehyde
- Inorganic Arsenic
- Methyl chloromethyl ether
- 4,4'-Methylene bis(2-chloroaniline)
- Methylene chloride
- Methylenedianiline
- alpha-Naphthylamine
- beta-Naphthylamine
- 4-Nitrobiphenyl
- N-Nitrosodimethylamine
- beta-Propiolactone
- Vinyl chloride

Penyimpanan dan penataan bahan kimia sensitif cahaya

Penyimpanan bahan kimia yang sensitif cahaya harus dipisahkan atas dasar tingkat kebahayaannya. Misalnya brom dengan oksidator, arsen dengan senyawa beracun. Beberapa concoh senyawa sensitif cahaya diantaranya adalah brom (Br_2), garam merkuri, kalium ferosianida, $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, natrium iodida (NaI) dll. Agar tidak terjadi penguraian, bahan kimia ini harus terhindar dari cahaya. Simpanlah bahan sensitif cahaya ini dalam botol berwarna coklat (*amber bottle*). Apabila botol penyimpan bahan kimia ini harus dibungkus dengan *foil* (kertas perak/timah), maka tuliskan label pada bagian luar botol tersebut.

Penyimpanan dan penataan Gas Terkompresi (Compressed Gases)

Dengan memperhatikan Gambar-9 di atas,

1. Pisahkan dan tandai mana tabung gas yang berisi dan mana yang kosong.
2. Amankan bagian atas dan bawah silinder dengan menggunakan rantai dan rak logam.
3. Atur regulator ketika gas dalam silinder digunakan.
4. Pasang tutup pentil ketika silinder tidak digunakan.
5. Jauhkan silinder dari sumber panas, bahan korosif bahan beracun maupun bahan mudah terbakar.
6. Pisahkan silinder yang satu dengan yang lainnya jika gas dari silinder satu dapat menimbulkan reaksi dengan gas dari silinder lain.
7. Gunakan lemari asap untuk mereaksikan gas yang diambil dari silinder.
8. Gunakan gerobak yang dilengkapi rantai ketika memindahkan silinder gas berukuran besar.
9. Jagalah sumbat katup jangan sampai lepas ketika menggeser-geserkan silinder, karena gas dalam silinder memiliki tekanan tinggi.

Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan, Tabel-8 dan Tabel-9 merupakan pedoman dalam penyimpanan bahan kimia di laboratorium. Mana saja penyimpanannya yang harus didekatkan dan mana saja yang harus dipisahkan.

Tabel-8
Matriks Bahan Kimia yang *incompatible*
(tidak boleh disimpan bersamaan)

	Asam Anorganik	Asam Oksidator	Asam Organik	Basa	Oksidator	Anorganik Racun	Organik racun	Reaktif air	Pelarut organik
Asam anorganik			X	X		X	X	X	X
Asam oksidator			X	X		X	X	X	X
Asam organik	X	X		X	X	X	X	X	
Basa	X	X	X				X	X	X
Oksidator			X				X	X	X
Anorganik	X	X	X				X	X	X

racun									
Organik racun	X	X	X	X	X	X			
Reaktif air	X	X	X	X	X	X			
Pelarat organik	X	X		X	X	X			

x = tidak boleh disimpan bersamaan

Tabel-9
Klasifikasi Penyimpanan Bahan Kimia

Bahan Kimia	Tidak Boleh Bercampur dengan
Asam asetat CH ₃ COOH	Asam kromat, H ₂ Cr ₂ O ₄ ; Asam nitrat, HNO ₃ ; Senyawa hidroksil, -OH; Etilen glikol, C ₂ H ₆ O ₂ ; Asam perklorat, HClO ₄ ; Peroksida, H ₂ O ₂ , Na ₂ O ₂ ; Permanganat, KMnO ₄
Aseton CH ₃ COCH ₃	Campuran asam nitrat dan asam sulfat pekat, (HNO ₃ pkt + H ₂ SO ₄ pkt); Basa kuat, NaOH, KOH
Asetilen C ₂ H ₂	Flor, F ₂ ; Klor, Cl ₂ ; Brom, Br ₂ ; Tembaga, Cu; Perak, Ag; Raksa, Hg
Logam alkali Li, Na, K	Air, H ₂ O; Karbon tetraklorida, CCl ₄ ; Hidrokarbon terklorinasi, CH ₃ Cl; Karbon dioksida, CO ₂ ; halogen, F ₂ , Cl ₂ , Br ₂ , I ₂
Amonia anhidros, NH ₃	Raksa, Hg; Kalsium, Ca; Klor, Cl ₂ ; Brom, Br ₂ ; Iod, I ₂ ; Asam florifa, HF; Hipoklorit, HClO, Ca(ClO) ₂
Amonium nitrat, NH ₄ NO ₃	Asam; serbuk logam; cairan dapat terbakar; Klorat, ClO ₃ ⁻ ; Nitrit, NO ₂ ⁻ ; belerang, S ₈ ; serbuk organik; bahan dapat terbakar
Anilin C ₆ H ₅ NH ₂	Asam nitrat, HNO ₃ ; Hidrogen proksida, H ₂ O ₂
Bahan arsenat, AsO ₃ ⁻	Bahan reduktor
Azida, N ₃ ⁻	Asam
Brom, Br ₂	Amonia, NH ₃ ; Asetilen, C ₂ H ₂ ; butadiena, C ₄ H ₆ ; butana, C ₄ H ₁₀ ; metana, CH ₄ ; propana, C ₃ H ₈ (atau gas minyak bumi), hidrogen, H ₂ ; Natrium karbida, NaC; terpentin; benzen, C ₆ H ₆ ; serbuk logam
Kalsium oksida, CaO	Air, H ₂ O
Karbon aktif, C	Kalsium hipoklorit, Ca(ClO) ₂ ; Semua oksidator
Karbon tetraklorida, CCl ₄	Natrium, Na
Klorat, ClO ₃ ⁻	Garam amonium; asam; Serbuk logam; Belerang, S ₈ ; Bahan organik serbuk; Bahan dapat terbakar
Asam kromat, H ₂ Cr ₂ O ₄ ; Krom trioksida, Cr ₂ O ₃	Asam asetat, CH ₃ COOH; Naftalen, C ₁₀ H ₈ ; Kamper, C ₁₀ H ₁₆ O; gliserol, HOCH ₂ CH(OH)CH ₂ OH; Gliserin; terpentin; alkohol; cairan mudah terbakar

Klor, Cl ₂	Ammonia, acetylene, butadiene, butane, methane, propane (or other petroleum gases), hydrogen, sodium carbide, turpentine, benzene, finely divided metals
Klor dioksida, ClO ₂	Ammonia, metana, fosfin, Asam sulfida
Tembaga	Asetilen, hidrogen peroksida
Cumene hidroperoksida	Asam, organik atau anorganik
Sianida	Asam
Cairan dapat terbakar	Amonium nitrat, Asam kromat, hidrogen peroksida, Asam nitrat, Natrium peroksida, halogen
Hidrokarbon	Flor, klor, brom, ASam kromat, Natrium peroksida
Asam sianat	Asam nitrat, Basa
Asam florida	Ammonia, aqueous or anhydrous
Hidrogen peroksida	Tembaga, Krom, Besi, Kebanyakan logam atau garamnya, Alkohol, Aseton, bahan organik, Anilin, Nitrometan, Cairan dapat terbakar
Asam sulfida	Asam nitrat berasap, Asam lain, Gas oksidator, Asetilen, Amonia (berair atau anhidros), Hidrogen
Hipoklorit	Asam, Karbon aktif
Iod	Asetilen, Amonia (berair atau anhidros), Hidrogen
Raksa	Asetilen, Asam fulmanat, Amonia
Nitrat	Asam sulfat
Asam nitrat (pekat)	Asam asetat, Anilin, Asam kromat, Asam sianat, Asam sulfida, Cairan dapat terbakar, Gas dapat terbakar, Tembaga, Kuningan, Logam berat
Nitrit	Asam
Nitroparafin	Basa anorganik, Amina
Asam oksalat	Perak, Raksa
Oksigen	Oli, Lemak, hidrogen; Cairan, padatan, dan Gas dapat terbakar
Asam perklorat	Asetat anhidrid, Bismut dan aliasinya, Alkohol, Kertas, Kayu, Lemak dan oli
Peroksida, organik	Asam (organik atau mineral), Hindari gesekan, Simpan di tempat dingin

Fosfor (putih)	Udara, Oksigen, Basa, Bahan reduktor
Kalium	Karbon tetraklorida, Karbon dioksida, Air
Kalium klorat dan Perklorat	Asam sulfat dan asam lain
Kalium permanganat	Gliserin, Etilen glikol, Benzaldehid, Asam sulfat
Selenida	Bahan reduktor
Perak	Asetilen, Asam oksalat, Asam tartrat, Senyawa amonium, Asam fulmanat
Natrium	Karbon tetraklorida, Karbon dioksida, Air
Natrium Nitrit	Amonium nitrat dan Garam amonium lain
Natrium peroksida	Etil atau metil alkohol, Asam asetat glacial, Asetat anhidrida, Benzaldehid, Karbon disulfida, Gliserin, Etilen glikol, Etil asetat, Metil asetat, furfural
Sulfida	Asam
Asam sulfat	Kalium klorat, Kalium perklorat, kalium permanganat (atau senyawa dari logam ringan seperti natrium, litium, dll.)
Telurida	Bahan reduktor
(From Manufacturing Chemists' Association, <i>Guide for Safety in the Chemical Laboratory</i> , pp. 215-217, Van Nostrand Reinhold	

Seperti halnya pada pembahasan tentang penataan alat, pada penataan bahan kimiapun diperlukan sumber literatur untuk mengetahui spesifikasi masing-masing bahan kimia tersebut. Spesifikasi bahan kimia akan dijumpai pada buku katalog bahan.

Di bawah ini disajikan beberapa contoh katalog bahan kimia serta satu contoh cara menuliskan spesifikasi bahan.

Katalog Bahan Kimia

- Alkin P.T. (2003). Chemicals Price List. Bandung : PO Box 1495 Jl. Pasteur 15 Bandung
- Fluka, (2003/2004). Laboratory Chemicals and Analytical Reagents. Singaopre : Sigma-Aldrich Pte Ltd. 102E Pasir Panjang Road.
- Janssen Chimica. (2003-2004). Belgium.
- Medilab CV. (2003). Price List Chemicals. Bandung : Kl. Terusan Galunggung No. 11 Bandung. Telp. (022) 306669.

Contoh penulisan spesifikasi Bahan Kimia

Sulfuric acid 95-97% (Hg ≤ 0.000005%)
H₂SO₄ H₂O₄S M_r 98.08

puriss. p.a. ACS; 95-97% (T)

Residue on ignition	≤ 0.0005%	K	≤ 0.00001%		
d_4^{20}	1.83	Li	≤ 0.000001%		
KMnO ₄ -red. substances (as SO ₂) ...	≤ 0.0005%	Mg	≤ 0.000005%		
Chloride (Cl)	≤ 0.00001%	Mn	≤ 0.000001%		
Nitrate (NO ₃)	Ca	Mo	≤ 0.000002%		
Phosph. (PO ₄)	Cd	Na	≤ 0.00005%		
Ag	≤ 0.000002% ..	Co	≤ 0.000001% NH ₄ ⁺	≤ 0.0002%	
Al	≤ 0.000005% ..	Cr	≤ 0.000005%	Ni	≤ 0.000002%
As.....	≤ 0.000001% ..	Cu	≤ 0.000001%	Pb	≤ 0.000002%
Ba.....	≤ 0.000005% ..	Fe	≤ 0.00001%	Sr	≤ 0.000002%
Bi.....	≤ 0.00001% ..	Hg	≤ 0.0000005%	Tl	≤ 0.000005%
				Zn	≤ 0.000005%

Used for the decomposition of org. and inorg. compounds for the determination of mercury

Fluka 84719
Merck, 12,9147

c. Rangkuman 5

- Penyimpanan bahan kimia di laboratorium meliputi aspek pemisahan, tingkat resiko bahaya, pelabelan, fasilitas

penyimpanan, wadah sekunder, bahan kadaluarsa, inventarisasi, dan informasi resiko bahaya.

- Penyimpanan dan penataan bahan kimia harus didasarkan atas sifat fisis, sifat kimia (tingkat bahaya) dari bahan.
- Penyimpanan bahan kimia harus mengikuti urutan tingkat bahaya :
Bahan Radioaktif > Bahan Piroforik > Bahan Eksplosif > Cairan *Flammable* > Asam/basa Korosif > Bahan Reaktif terhadap Air > Padatan *Flammable* > Bahan Oksidator > Bahan *Combustible* > Bahan Toksik > Bahan yang tidak memerlukan pemisahan secara khusus
- Lokasi penyimpanan kelompok bahan kimia yang satu dengan yang lainnya diberi label dengan warna/ tanda berbeda.
- Label wadah bahan / botol reagen harus mencantumkan informasi nama kimia dan rumus, konsentrasi, tanggal penerimaan, tanggal pembuatan, nama pembuat reagen, lama hidup, tingkat bahaya, lokasi penyimpanan, nama dan alamat pabrik.
- Bahan kimia berbahaya di samping pada wadah bawaan juga harus disimpan pada wadah sekunder.
- Bahan kimia kadaluarsa atau rusak harus segera proses melalui unit pengelolaan limbah.
- Inventarisasi bahan kimia meliputi informasi nama bahan, rumus, jumlah, kualitas, lokasi penyimpanan, tanggal penerimaan, nama industri, dan bahaya terhadap kesehatan.
- *Materials Safety Data Sheets* mencantumkan informasi nama produk dan industri, komposisi bahan, tingkat bahaya, cara penanganan dan penyimpanan, cara perlindungan fisik, kestabilan dan kereaktifan, toksikologi, ekologi, transportasi, pembuangan.
- Bahan radioaktif harus disimpan di tempat yang terawasi dan terjaga keamanannya serta diberi label “HATI-HATI BAHAN RADIOAKTIF”.

- Bahan reaktif adalah bahan yang bereaksi sendiri atau berpolimerisasi menghasilkan api atau gas toksik ketika ada perubahan tekanan atau suhu, gesekan, atau kontak dengan uap lembab.
- Bahan kimia reaktif terdiri dari bahan piroforik, eksplosif, pembentuk peroksida, dan reaktif air.
- Bahan piroforik adalah bahan yang terbakar ketika kontak udara pada suhu $< 54,44^{\circ}\text{C}$, dapat berujud padat, cair, atau gas.
- Bahan eksplosif adalah bahan yang dapat menimbulkan ledakan.
- Faktor yang menunjang timbulnya ledakan adalah kandungan oksigen dan gugus reaktif (gugus oksidatif atau reduktif).
- Bahan pembentuk peroksida adalah bahan yang reaktif terhadap oksigen dan bersifat tidak stabil. Rentang waktu pembentukan peroksida adalah 3-6 bulan.
- Bahan reaktif air akan menghasilkan senyawa toksik, *flammable*, atau gas mudah meledak.
- Bahan kimia korosif terdiri dari asam dan basa, merusak peralatan logam karena menimbulkan proses korosi (perkaratan).
- Bahan kimia asam terdiri dari asam-asam organik, asam mineral dan asam mineral oksidator. Dijauhkan terutama dari basa, dan logam aktif.
- Bahan kimia basa penyimpanannya terutama dipisahkan dari asam, dan logam aktif.
- Bahan kimia *flammable* dan *combustible* adalah bahan yang dapat terbakar ketika bercampur dengan udara, ada yang berujud padatan ada yang cairan.
- Cairan *flammable* kelas I mempunyai titik bakar $< 37,8^{\circ}\text{C}$ dan memiliki tekanan uap tidak melebihi 40 pon/inci^2 pada $37,8^{\circ}\text{C}$.
- Titik bakar cairan *flammable* Kelas IA adalah $< 22,8^{\circ}\text{C}$ dan titik didih $< 37,8^{\circ}\text{C}$. Titik bakar Kelas IB adalah $< 22,8^{\circ}\text{C}$ dan titik

didih $\geq 37,8$ °C. Titik bakar Kelas IC adalah $\geq 22,8$ °C dan $< 37,8$ °C, dan titik didih tidak tertentu.

- Cairan *combustible* Kelas II mempunyai titik bakar $\geq 37,8$ °C tetapi $< 60,0$ °C. Kelas III A mempunyai titik bakar $\geq 60,0$ °C dan $< 93,4$ °C. Kelas III B mempunyai titik bakar $\geq 93,4$ °C.
- Bahan kimia oksidator adalah bahan kimia yang menunjang proses pembakaran dengan cara melepaskan oksigen atau mengoksidasi senyawa lain. Penyimpanan dipisahkan dari bahan reduktor.
- Bahan kimia toksik adalah bahan yang dapat menimbulkan keracunan hingga mencapai tingkat karsinogen.
- Bahan sensitif cahaya adalah bahan yang dapat bereaksi akibat adanya cahaya. Bisa terjadi penguraian / degradasi bahan. Penyimpanannya harus menggunakan botol berwarna.
- Gas terkompresi adalah gas yang disimpan pada silinder dengan memiliki tekanan tinggi.
- Spesifikasi bahan mengungkapkan nama, rumus, massa molekul, kemurnian, bahan pengotor (impurities) yang ada.

d. Tugas 5

1. Buatlah daftar bahan kimia yang ada di lab sekolahmu, kemudian kelompokkan berdasarkan ujud dan jenis bahayanya.
2. Tata bahan kimia yang ada di sekolahmu, catat spesifikasi-nya pada kartu bahan yang sebelumnya sudah anda siapkan !

e. Tes Formatif 5

Berilah tanda silang (X) pada huruf B (jika benar) dan S (jika salah) dari pernyataan yang diberikan.

1. Di laboratorium tersedia beberapa bahan kimia B S
seperti (a) acetic acid, (b) ammonium nitrate, (c)
(c) sodium, (d) potasium permanganate, (e) aniline
(f) sulfuric acid, (g) potasium, (h) sodium chloride,

- (i) sodium hydroxide, dan (j) copper sulphate. Penyimpanan yang tepat adalah (a) dengan (b) dan (e); (c) dengan (f), (h), dan (i); (d) dan (g); sedangkan (j) harus disimpan tersendiri.
2. Semua bahan kimia padatan harus disimpan dalam botol plastik, cairan dalam botol gelas atau botol plastik, sedangkan gas dalam tabung logam. B S
 3. Sekalipun nama bahan kimia yang tercantum pada etiket botol tidak terlihat jelas tak perlu dirisaukan oleh petugas yang kesehariannya sudah mengenalnya asalkan massa molekul dan konsentrasinya masih terbaca. Karena dengan dua data itu nama zat tersebut dapat diselusuri. B S
 4. Supaya penyimpanannya aman, maka logam kalsium harus disimpan dalam botol berisi air, sedangkan fosfor dan natrium dalam botol berisi kerosen. B S
 5. Bahan kimia dengan rumus KMnO_4 berujud padat akan aman penyimpanannya bila berdekatan dengan serbuk berumus Zn. B S
 6. Untuk volume yang sama dengan mudah dapat diduga bahwa uap yang dihasilkan etanol akan lebih banyak daripada uap minyak tanah. Oleh karena itu etanol diklasifikasi sebagai bahan *combustible* dan minyak tanah sebagai bahan *flammable* dan penyimpanan keduanya dapat berdekatan. B S
 7. Ketika larutan perak nitrat terkena cahaya matahari lama kelamaan berubah menjadi agak kelabu, demikian larutan kalium iodida menjadi kuning. Karena itu kedua larutan tersebut harus disimpan dalam *amber bottle*. B S
 8. Wadah yang terbuat dari stainless steel sangat baik untuk menyimpan HNO_3 , CH_3COOH maupun NH_3 dan NaOH . B S
 9. Botol etil eter harus selalu diperiksa setiap 3 bulan karena bahan tersebut dapat membentuk senyawa peroksida yang tidak stabil. B S

III EVALUASI

SOAL EVALUASI

Berikan tanda silang (X) pada huruf A, B, C, atau D yang menurut pendapat anda paling benar.

1. Salah satu penerapan asas manajemen POSDCoRB dalam pengelolaan laboratorium yang paling menentukan adalah ...
 - A. perencanaan
 - B. penataan
 - C. pengawasan
 - D. penganggaran
2. Personal pengelola lab yang dipandang memiliki kapasitas membuat jadwal penggunaan lab adalah ...
 - A. Kepala lab
 - B. Ketua lab
 - C. Analis berpengalaman
 - D. Teknisi berpengalaman
3. Pengelolaan alat dan bahan kimia di lab sekolah yang dipandang efektif jika dilakukan oleh :
 - A. Guru kimia dan analis
 - B. Teknisi dan analis
 - C. Guru biologi dan teknisi
 - D. Guru kimia, teknisi, dan analis

4. Pada praktikum yang bertujuan melatih keterampilan dasar kerja lab seperti menyaring, mendidihkan, memipet, menimbang dsb. Peran personal berikut yang dipandang tepat adalah ...
- A. Guru satu kali mendemonstrasikan masing-masing percobaan
 - B. Teknisi membantu memasang alat bagi praktikan yang mendapat kesulitan atas izin guru
 - C. Analis membantu menyiapkan zat yang dibutuhkan semua praktikan
 - D. Guru hanya mengawasi, sedangkan teknisi ada di ruang alat dan analis ada di ruang bahan kimia
5. Semua pernyataan di bawah ini dapat dilakukan oleh semua praktikan yang bekerja di laboratorium, kecuali
- A. Selama praktikum menggunakan jas lab tangan pendek
 - B. Bekerja sesuai dengan prosedur yang tercantum dalam penuntun praktikum
 - C. Mengambil larutan dari botol induk dengan pipet ukur
 - D. Membuang asam ke dalam bak cuci yang telah diencerkan terlebih dahulu dengan air.
6. Laboratorium yang di dalamnya terdapat peralatan elektroforesis, centrifuge 3000 rpm, filtrasi gel, dan sampel yang akan dianalisis adalah putih telur, daging sapi, maka di lab tersebut sedang melaksanakan praktikum ...
- A. mikrobiologi
 - B. biokimia
 - C. kimia analisis
 - D. elektrokimia
7. Di laboratorium kimia mula-mula seorang pembimbing praktikum

menuliskan judul praktikum di papan tulis yaitu “penjernihan air”. Silahkan kalian periksa senyawa apa saja yang menjadi pengotor di dalam air keruh itu dan berapa masing-masing jumlahnya. Dalam kasus ini pembimbing praktikum sedang menerapkan jenis praktikum ...

- A. open inquiry
- B. less guided inquiry
- C. guided inquiry
- D. closed inquiry

8. Siapkan termometer, sumbat karet berlubang satu, labu dasar bulat 500 mL, condenser, statif, labu erlenmeyer 250 mL, selang plastik, kemudian pasang peralatan tersebut. Buatlah minyak cengkih dari daunnya dengan peralatan itu. Pengetahuan, keterampilan dan sikap yang ditanamkan dari praktikum tersebut adalah ...

- A. berpikir kreatif, mengukur, dan objektif
- B. berpikir kritis, mengamati, dan toleran
- C. memecahkan masalah, merangkai, dan ulet
- D. menganalisis, menggunakan alat, kooperatif

9. Dibawanya sebuah pH-meter berlektrode gelas, serbuk zat dengan buffer 3 dan 10. Dibuatnya larutan buffer 3 dan 10 dalam air. Elektrode gelas dicelupkan dalam larutan buffer 3 diatur tombol skala agar menunjukkan angka 3. Dibersihkan elektrode gelas dengan aquades, dicelupkan lagi pada buffer 10 dan tombol skala diatur agar menunjukkan angka 10. Pekerjaan yang dilakukan praktikan tersebut adalah ...

- A. mengukur pH larutan
- B. mengkalibrasi pH meter
- C. mengoperasikan pH meter
- D. membuat pH standar

10. Suatu laboratorium dapat menampung 20 praktikan, terdapat ruang staf, ruang timbang, dan ruang alat/zat. Ukuran total lantai laboratorium tersebut adalah ...
- A. 72,5 m²
 - B. 77,5 m²
 - C. 80,0 m²
 - D. 96,0 m²
11. Di bawah ini adalah pekerjaan-pekerjaan yang dapat dilakukan di ruang persiapan, kecuali
- A. membuat larutan induk
 - B. mencuci alat bekas praktikum
 - C. merangkai alat untuk demonstrasi
 - D. menimbang zat untuk praktikan
12. Cabinet yang betuliskan *Flammable* cocok dipakai untuk menyimpan :
- A. aseton
 - B. hidrogen peroksida
 - C. perak nitrat
 - D. asetilen
13. Penataan yang tepat untuk menyimpan gelas ukur 10 mL, 25 mL, 50 mL, dan 100 mL adalah pada :
- A. Rak alar, lemari 1, rak 1, dan tingkat 2
 - B. Rak alat, lemari 1, rak 1, tingkat 2, 3, 4, 5
 - C. Rak alat, lemari 1, rak 1, tingkat 2a, 2b, 2c, 2d
 - D. Rak alat, lemari 1, rak 1, tingkat 1, 2, 3, 4

14. Peralatan berikut ini memerlukan wadah sekunder, kecuali
- A. termometer
 - B. mikroskop
 - C. anak timbangan
 - D. buret
15. Bahan kimia korosif penyimpanannya jangan berdekatan dengan alat :
- A. labu erlenmeyer
 - B. lumpang
 - C. pelat tetes
 - D. klem tiga jari
16. Meja kokoh dibutuhkan untuk menyimpan alat :
- A. pompa vakum
 - B. statif
 - C. jerigen aquades
 - D. magnetic stirrer
17. Pasangan zat di bawah ini yang tepat dalam penyimpanannya adalah ...
- A. natrium dan kalsium hipoklorit
 - B. asam pikrat dan asam nitrat
 - C. fosfor dan etanol
 - D. benzen dan hidrogen peroksida
18. Pasangan zat di bawah ini yang memiliki ujud sama adalah natrium hidroksida dan asam klorida
- A. kalium permanganat dan asam oksalat

- B. natrium tiosulfat dan karbon disulfida
 - C. eter dan iodin
 - D. hidrogen peroksida dan tembaga sulfat
19. Botol coklat sangat tepat dipakai untuk menyimpan :
- A. kalsium karbida
 - B. asam sulfat
 - C. natrium bikarbonat
 - E. brom
20. Tujuan penataan alat adalah untuk.....
- A. mendata alat-alat yang ada di laboratorium
 - B. mengawasi keadaan alat
 - C. memudahkan penggunaan
 - D. menjaga keamanan alat

KUNCI JAWABAN EVALUASI

- | | | | |
|------|-------|-------|-------|
| 1. A | 6. B | 11. B | 16. A |
| 2. B | 7. B | 12. A | 17. A |
| 3. B | 8. C | 13. C | 18. A |
| 4. A | 9. B | 14. D | 19. D |
| 5. C | 10. B | 15. D | 20. C |

KUNCI JAWABAN FORMATIF

Formatif 1	Formatif 2
1. B	1. S
2. B	2. B
3. S	3. B
4. S	4. S
5. S	5. S
6. S	6. S
7. S	7. S

8. B	8. B
9. S	9. B
10. B	10. B

Formatif 3

- | | |
|-------|-------|
| 1. S | 11. B |
| 2. B | 12. B |
| 3. S | 13. B |
| 4. S | 14. B |
| 5. B | 15. S |
| 6. S | 16. S |
| 7. B | 17. B |
| 8. B | 18. B |
| 9. S | 19. S |
| 10. B | 20. S |

Formatif 4

- | | |
|------|-------|
| 1. B | 6. S |
| 2. B | 7. S |
| 3. B | 8. S |
| 4. S | 9. B |
| 5. S | 10. S |

Formatif 5

- | | |
|------|-------|
| 1. S | 6. S |
| 2. S | 7. B |
| 3. S | 8. S |
| 4. S | 9. B |
| 5. S | 10. S |

Pedoman Penilaian

1. Evaluasi Hasil Belajar = Aspek Kognitif + Aspek Psikomotor + Aspek Sikap
2. Bobot Kognitif : Psikomotor : Sikap = 30% : 50% : 20%
3. Evaluasi kognitif diambil dari tes formatif 1 s.d. 6 ditambah evaluasi akhir
4. Evaluasi psikomotor diambil dari Tugas 1 s.d. 6 dengan menggunakan format sbb.

Berikan tanda (V) sesuai prestasi kerja siswa

No.	Kegiatan	Kualitas Kerja		
		Baik (nilai3)	Sedang (nilai 2)	Kurang (nilai 1)
1	Membuat struktur organisasi lab			
2	Membuat jadwal penggunaan lab			
3	Mencatat tugas pengelola lab			
4	Mengidentifikasi kegiatan di suatu lab			
5	Merancang praktikum dengan pola tertentu			
6	Membuat denah lan idel dan nyata			
7	Menata alat-alat di lab			
8	Menata zat di lab			
9	Pengisian kartu dan daftar alat			
10	Pengisian kartu dan daftar zat			
Jumlah tanda (V)				
Juml V x bobot				
Jumlah Nilai Sikap Kerja				
Nilai pada skala 10				

5. Evaluasi sikap diambil dari Tugas 1 s.d. 6 dengan menggunakan format sbb.

Berikan tanda (V) sesuai sikap kerja siswa

No.	Kegiatan	Sikap Kerja		
		kesungguhan, kecermatan dan kehati-hatian		
		Baik (nilai3)	Sedang (nilai 2)	Kurang (nilai 1)
1	Membuat struktur organisasi lab			
2	Membuat jadwal penggunaan lab			
3	Mencatat tugas pengelola lab			
4	Mengidentifikasi kegiatan di suatu lab			
5	Merancang praktikum dengan pola tertentu			
6	Membuat denah lan idel dan nyata			
7	Menata alat-alat di lab			
8	Menata zat di lab			
9	Pengisian kartu dan daftar alat			
10	Pengisian kartu dan daftar zat			
Jumlah tanda (V)				
Juml V x bobot				
Jumlah Nilai Prestasi Kerja				
Nilai pada skala 10				

6. Dalam aspek kognitif modul ini harus dikuasai $\geq 80\%$, dalam aspek psikomotor dan sikap 90% .

7. Skor jawaban benar pada tes formatif dan evaluasi adalah 1, jawaban salah 0.

8. Skor maksimum tes formatif-1 = 10
Skor maksimum tes formatif-2 = 10
Skor maksimum tes formatif-3 = 20
Skor maksimum tes formatif-4 = 10
Skor maksimum tes formatif-5 = 10
Skor maksimum tes formatif-6 = 15

9. Semua nilai kognitif, psikomotor dan afektif dikonversi ke skala 0-10
10. Nilai Prestasi Belajar (NPB) yaitu :

$$\text{NPB} = 0,3 (\text{Rata-rata nilai kognitif}) + 0,5 (\text{Rata-rata nilai psikomotor}) + 0,2 (\text{Rata-rata nilai sikap})$$

BAB IV
PENUTUP

Untuk dapat mengikuti Modul selanjutnya minimal anda dapat menguasai Modul ini yaitu :

Aspek kognitif	: 80%
Aspek psikomotor	: 90%
Aspek sikap	: 90%

DAFTAR PUSTAKA

- Anna Poedjiadi. (1984). Buku Pedoman Praktikum dan Manual Alat Laboratorium Pendidikan Kimia. Jakarta : Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Brown, Byron C. (2004). Environmental Health and Safety. Medical College of Georgia.
- Creedy, John. (1978). A Laboratory Manual for Schools and Colleges. London : Heinemann Education Books Limited.
- Curran, Gregory L. (2001). Science Help Online Chemistry. Fordham Preparatory School.
- Dana, Charles A. (2002). Science Facilities Standards. Texas Education Agency.
- Depdikbud. (1993). Buku Katalog Alat Laboratorium IPA untuk SMP dan SMA. Jakarta : Dikmenum.
- Djupripadmawinata, et al. (1981). Pengelolaan Laboratorium IPA-II (Lanjutan). Jakarta : P3G.
- Education Department. (1995). Science Laboratories. Physical and Biological Sciences Section Advisory Inspectorate.
- Grover, Fred and Wallace, Peter. (1979). Laboratory Organization and Management. London : Butterworths.
- Hernandez, Sonia, et al. (1999). Science Safety Handbook for California Public School. Sacramento : California Department of Education.
- Medical College of Georgia. (2001). Chemical Safety Guide for Laboratories. Environmental Health & Safety Division.
- Moh. Amien. (1984). Buku Pedoman Praktikum Dan Manual Laboratorium Pendidikan IPA Umum (General Science). Jakarta : Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Sarosa Purwadi dan Tobing, R.L., eds. *Moedjiadi et al.* (1981). Pengelolaan Laboratorium IPA. Jakarta : Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Soendjojo Dirdjosoemarto dan Iswojo PIA. (1985). Pengelolaan Laboratorium IPA. Jakarta : Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Stoner, James A.F. (1979). Management. London : Prentice hall International Inc.

