







DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tugas Pokok dan Fungsi (Tupoksi) Laboran	2
C. Kompetensi profesional dan Indikator	3
D. Cara Mempelajari Modul	4
E. Alokasi Waktu	5
BAB II KEGIATAN BELAJAR	6
Kegiatan Belajar 1 Merawat Ruang Laboratorium Kimia Sekolah/Madrasah	6
Kegiatan Belajar 2 Mengelola Bahan Dan Perlatan Laboratorium Kimia Di Sekolah/Madarasah	24
Kegiatan Belajar 3 Melayani Kegiatan Praktikum Kimia Di Sekolah/Madrasah	55
Kegiatan Belajar 4 Menjaga Kesehatan Dan Keselamatan Kerja Di Laboratorium Sekolah/Madrasah	61
BAB III EVALUASI KINERJA	94
DAFTAR PUSTAKA	



BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan menegaskan bahwa Standar Nasional Pendidikan adalah kriteria minimal tentang sistem pendidikan di seluruh Indonesia. Salah satu Standar Nasional Pendidikan tersebut adalah Standar Pendidik dan Tenaga Kependidikan. Khusus yang berkaitan dengan standar tenaga laboratorium Sekolah/Madrasah, pemerintah melalui Direktorat Tenaga Kependidikan telah mengembangkan standar yang memuat kualifikasi dan kompetensi yang harus dipenuhi oleh seorang tenaga laboratorium Sekolah/madrasah. Standar tersebut dituangkan dalam Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2008, tentang Standar Tenaga Laboratorium Sekolah/Madrasah.

Berlandaskan pada Permen Nomor 26 Tahun 2008 tersebut maka seorang tenaga laboratorium sekolah/madrasah harus memiliki kualifikasi dan kompetensi yang spesifik sesuai dengan tugas dan fungsinya dalam menunjang peningkatan kualitas pendidikan pada umumnya. Agar seorang tenaga laboratorium memiliki pengetahuan, keterampilan dan sikap sesuai dengan tugas yang diembannya, maka diperlukan pengembangan terhadap kompetensi yang dimilikinya. Salah satu penunjang pengembangan kompetensi tersebut adalah penyediaan sumber belajar baik dalam bentuk cetak maupun digital, sehingga tenaga laboratorium akan selalu dapat memperbaharui informasi yang dimilikinya. Bentuk sumber belajar dalam bentuk cetak diantaranya adalah Modul.

Modul ini menyajikan tentang materi yang diharapkan dapat meningkatkan kompetensi profesional seorang Laboran kimia sekolah/madrasah. Kompetensi profesional Laboran kimia adalah kompetensi seorang tenaga laboratorium yang berkaitan dengan kemampuan merawat laboratorium kimia sekolah/madrasah, mengelola bahan dan peralatan kimia di sekolah/madrasah, melayani kegiatan praktikum kimia di sekolah/madrasah



serta menjaga kesehatan dan keselamatan kerja di laboratorium kimia sekolah/madrasah.

Kompetensi profesional merupakan kompetensi utama yang harus dimiliki oleh seorang Laboran kimia, sehingga diharapkan modul ini dapat membantu para Laboran kimia dalam mengembangkan kompetensinya untuk menjadi tenaga kependidikan yang profesional, inovatif dan selalu memperhatikan kesehatan dan keselamatan kerja.

B. Tugas Pokok dan Fungsi (Tupoksi) Laboran

Laboran adalah tenaga kependidikan yang membantu guru dalam mempersiapkan, melaksanakan, dan mengelola kegiatan praktikum/peragaan dalam suatu proses pembelajaran. Berdasarkan Naskah Akademik Standar Tenaga Laboratorium Sekolah/Madrasah (BSNP, 2008) Dalam menjalankan tugasnya seorang Laboran memiliki tugas pokok dan fungsi sebagai berikut:

1. menjaga keamanan ruang dan peralatan laboratorium;
2. melayani penggunaan ruang, kebutuhan peralatan dan bahan praktik peserta didik dan pendidik;
3. menginventarisasi dan mendokumentasikan semua peralatan, bahan, dokumen termasuk petunjuk penggunaan alat, dan fasilitas laboratorium;
4. mendeteksi dan memperbaiki peralatan laboratorium dengan kerusakan ringan;
5. menjaga kebersihan alat dan lingkungan laboratorium;
6. menyimpan dan memelihara alat dan bahan praktik;
7. menangani limbah laboratorium sesuai dengan prosedur keselamatan dan kesehatan;
8. membuat laporan kerusakan peralatan laboratorium dan mengusulkan program perbaikannya; serta
9. membuat laporan semester dan tahunan kebutuhan, penggunaan peralatan dan bahan praktik.



C. Kompetensi profesional dan Indikator

Tugas dan tanggungjawab seorang laboran sangat besar dan memiliki andil yang cukup signifikan dalam menunjang kelancaran dan efektifitas pembelajaran disekolah. Sehingga seorang laboran dituntut untuk memiliki kompetensi yang berkualitas agar mampu menunjang tugas dan tanggungjawabnya.

Berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2008 Tentang Standar Tenaga Laboratorium Sekolah/ Madrasah kompetensi profesional yang harus dimiliki oleh Tenaga Laboratorium Sekolah/Madrasah adalah sebagai berikut :

1. Memiliki kemampuan dalam merawat ruang laboratorium kimia sekolah /madrasah.
 - 1.1. Memiliki kemampuan menata ruang laboratorium
 - 1.2. Menjaga kebersihan ruangan laboratorium
 - 1.3. Menjaga keamanan ruang laboratorium
2. Memiliki kemampuan mengelola bahan dan peralatan laboratorium kimia sekolah/madrasah
 - 2.1 Mengklasifikasikan bahan dan peralatan praktikum
 - 2.2. Menata bahan dan peralatan praktikum
 - 2.3. Mengidentifikasi kerusakan bahan, peralatan, dan fasilitas laboratorium
 - 2.4. Menjaga kebersihan alat laboratorium
 - 2.5. Mengamankan bahan dan peralatan laboratorium
 - 2.6. Mengidentifikasi kebutuhan bahan dan alat laboratorium
3. Melayani kegiatan praktikum kimia
 - 3.1. Menyiapkan bahan sesuai dengan penuntun praktikum
 - 3.2. Menyiapkan peralatan sesuai dengan penuntun praktikum
 - 3.3. Melayani guru dan peserta didik dalam pelaksanaan praktikum
 - 3.4. Menyiapkan kelengkapan pendukung praktikum (lembar kerja, lembar rekam data, MSDS dan lain-lain).



4. Menjaga kesehatan dan keselamatan kerja di laboratorium kimia sekolah/madrasah
 - 4.1. Menjaga kesehatan diri dan lingkungan kerja
 - 4.2. Menggunakan peralatan kesehatan dan keselamatan kerja di laboratorium
 - 4.3. Menangani bahan-bahan berbahaya dan beracun sesuai dengan prosedur yang berlaku
 - 4.4. Menangani limbah laboratorium sesuai dengan prosedur yang berlaku
 - 4.5. Memberikan pertolongan pertama pada kecelakaan

D. Cara Mempelajari Modul

Modul kompetensi profesional laboran/tenaga laboratorium kimia ini terdiri atas empat kegiatan belajar, yaitu Kegiatan belajar 1 tentang Merawat ruang Laboratorium Kimia sekolah/Madrasah; Kegiatan belajar 2 tentang mengelola bahan dan peralatan laboratorium kimia sekolah/madrasah; Kegiatan Belajar 3 tentang melayani kegiatan praktikum kimia di sekolah/madrasah dan Kegiatan belajar 4 tentang menjaga kesehatan dan keselamatan kerja di laboratorium kimia sekolah/madrasah.

Setiap kegiatan belajar dilengkapi dengan evaluasi formatif, yang berfungsi sebagai *self evaluation* atau evaluasi diri terhadap pemahaman anda pada setiap kegiatan belajar. Baca dan pahami isi setiap kegiatan belajar kemudian dilanjutkan dengan mengerjakan tes formatif tiap akhir kegiatan belajar. Cocokkan jawaban anda dengan kunci jawaban. Bila jawaban anda masih dibawah 80%, maka ulangi membaca kegiatan belajar tersebut. Diskusikan dengan teman sejawat atau atasan anda bila ada hal-hal yang meragukan. Atau anda dapat melakukan pencarian informasi pada berbagai situs yang sesuai dengan kegiatan belajar yang sedang anda pelajari untuk menambah wawasan.



E. Alokasi Waktu

Dalam modul ini terdapat 4 (empat) kegiatan belajar, satu kegiatan belajar Anda bisa pahami dalam 2x 60 menit. Sehingga untuk memahami modul ini secara keseluruhan diperlukan waktu minimal sekitar $2 \times 60 \text{ menit} \times 4$
Kegiatan belajar = 480 menit



BAB II KEGIATAN BELAJAR

KEGIATAN BELAJAR 1

MERAWAT RUANG LABORATORIUM KIMIA SEKOLAH/MADRASAH

Kompetensi yang diharapkan setelah anda mempelajari kegiatan belajar 1 adalah memahami apa yang dimaksud laboratorium kimia, fungsi laboratorium kimia dan memiliki kemampuan dalam merawat laboratorium kimia sekolah/madrasah. Perawatan tersebut terutama berkaitan dengan:

- 1.1. Memiliki kemampuan menata ruang laboratorium
- 1.2. Menjaga kebersihan ruangan laboratorium
- 1.3. Menjaga Keamanan ruang laboratorium

Berdasarkan hal tersebut maka dalam kegiatan belajar 1 anda akan mempelajari tentang apa itu laboratorium kimia? Bagaimana fungsinya? Bagaimana menata, menjaga kebersihan dan menjaga keamanan di ruang laboratorium kimia sekolah/madrasah.

A. Konsep, Uraian dan Contoh merawat ruang laboratorium kimia sekolah/madrasah

A. 1. Pengertian Ruang Laboratorium Kimia

Menurut *Wordnet* 3.0 [2008] Laboratorium adalah suatu tempat yang sebanyak mungkin menyediakan kesempatan untuk observasi dan eksperimen; selain itu laboratorium didefinisikan juga sebagai suatu gedung atau ruangan yang digunakan untuk pelaksanaan penelitian atau untuk pembelajaran praktikum sains dengan peralatan khusus.

Berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Standar sarana dan prasarana untuk Sekolah Dasar/Madrasah Ibtidaiyah (SD/MI), Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah (SMP/MTs), Dan Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah (SMA/MA) yang dimaksud dengan Ruang laboratorium Kimia adalah ruang laboratorium yang berfungsi sebagai tempat berlangsungnya kegiatan pembelajaran kimia secara praktek yang digunakan untuk pelaksanaan penelitian atau untuk pembelajaran praktikum sains [Depdiknas, 2007].



Berdasarkan dua pendapat tersebut maka definisi laboratorium kimia di sekolah/madrasah adalah suatu ruangan yang digunakan untuk pembelajaran praktikum kimia yang memerlukan peralatan atau bahan khusus atau untuk pelaksanaan penelitian.

Standar minimal laboratorium kimia sekolah/madrasah yang ditetapkan berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 24 Tahun 2007 di atas adalah memiliki persyaratan sebagai berikut:

1. Ruang laboratorium kimia berfungsi sebagai tempat berlangsungnya kegiatan pembelajaran kimia secara praktek yang memerlukan peralatan khusus.
2. Ruang laboratorium kimia dapat menampung minimum satu rombongan belajar.
3. Rasio minimum ruang laboratorium kimia $2,4 \text{ m}^2$ /peserta didik. Untuk rombongan belajar dengan peserta didik kurang dari 20 orang, luas minimum ruang laboratorium 48 m^2 termasuk luas ruang penyimpanan dan persiapan 18 m^2 . Lebar ruang laboratorium kimia minimum 5 m.
4. Ruang laboratorium kimia memiliki fasilitas yang memungkinkan, memiliki pencahayaan memadai untuk membaca buku dan mengamati obyek percobaan.
5. Ruang laboratorium kimia dilengkapi sarana sebagaimana tercantum pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Jenis, Rasio, dan Deskripsi Sarana Laboratorium Kimia

No	Jenis	Rasio	Deskripsi
1	perabot		
1.1	kursi	1 buah/peserta didik, ditambah 1 buah/guru	kuat, stabil, dan mudah dipindahkan.
1.2	meja kerja	1 buah/ 7 peserta didik	kuat dan stabil. ukuran memadai untuk menampung kegiatan peserta didik secara berkelompok maksimum 7 orang.
1.3	meja demonstrasi	1 buah/lab	kuat dan stabil. luas meja memungkinkan untuk melakukan demonstrasi dan menampung peralatan dan bahan yang diperlukan. tinggi meja memungkinkan seluruh peserta



No	Jenis	Rasio	Deskripsi
			didik dapat mengamati percobaan yang didemonstrasikan.
1.4	meja persiapan	1 buah/lab	kuat dan stabil. ukuran memadai untuk menyiapkan materi percobaan.
1.5	lemari alat	1 buah/lab	tertutup dan dapat dikunci. ukuran memadai untuk menampung semua alat
1.6	lemari bahan	2 buah/lab	kuat dan stabil. cukup untuk menyimpan seluruh bahan, tidak mudah berkarat, rak tersangga dengan kuat. pintu geser, berkunci.
1.7	lemari asam	1 buah/lab	ukuran ruang dalam lemari minimum 0,9 m x 0,6 m x 0,9 m. tinggi bidang kerja dari lantai 70 cm. materi tahan karat, tahan asam, mempunyai pintu kaca yang dapat dibuka-tutup sebagian, mempunyai pencahayaan yang baik, saluran buangan gas langsung keluar dan terpompa, mempunyai saluran air bersih dan buangan.
1.8	bak cuci	1 buah/ 2 kelompok, ditambah 1 buah di ruang persiapan.	tersedia air bersih dalam jumlah yang memadai.
2	peralatan pendidikan		
2.1	botol zat	masing-masing 24 buah/lab	bertutup. volume: 100 ml, 250 ml, dan 500 ml.
2.2	pipet tetes	100 buah/lab	ujung panjang, dengan karet. ukuran 20 cm.
2.3	batang pengaduk	masing-masing 25 buah/lab	diameter: 5 mm dan 10 mm, panjang 20 cm.



No	Jenis	Rasio	Deskripsi
2.4	gelas beaker	masing-masing 12 buah/lab	volume: 50 ml, 150 ml, dan 250 ml.
2.5	gelas beaker	masing-masing 3 buah/lab	volume: 500 ml, 1000 ml, dan 2000 ml.
2.6	labu erlenmeyer	25 buah/lab	volume 250 ml.
2.7	labu takar	masing-masing 50, 50, dan 3 buah/lab	volume: 50 ml, 100 ml, dan 1000 ml.
2.8	pipet volume	masing-masing 30 buah/lab	skala permanen. volume: 5 ml dan 10 ml.
2.9	pipet seukuran	masing-masing 30 buah/lab	skala hermanen. volume: 10 ml, 25 ml, dan 50 ml.
2.10	corong	masing-masing 30 dan 3 buah/lab	diameter: 5 cm dan 10 cm.
2.11	mortar	masing-masing 6 dan 1 buah/lab	bahan keramik, bagian dalam berglasur. diameter: 7cm dan 15cm.
2.12	botol semprot	15 buah/lab	bahan plastik lentur. volume 500 ml.
2.13	gelas ukur	masing-masing 15, 15,15, 3, dan 3 buah/lab	volume: 10 ml, 50 ml, 100 ml, 500 ml, dan 1000 ml.
2.14	buret + klem	10 buah/lab	skala permanen, tangan klem buret mudah digerakkan, kelas b. volume 50 ml.
2.15	statif dan klem	masing-masing 10 buah/lab	besi, tahan karat, stabil, kuat, permukaan halus. klem boss clamp.
2.16	kaca arloji	10 buah/lab	diameter 10 cm.



No	Jenis	Rasio	Deskripsi
2.17	corong pisah	10 buah/lab	bahan gelas. volume 100 ml.
2.18	alat destilasi	2 set/lab	bahan gelas. volume labu 100 ml.
2.19	neraca	2 set/lab	ketelitian 10 mg.
2.20	phmeter	2 set/lab	ketelitian 0,2 (analog) dan 0,1 (digital).
2.21	centrifuge	1 buah/lab	menggunakan daya listrik, minimum 4 tabung.
2.22	barometer	1 buah/lab	untuk di dinding lab, dilengkapi termometer.
2.23	termometer	6 buah/lab	dapat mengukur suhu 0-100 0c, ketelitian 1 0c, tidak mengandung merkuri.
2.24	multimeter ac/dc, 10 kilo ohm/volt	6 buah/lab	dapat mengukur tegangan, arus dan hambatan. batas ukur arus minimum 100 ma-5 a. batas minimum ukur tegangan untuk dc 100 mv-50 v. batas minimum ukur tegangan untuk ac 0-250 v.
2.25	pembakar spiritus	8 buah/lab	bahan gelas, bertutup.
2.26	kaki tiga + alas kasa kawat	8 buah/lab	tinggi disesuaikan tinggi pembakar spiritus.
2.27	stopwatch	6 buah/lab	ketelitian 0,2 detik.
2.28	kalorimeter tekanan tetap	6 buah/lab	dapat memberikan data untuk pembelajaran entalpi reaksi. kapasitas panas bahan rendah. volume 250 ml.
2.29	tabung reaksi	100 buah/lab	gelas. volume 20 ml.
2.30	rak tabung reaksi	7 buah/lab	kayu. kapasitas minimum 10 tabung.
2.31	sikat tabung reaksi	10 buah/lab	bulu halus. diameter 1 cm.



No	Jenis	Rasio	Deskripsi
2.32	tabung centrifuge	8 buah/lab	kaca, ukuran sesuai dengan centrifuge.
2.33	tabel periodik unsur	1 buah/lab	poster, kertas 220 gram, laminasi, dapat digantung.
2.34	model molekul	6 set/lab	minimum dapat menunjukkan atom hidrogen, oksigen, nitrogen, sulfur dan karbon, serta dapat dirangkai menjadi molekul.
2.35	manual percobaan	6 buah/ percobaan	
2.36	Handbook Chemical Material	1 set/Lab	
3	media pendidikan		
3.1	papan tulis	1 buah/ruang	ukuran minimum 90 cm x 200 cm. ditempatkan pada posisi yang memungkinkan seluruh peserta didik melihatnya dengan jelas.
4	bahan habis pakai		
	bahan habis pakai tersedia di laboratorium meliputi bahan kimia, dengan banyak setiap saat 1,2 x banyak yang dibutuhkan. bahan kimia meliputi zat-zat yang diperlukan dalam percobaan-percobaan: pengenalan reaksi kimia, teknik pemisahan dan pemurnian, titrasi asam-basa, elektrokimia, energetika, pembuatan produk terapan pengetahuan kimia.		
5	perlengkapan lain		
5.1	socket listrik	9 buah/lab	1 socket untuk tiap meja peserta didik, 2 socket untuk meja demo, 2 socket untuk di ruang persiapan.
5.2	alat pemadam kebakaran	1 buah/lab	mudah dioperasikan.
5.3	peralatan p3k	1 buah/lab	terdiri dari kotak p3k dan isinya tidak kadaluarsa termasuk obat p3k untuk luka bakar dan luka terbuka.



No	Jenis	Rasio	Deskripsi
5.4	tempat sampah	1 buah/lab	
5.5	jam dinding	1 buah/lab	

Catatan : “Dianjurkan beberapa alat menggunakan skala kecil dalam pelaksanaan praktikum di laboratorium, untuk menghemat penggunaan bahan agar lebih efisien”

A. 2. Penataan Laboratorium Kimia

Untuk pembangunan baru atau renovasi area laboratorium, khususnya laboratorium kimia harus memperhatikan kesehatan, keselamatan dan pengendalian pada awal penataan tempat. Berikut ini adalah beberapa hal yang harus diperhatikan pada saat penataan laboratorium kimia [Princeton University dalam *Environmental Health and Safety* 1999] :

1. Tata Letak ruang/ Layout

- a. Area praktikum secara fisik harus terpisah dari area tempat laboran/kepala laboratorium, area tempat pertemuan dan area tempat makan. Para praktikan atau laboran tidak boleh melewati area laboratorium dimana zat-zat kimia beracun disimpan pada saat akan keluar ke area non-laboratorium. Dianjurkan untuk membuat pemisah antara area laboratorium dan area non-laboratorium, contohnya dengan tidak menempatkan area laboratorium dengan area non-laboratorium pada lantai yang sama.
- b. Tata ruang laboratorium kimia terdiri atas : Ruang persiapan, ruang praktikum/utama, ruang penyimpanan alat, ruang penyimpanan zat, dan ruang timbang.
- c. Laboratorium kimia harus memiliki pintu masuk dan pintu keluar yang berbeda, dan tidak ada penghalang yang menghambat pintu masuk dan pintu keluar
- d. Jalan masuk harus memiliki rambu-rambu tanda bahaya atau tanda yang menjelaskan tentang cara keluar dengan segera dari laboratorium bila terjadi bahaya
- e. Tiap pintu dari koridor menuju laboratorium harus memiliki jendela yang terbuka sehingga memungkinkan orang lain di luar laboratorium untuk dapat



mengetahui apa yang terjadi di dalam laboratorium jika terjadi kecelakaan atau ada yang terluka.

- f. Laboratorium kimia harus memiliki alat pemadam kebakaran dengan fungsi yang optimal
- g. Untuk laboratorium yang menggunakan material radioaktif :
 - 1. Memiliki tingkat kemanan yang tinggi
 - 2. Laboratorium yang memiliki material radioaktif dipisah dengan laboratorium lainnya
- h. Memiliki fasilitas air bersih dengan fungsi optimal
- i. Memiliki sumber pencahayaan/listrik yang sangat memadai
- j. Memiliki fasilitas pembuangan limbah
- k. Memiliki fasilitas ICT
- l. Memiliki katalog peralatan dan zat kimia dalam laboratorium tersebut.

2. Furniture dan peralatan lainnya/*Furniture and Fixtures*

- a. Meja kerja di dalam laboratorium harus menggunakan bahan bersifat tahan bahan kimia, memiliki permukaan rata, dan mudah untuk dibersihkan, contohnya formica.
- b. Meja kerja, termasuk meja komputer, harus berupa furnitur ergonomis yang mudah digeser-geser, memiliki pencahayaan yang cukup, dan sesuai dengan tata letak ruang.
- c. Meja kerja harus memiliki ruang dibawahnya untuk meletakkan kursi dan peralatan lainnya.
- d. Setiap Laboratorium Kimia harus memiliki bak pasir khusus untuk pembuangan zat-zat kimia atau buangan bahan biologi, bak tersebut harus dikontrol dan diganti secara teratur.
- e. Labortorium kimia tidak boleh lembab dan gelap, dan harus memiliki lantai dengan lapisan tahan cairan berbahaya, contohnya dengan menggunakan lantai dengan kualitas keramik yang lebih baik, khususnya pada area dekat lemari asam.
- f. Jangan membuat tempat mencuci tangan terlalu banyak karena tempat mencuci tangan yang tidak terpakai akan mengering dan menimbulkan bau tak sedap.



- g. Keran air dan pipa saluran air yang menghubungkan satu pipa dengan pipa lainnya harus dilengkapi dengan saluran pipa pengontrol untuk memudahkan pemeriksaan bila terjadi penyumbatan.

3. Ruang penyimpanan/Storage

- a. Lemari untuk menyimpan bahan-bahan kimia harus berkonstruksi kuat, contohnya kayu yang kuat atau besi serta membutuhkan ventilasi udara
- b. Bahan dasar lemari penyimpan juga harus dipertimbangkan dengan seksama karena terkait dengan penyimpanan bahan-bahan yang bisa menyebabkan karat
- c. Sediakan tempat khusus untuk tempat penyimpanan bahan kimia, biologi, atau radioaktif.
- d. Lemari yang menempel pada dinding harus terbuat dari rangka besi yang kuat. Untuk rak penyimpanan buku/referensi lain di laboratorium kimia disarankan memakai lemari simpan seperti ini
- e. Tempat penyimpanan cairan yang mudah terbakar harus dipertimbangkan lebih awal sehingga laboratorium memiliki ruang yang cukup untuk lemari/tempat penyimpanan bahan yang mudah terbakar. Berdasarkan Uniform Fire Code, untuk jumlah yang lebih besar dari 10 galon cairan yang mudah terbakar dibutuhkan tempat/lemari penyimpanan khusus, setidaknya untuk keselamatan lemari tersebut terbuat dari besi. Untuk cairan yang mudah terbakar berjumlah kurang dari 25 galon dapat disimpan diluar lemari penyimpanan. Lemari penyimpanan cairan yang mudah terbakar tidak boleh terbuat dari bahan yang dibawah standar
- f. Lemari tempat penyimpanan bahan yang mudah terbakar tidak boleh memiliki ventilasi udara karena bahan-bahan ini biasanya berbau.
- g. Bahan-bahan kimia yang bersifat korosif harus diletakkan di lemari penyimpanan bagian bawah, atau dapat juga diletakkan pada bagian bawah lemari asam.
- h. Disediakan ruang/tempat khusus untuk tempat pembuangan berbagai bahan sisa, seperti sampah laboratorium, pecahan gelas, sisa potongan, kontainer daur ulang, minyak bekas, sampah medis, dan radioaktif
- i. Semua laboratorium harus memiliki ruang penyimpanan khusus untuk bahan pesediaan yang tidak habis pakai dan dan bahan habis pakai.



4. Ventilasi Udara/*Laboratory Ventilation*

- a. Ventilasi udara pada laboratorium kimia harus baik. Idealnya Ventilasi udara didalam laboratorium harus mengalami sirkulasi udara sedikitnya sekitar 8-10 kali per jam pada saat laboratorium digunakan dan 6 kali sirkulasi udara pada saat laboratorium kosong.
- b. Laboratorium kimia juga harus memiliki jendela-jendela besar sehingga bilamana ada zat yang berbahaya cepat dapat dikeluarkan.
- c. Laboratorium kimia harus memiliki lemari asam, dengan sistem pembuangan/sirkulasi udara yang baik. Lemari asam harus selalu dikontrol baik kebersihan, fungsi maupun pencahayaannya.
- d. lokasi lemari asam, ventilasi, penyedia air, jendela, furnitur laboratorium dan jalur lalu lalang orang harus horizontal.
- e. Lemari asam harus dapat beroperasi dengan baik dan memiliki kecepatan penarikan udara keluar berkisar 100-125 feet/menit. Suara dari blower pada lemari asam tidak melebihi 65 dBA pada area depan lemari asam.
- f. Bahan-bahan kimia yang mudah menguap harus ditempatkan pada lemari khusus/lemari asam dan dipisah dengan zat-zat lainnya, sehingga tidak mencemari zat lainnya.

5. Peralatan untuk keadaan darurat/*Emergency Equipment*

- a. Laboratorium yang menggunakan bahan-bahan berbahaya harus memiliki peralatan untuk pencuci mata dan pancuran air/*shower* sejauh 10 m atau 10 detik dari area bahan kimia yang digunakan.
- b. Pencuci mata dan pancuran air/*shower* harus memiliki saluran air yang mengalir
- c. Pencuci mata dan pancuran air/*shower* harus sudah distandarisasi untuk gedung laboratorium.
- d. Lantai pada area shower harus anti licin/atau slip-resistant, di samping itu pada area shower juga digunakan untuk membersihkan tubuh dari zat-zat kimia berbahaya.
- e. Laboratorium kimia juga sebaiknya memiliki pendeteksi api, shower pengaman/*safety shower* alat pencuci mata. Ketiga alat tersebut harus diberi



label yang menarik perhatian. Sehingga pada keadaan berbahaya mudah untuk dikenali.

- f. Laboratorium kimia juga sebaiknya memiliki alarm tanda bahaya, sehingga pada keadaan darurat akan mudah meminta pertolongan atau mendapat pertolongan dari luar
- g. Alat pendeteksi asap/api untuk bahan-bahan kimia dan peralatan berbahaya yang digunakan harus diletakkan dekat dengan pintu masuk tiap lab, dan area pengendali listrik.
- h. Untuk laboratorium yang memiliki jendela tertutup harus memiliki lampu darurat yang bisa dikenali dari luar, dan memiliki alarm yang mudah didengar.

A. 3. Menjaga kebersihan ruangan laboratorium

Kebersihan laboratorium merupakan komponen penting dalam mendukung pembelajaran kimia di laboratorium. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam mengelola kebersihan laboratorium adalah:

1. Secara umum ruang laboratorium harus dibersihkan secara rutin, terutama kebersihan lantai, meja praktikum, lemari asam, ruang timbang, ruang kepala lab, ruang laboran, ruang persiapan dan keran-keran air, agar tidak berdebu dan kotor.
2. Pada setiap laboratorium harus disediakan fasilitas bak pasir yang berfungsi sebagai tempat pembuangan sementara bahan-bahan kimia hasil/ sisa praktikum. Secara berkala bak pasir harus diganti. Harus ditekankan bahwa tidak boleh membuang sisa reaksi/bahan-bahan kimia cair atau padat pada saluran air/keran, tetapi harus pada bak pasir.
3. Pembuangan bahan kimia sisa praktikum harus seminimal mungkin, berdasarkan hal tersebut maka laboran harus berkoordinasi dengan kepala lab dan guru mata pelajaran, harus memiliki komitmen untuk merancang suatu praktikum dengan bahan kimia seminimal mungkin sehingga akan mengurangi polusi dan dapat menjaga lingkungan.
4. Selain bak pasir pada laboratorium kimia harus tersedia tempat sampah untuk menampung sisa sampah yang tidak mengandung bahan kimia, seperti kertas, tissue dan lainnya. Tempat sampah harus disediakan lebih dari satu buah dan diletakkan pada tempat yang tidak menghalangi lalu lintas keluar masuk laboratorium.



5. Fasilitas alat-alat kebersihan umum seperti sapu, alat pembersih lantai, alat pembersih debu, kain lap, kain pel, serokan sampah, dan lainnya minimal harus tersedia lebih dari satu set pada setiap laboratorium.
6. Kebersihan laboratorium kimia juga dipengaruhi oleh ventilasi dan pencahayaan, oleh karena itu seharusnya dijaga agar ruang laboratorium memiliki pencahayaan dan sirkulasi udara yang baik sehingga tidak lembab dan berjamur.
7. Menjaga kebersihan laboratorium juga harus ditekankan menjadi tanggung jawab bersama, sehingga setiap selesai pembelajaran praktikum setiap siswa/praktikan dibiasakan untuk membersihkan meja kerja yang digunakannya dan mengembalikan alat pada keadaan bersih. Pembiasaan ini harus dimulai sejak siswa memasuki laboratorium dan diingatkan kembali secara terus menerus pada setiap pembelajaran, dan secara tertulis harus tercantum pada tata tertib laboratorium.
8. Melatih meminimalkan pembuangan sisa bahan/hasil praktikum dan mencegah polusi di sekolah memberikan pembelajaran tentang tanggung jawab memelihara lingkungan. Penekanan pendekatan ini pada siswa maka secara tidak langsung dapat melatih siswa memiliki kebiasaan menghargai dan berhemat dalam kehidupannya, baik di laboratorium, sehingga diharapkan dapat memberikan dampak positif untuk kehidupannya di masa akan datang.
9. Beberapa hal yang juga harus diperhatikan dan ditanamkan pada siswa dalam menjaga kebersihan laboratorium adalah sebagai berikut :
 - a. Setiap siswa harus menjaga area tempat kerja/meja laboratorium dan sekitarnya bersih dan bebas dari barang-barang yang tidak diperlukan untuk eksperimen tersebut.
 - b. Buatlah area tempat kerja dan sekitarnya tetap bersih dan rapih selama praktikum berlangsung sampai pada akhir praktikum.
 - c. Jangan menutup saluran wastavel/sink dengan sisa bahan praktikum/kotoran.
 - d. Jangan melakukan aktivitas yang menghalangi jalan keluar atau peralatan yang berfungsi untuk keadaan gawat darurat.
 - e. Perhatikan semua alat yang akan digunakan sebelum memulai praktikum, bila ada kerusakan (retak, patah atau lainnya), laporkan pada petugas dan jangan menggunakan peralatan yang rusak untuk praktikum.



- f. Jangan membuang/menunggu sisa zat kimia ke dalam wastafel atau tempat sampah.
- g. Tempatkan bahan-bahan kimia sisa pada tabung khusus sesuai dengan label yang telah diberikan. Jangan mencampurkan buangan zat-zat kimia sembarangan.
- h. Buanglah barang-barang yang sudah dipakai seperti pecahan kaca, sarung tangan, kertas tissue, atau alat-alat tajam (*shyring*, dll), segera pada wadah/container yang disediakan sesuai label yang telah diberikan.

A. 4. Menjaga Keamanan Ruang Laboratorium

Seperti diuraikan pada tupoksi kegiatan belajar 1, salah satu tugas laboran adalah mengamankan atau menjaga keamanan ruang laboratorium. Beberapa hal yang harus diperhatikan oleh laboran dalam mengamankan laboratorium adalah :

1. Membiasakan untuk melakukan pengecekan semua pintu, jendela, dan alat pengaman contoh kunci sebelum meninggalkan ruang laboratorium.
2. Melakukan pengecekan semua alat yang menggunakan tenaga listrik dan mematikannya bila diperlukan. Contoh alat-alat dengan menggunakan arus listrik adalah pemanas listrik, lampu penerangan di laboratorium, komputer dan alat lainnya.
3. Mematikan semua saluran gas yang tidak diperlukan, contoh sumber gas untuk lampu bunsen, atau bila ada kompor gas di laboratorium.
4. Melakukan pengecekan semua sumber air di laboratorium, yang mungkin menimbulkan kebocoran atau banjir di laboratorium sehingga dapat membahayakan.
5. Membiasakan melakukan pencatatan kondisi terakhir, dan melaporkannya pada kepala laboratorium atau supervisor tentang data yang ada, sehingga bila ada sesuatu hal yang tidak diinginkan bisa dilakukan pengecekan dengan catatan terakhir laporan tersebut.
6. Segera melaporkan semua kejadian diluar prosedur eksperimen/praktikum, seperti menumpahkan zat, kecelakaan, atau kejadian berbahaya lainnya pada guru/supervisor.
7. Jagalah agar lantai tetap kering dan bersih dari berbagai barang-barang seperti tumpahan air, tumpahan zat atau barang lainnya.



8. Melakukan pengecekan secara berkala fungsi alat pemadam kebakaran yang terdapat di laboratorium, dan memastikan bahwa alat tersebut dapat berfungsi dengan baik.
9. Menghimbau pada semua siswa agar selalu bekerja sesuai dengan petunjuk guru, dan melakukan peneguran pada siswa yang bekerja sembarangan, tidak sesuai petunjuk guru dan tidak hati-hati

B. Contoh

Kajian yang disampaikan pada Konsep dan Uraian tentang penataan, menjaga kebersihan dan menjaga keselamatan di laboratorium yang dipaparkan pada bagian A.1-A.4 secara terintegrasi telah memberikan contoh teknis dan relevan yang dapat memperkuat penjelasan konsep. Sehingga dalam bagian Contoh tidak dibahas lagi. Tetapi hanya disajikan beberapa gambar yang berkaitan dengan penataan laboratorium, dan peralatan yang digunakan selama bekerja di laboratorium. Gambar tentang laboratorium di salah satu sekolah di Indonesia dan beberapa contoh penataan laboratorium di beberapa negara disajikan berturut-turut pada gambar 1.1, gambar 1.2 dan gambar 1.3.



Gambar.1.1. Gambar salah satu laboratorium kimia SMA. Siswa sedang melakukan salah satu eksperimen di laboratorium.



Gambar.1.2. Contoh gambar penataan laboratorium dengan tipe berbeda dengan gambar 1.1.



Gambar.1.3. Salah satu contoh gambar penataan laboratorium dengan furniture dan pencahayaan yang baik .



C. Latihan

Untuk memperdalam pemahaman anda mengenai materi pada kegiatan belajar 1, maka kerjakan latihan berikut.

1. Jelaskan bagaimana definisi dari Laboratorium Kimia Sekolah/madrasah dengan bahasa anda sendiri.
2. Untuk rombongan belajar dengan peserta didik kurang dari 20 orang, luas minimum ruang laboratorium 48 m² termasuk luas ruang penyimpanan dan persiapan 18 m². Lebar ruang laboratorium kimia minimum 5 m. Bila dalam sekolah anda siswa rata-rata dalam **satu kelas 32 orang**, maka berapa luas laboratorium yang harus disediakan sekolah sesuai standar minimum tersebut.
3. Dalam menjaga kebersihan laboratorium, yang paling baik adalah semua komponen dalam sekolah turut berperan, baik guru, siswa, laboran maupun petugas kebersihan. Menurut anda pembiasaan-pembiasaan seperti apa yang dapat menunjang terwujudnya sistem tersebut, dilihat dari peran dan tanggung jawab masing-masing komponen.
4. Sama seperti menjaga kebersihan, jelaskan dengan bahasa anda sendiri pembiasaan seperti apa untuk meningkatkan keamanan di Laboratorium?

D. Umpan Balik

D.1. Petunjuk untuk menjawab Latihan/kunci jawaban

1. Pahami dulu beberapa pengertian tentang laboratorium kimia dari berbagai sumber, kemudian buatlah definisi dengan kata-kata anda sendiri
2. Pahami dulu aturan yang terdapat pada Permen Diknas No, 24 tahun 2007. Kemudian hitung luas laboratorium kimia sekolah anda bila siswanya 32 orang. Karena standar dari Diknas sudah diketahui maka anda tinggal menghitung luasnya disesuaikan dengan jumlah siswa sekolah anda.
3. Lihat uraian materi tentang Menjaga Kebersihan Laboratorium Kimia, setelah itu tuliskan pengalaman dan pendapat anda bagaimana melakukan pembiasaan yang positif di sekolah anda.
4. Lihat uraian materi tentang Menjaga Keamanan Laboratorium Kimia, setelah itu tuliskan pengalaman dan pendapat anda bagaimana melakukan pembiasaan yang positif di sekolah anda.

D.2. Pengukuran Indikator Ketercapaian



Cocokkan jawaban anda dengan kunci jawaban Kegiatan Belajar 1 yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar, Kemudian gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor total}} \times 100 \%$$

Arti tingkat penguasaan : 90 - 100 % = baik sekali

80 - 89 % = baik

70 - 79 % = cukup

< 70 % = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. Bagus! Jika masih di bawah 80% anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama tentang bagian yang belum dikuasai.

Kunci Jawaban Kegiatan Belajar 1

Masing-masing soal mendapat skor 20 (angka yang dituliskan pada akhir jawaban). Cocokkan jawaban anda dan hitung ketercapaian belajar anda dengan rumus pengukuran indikator ketercapaian.

1. Menurut *Wordnet* 3.0 [2008] Laboratorium adalah suatu tempat yang sebanyak mungkin menyediakan kesempatan untuk observasi dan eksperimen; selain itu laboratorium didefinisikan juga sebagai suatu gedung atau ruangan yang digunakan untuk pelaksanaan penelitian atau untuk pembelajaran praktikum sains dengan peralatan khusus. (5)

Berdasarkan Permen Diknas Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Standar sarana dan prasarana untuk Sekolah Dasar/Madrasah yang dimaksud dengan Ruang laboratorium Kimia adalah ruang laboratorium yang berfungsi sebagai tempat berlangsungnya kegiatan pembelajaran kimia secara praktek yang digunakan untuk pelaksanaan penelitian atau untuk pembelajaran praktikum sains [Depdiknas, 2007]. (5)



Berdasarkan dua pendapat tersebut maka definisi laboratorium kimia di sekolah/madrasah adalah suatu ruangan yang digunakan untuk pembelajaran praktikum kimia yang memerlukan peralatan atau bahan khusus atau untuk pelaksanaan penelitian. (10)

2. Menurut Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 24 Tahun 2007 Rasio minimum ruang laboratorium kimia $2,4 \text{ m}^2/\text{peserta didik}$. Untuk rombongan belajar dengan peserta didik kurang dari 20 orang, Bila dalam sekolah saya jumlah siswa rata-rata dalam **satu kelas 32 orang**, maka luas laboratorium yang harus disediakan sekolah sesuai standar minimum adalah :
 $2,4 \text{ m}^2/\text{peserta didik} \times 32 \text{ orang peserta didik} = 76,8 \text{ m}^2$. Bila minimal lebar ruang Laboratorium tersebut 5 m, maka panjang Laboratorium 15.36 m atau sekitar 15,5 m. (20)
3. Jawaban ini disesuaikan dengan kondisi sekolah masing-masing, bila dapat memberikan jawaban lebih dari 5 pernyataan diberi nilai 20, bila dapat menjawab 4 pernyataan diberi nilai 15, bila dapat menjawab 3 pernyataan diberi nilai 10, bila dapat menjawab 1-2 pernyataan diberi nilai 5. (20)
4. Jawaban ini disesuaikan dengan kondisi sekolah masing-masing, bila dapat memberikan jawaban lebih dari 5 pernyataan diberi nilai 20, bila dapat menjawab 4 pernyataan diberi nilai 15, bila dapat menjawab 3 pernyataan diberi nilai 10, bila dapat menjawab 1-2 pernyataan diberi nilai 5. (20)



KEGIATAN BELAJAR 2

MENGELOLA BAHAN DAN PERALATAN LABORATORIUM KIMIA DI SEKOLAH/MADRASAH

Kompetensi yang diharapkan setelah anda mempelajari kegiatan belajar 2 adalah memiliki kemampuan mengelola bahan dan peralatan laboratorium kimia di sekolah/madrasah. Indikator yang harus anda kuasai adalah sebagai berikut :

- 2.1. Mengklasifikasikan bahan dan peralatan praktikum
- 2.2. Menata bahan dan peralatan praktikum
- 2.3. Mengidentifikasi kerusakan bahan, peralatan, dan fasilitas laboratorium
- 2.4. Menjaga kebersihan alat laboratorium
- 2.5. Menjaga keamanan bahan dan peralatan laboratorium

A. Konsep, Uraian dan Contoh Mengelola Bahan dan Peralatan Laboratorium Kimia di Sekolah/Madrasah

Laboratorium kimia Sekolah/Madrasah harus dilengkapi dengan peralatan dan bahan yang cukup untuk memenuhi tuntutan kurikulum. Peralatan dan bahan yang disediakan harus cukup jumlahnya sehingga semua siswa dapat melakukan aktivitas pembelajaran di laboratorium dengan optimal. Peralatan yang bersih dan dirawat dengan baik akan meningkatkan keterampilan dan kualitas hasil belajar siswa serta mengurangi resiko kecelakaan dalam laboratorium. Begitu juga sediaan bahan kimia yang dirawat dan disimpan dengan cara yang baik akan memberikan kualitas hasil eksperimen yang baik. Banyak laboratorium kimia untuk sekolah menengah telah menyediakan berbagai alat untuk keperluan pengembangan, namun secara umum semua sekolah menengah harus menyediakan peralatan dasar. Secara umum kalsifikasi peralatan laboratorium tersebut akan disajikan pada pembahasan berikut:

A.1. Klasifikasikan Peralatan dan Bahan praktikum

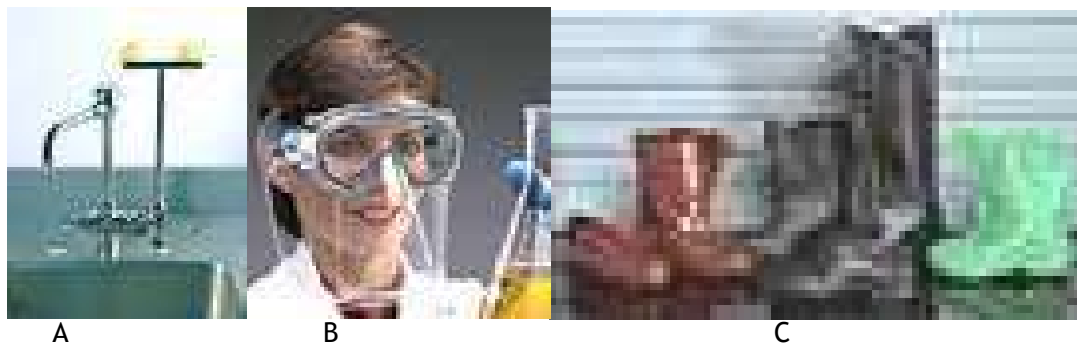
A.1.1. Klasifikasi Peralatan Laboratorium Kimia

Pada kegiatan pembelajaran 1, anda telah mempelajari peralatan dasar yang harus dimiliki/disediakan oleh sekolah/madrasah berdasarkan pada standar minimal laboratorium kimia sekolah/madrasah yang ditetapkan berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 24 Tahun 2007. Secara umum peralatan tersebut dapat dikelompokkan sebagai berikut :



1. Peralatan keselamatan laboratorium/*Safety Equipment*

Peralatan keselamatan laboratorium adalah peralatan yang digunakan untuk melindungi diri pada saat bekerja dengan zat-zat kimia, diantaranya adalah shower untuk menghilangkan bahan-bahan berbahaya dari tubuh (*an emergency shower*), pelindung mata (*emergency eye wash station*), bahan tahan api (*a fire blanket*), kacamata pelindung untuk siswa dan guru (*safety glasses*), Jas laboratorium (*lab coats*). Semua alat keselamatan tersebut harus dapat berfungsi dengan baik. Contoh beberapa gambar alat keselamatan laboratorium disajikan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Beberapa alat keselamatan laboratorium. A. *emergency eye wash station*, B. pelindung muka, C. Sepatu pelindung dengan berbagai bentuknya.

2. Alat ukur/*Measurement Equipment*

Laboratorium kimia memerlukan peralatan untuk mengukur volume dan massa. Peralatan ini termasuk alat timbangan elektrik dan triple-beam timbangan untuk penentuan massa, dan untuk mengukur volume, contohnya adalah gelas ukur 10 mL, gelas ukur 100 mL, pipet ukur dan jenis-jenis pipet lainnya. Contoh beberapa gambar alat ukur massa dan volume disajikan pada gambar 2.2. dan gambar 2.3.



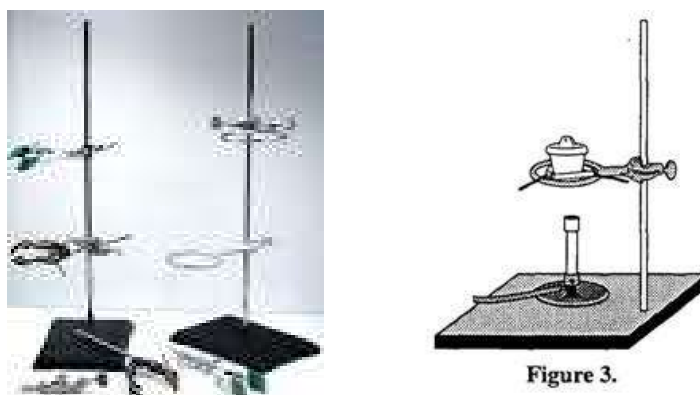
Gambar. 2.2. Gambar alat ukur massa dengan jenis *quad-Scale*



Gambar 2.3. Beberapa Alat pengukur volume, yaitu gelas ukur, beaker glass, erlenmeyer dan labu ukur.

3. Burners dan Ring Stands

Rings standar atau tiang besi biasanya berpasangan dengan lampu bunsen/alat pembakar yang digunakan untuk mengoptimalkan proses pemanasan suatu zat pada reaksi kimia. Ring standar juga dapat digunakan untuk menahan suatu alat untuk keperluan eksperimen yang berbeda, seperti titrasi asam-basa. Ring stand juga sering digunakan bersama dengan burner.pembakar, dan beberapa alat lainnya sesuai rancangan eksperimen yang akan dilakukan. Peralatan ini harus tersedia sesuai jumlah siswa atau jumlah kelompok praktikum. Beberapa gambar penggunaan ring stand dengan beberapa alat lainnya disjikan pada gambar 2.4.

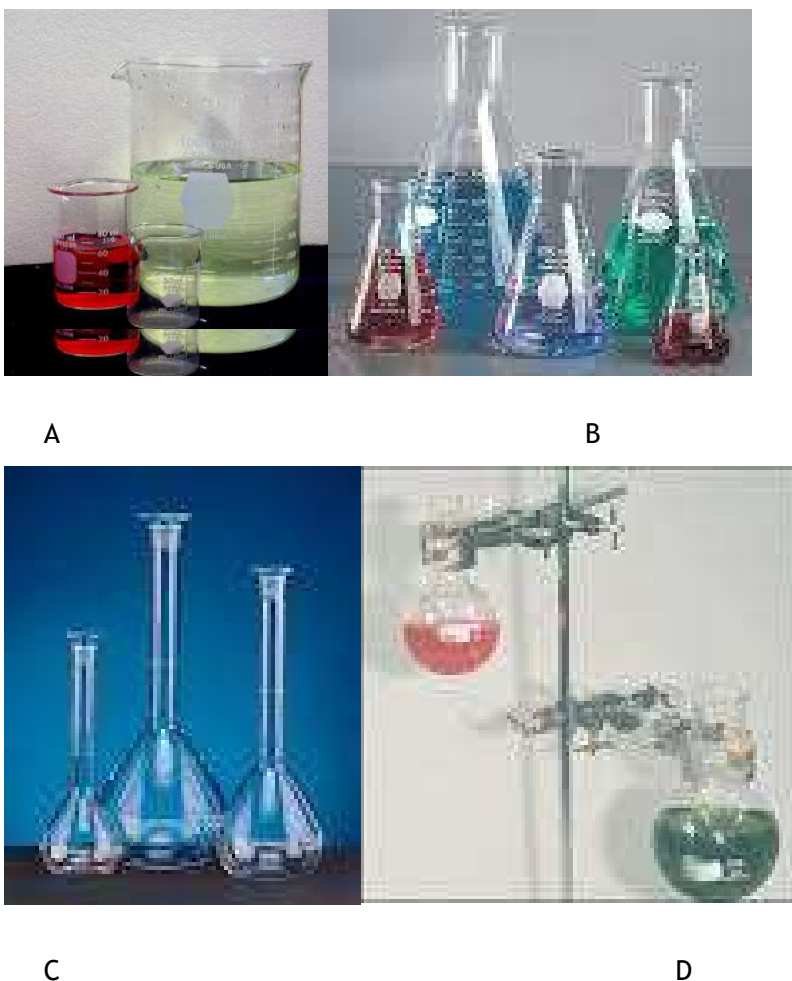


Gambar 2.4. Gambar ring stands dan beberapa alat yang sesuai digunakan bersama, contohnya dengan clemp, ring burner, burner, crus dan lainnya.



4. Alat gelas/*Glassware*

Alat gelas atau *Glassware* adalah peralatan laboratorium yang terbuat dari kaca dengan fungsi yang berbeda sesuai dengan bentuk dan ukurannya. Kesan banyak orang tentang laboratorium kimia adalah bahwa di dalam laobaratorium kimia terdapat berbagai macam variasi alat gelas dengan berbagai jenis, dan ukuran. Diantara alat gelas ini adalah gelas kimia atau beakers glass (50 ml sampai 1000 ml), labu erlenmeyer atau *Erlenmeyer flasks* (50 ml samapi 500 ml), *volumetric flasks*, *Florence flasks*, *filter flasks*, dan rak tabung rekasi atau *racks of test tubes*. Beberapa contoh *glassware* disajikan pada gambar 2.5.



Gambar 2.5. Beberapa contoh *Galssware* atau alat kaca. A. *Beaker glass* dengan berbagai ukuran volume. B. *Erlenmeyer flask* dengan berbagai ukuran, C. *volumetric flasks* dengan berbagai ukuran. D. *Florence flasks*.



5. Peralatan tambahan/*Additional Equipment*

Peralatan tambahan yang disediakan di laboratorium adalah *crucibles*, crucible tongs, clay triangles, watch glasses, stirring rods, filter funnels, mortar dan pestle, chemical spoons, wash bottles, test-tube racks, test-tube holders, dan various stoppers for tubes serta berbagai macam jenis flasks

A.1.2. Klasifikasi Bahan Laboratorium Kimia

Bahan kimia dewasa ini telah mencapai ratusan ribu jenis untuk berbagai macam keperluan. Diantara bahan-bahan kimia tersebut, ada yang dapat digolongkan sebagai bahan kimia yang tidak berbahaya dan beracun (non-B3) dan ada yang digolongkan sebagai bahan berbahaya dan beracun (B3). Secara umum bahan kimia yang digolongkan sebagai B3, selain bahan radiasi, memiliki karakteristik sebagai berikut [A.B. Cahyono,2004]:

1. Bahan kimia mudah terbakar

Bahan mudah terbakar adalah bahan yang mudah bereaksi dengan oksigen dan menimbulkan kebakaran. Reaksi kebakaran yang amat cepat juga dapat menghasilkan ledakan. Bahan cair dinyatakan mudah terbakar bila titik nyala $> 21\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $< 55\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada tekanan 1 atm. Bahan cair dinyatakan sangat mudah terbakar bila titik nyala $< 21\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan titik didih $> 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada tekanan 1 atm. Gas dinyatakan mudah terbakar jika titik didih $< 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada tekanan 1 atm. Bahan mudah terbakar dapat diklasifikasikan menjadi:

a. Zat padat mudah terbakar

Zat padat mudah terbakar adalah belerang (sulfur), fosfor, kertas/rayon, hidrida logam, dan kapas. Pada umumnya zat padat lebih sukar terbakar daripada dalam bentuk cair. Meski demikian zat padat berbentuk serbuk halus sangat mudah terbakar.

b. Zat cair mudah terbakar

Kelompok ini adalah yang dikenal sebagai pelarut organik. Contohnya adalah eter, alkohol, aseton, benzena, heksan, dan lain-lain. Pelarut-pelarut tersebut pada suhu kamar menghasilkan uap yang dalam perbandingan tertentu dapat terbakar oleh adanya api terbuka atau loncatan listrik. Lambang dari zat cair mudah terbakar disajikan pada gambar 2.6.



Flammable materials

Gambar 2.6. Lambang bahan kimia mudah terbakar/*flammable materials*.
Lambang bahan kimia mudah terbakar adalah segitiga kuning dengan lambang api di bagian tengah.

c. Gas mudah terbakar

Gas mudah terbakar misalnya adalah gas alam, hidrogen, asetilen, etilen oksida. Gas-gas tersebut amat cepat terbakar sehingga sering menimbulkan ledakan.

2. Bahan kimia mudah meledak

Bahan kimia mudah meledak adalah bila reaksi kimia bahan tersebut menghasilkan gas dalam jumlah dan tekanan yang besar serta suhu yang tinggi, sehingga menimbulkan kerusakan di sekelilingnya. Lambang bahan kimia mudah meledak disajikan pada gambar 2.7



Explosion risk

Gambar 2.7. Lambang bahan kimia mudah meledak. Lambang bahan kimia mudah meledak adalah segitiga kuning dengan lambang ledakan di bagian tengah.

Bahan kimia mudah meledak/eksplusif ada yang dibuat sengaja untuk tujuan ledakan atau bahan peledak seperti trinitrotoluena (TNT), Nitrogliserin, dan amonium nitrat (NH_4NO_3). Bahan-bahan tersebut amat peka terhadap panas dan pengaruh mekanis (gesekan atau tumbukan). Di bawah ini adalah struktur kimia bahan yang bersifat eksplusif:

Struktur	Nama senyawa
C - C'	Asetilen
C - N ₂	Diazo



C - NO	Nitrozo
C - NO ₂	Nitro
C - (NO ₂) _n	Alkil polinitro
C = N- O	Oksim
C - N = N - C	Azo
N - NO	N-nitroso
N - NO ₂	N-nitro
N ₃	Azida
C - N ₂ ⁺	Diazonium
N - logam	N-logam berat
N ⁺ OH	Hidroksil amonium
C - Cl - O ₃	Perkloril
O - O	Peroksida
O ₃	Ozon

Eksplorisif dapat pula terjadi akibat pencampuran beberapa bahan, terutama bahan oksidator dan reduktor dalam suatu reaktor, maupun dalam penyimpanan. Di bawah ini adalah contoh campuran bahan yang dapat bersifat eksplorisif:

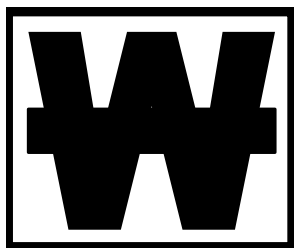
<u>Oksidator</u>	<u>Reduktor</u>
KClO ₃ , NaNO ₃	Karbon, belerang
Asam nitrat	etanol
Kalium permanganat	gliserol
Krom trioksida	hidrazin

3. Bahan kimia reaktif terhadap air

Bahan reaktif adalah bahan yang bila bereaksi dengan air akan mengeluarkan panas dan gas yang mudah terbakar. Hal ini disebabkan zat-zat tersebut bereaksi secara eksotermik, yaitu mengeluarkan panas, dan gas yang mudah terbakar. Adapun bahan-bahan kimia tersebut adalah:

- Alkali (Na, K) dan alkali tanah (Ca)
- Logam halida anhidrat (aluminium tribromida)
- Logam oksida anhidrat (CaO)
- Oksida non-logam halida (sulfuril klorida)

Bahan-bahan tersebut harus dijauhkan dari air atau disimpan dalam ruang yang kering dan bebas dari kebocoran air hujan. Lambang bahan reaktif terhadap air dapat dilihat pada gambar 2,8.



Gambar 2.8. Lambang bahan kimia reaktif terhadap air. Lambang reaktif terhadap air adalah huruf W (water) dicoret.

4. Bahan kimia reaktif terhadap asam

Bahan reaktif terhadap asam akan menghasilkan panas dan gas yang mudah terbakar atau gas-gas yang beracun dan korosif. Bahan-bahan yang reaktif terhadap air di atas juga reaktif terhadap asam. Selain itu ada bahan-bahan lain, yaitu:

- Kalium klorat/perklorat (KClO_3)
- Kalium permanganat (KmnO_4)
- Asam kromat ($\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_3$)

5. Bahan kimia korosif

Bahan korosif adalah bahan yang karena reaksi kimia dapat merusak logam. Lambang bahan kimia korosif dapat dilihat pada gambar 2.9



Corrosive

Gambar 2.9. Lambang bahan kimia korosif/*corrosive*. Bahan kimia korosif memiliki lambang segitiga berwarna kuning dengan lambang tetesan cairan yang mengenai logam atau tangan. Lambang tersebut menunjukkan cairan asam dapat merusak logam dan tubuh manusia



Bahan kimia korosif antara lain adalah asam sulfat (H_2SO_4), asam nitrat (HNO_3), asam klorida (HCl), natrium hidroksida ($NaOH$), kalsium hidroksida ($Ca(OH)_2$), dan gas belerang dioksida (SO_2).

6. Bahan kimia iritan

Bahan iritan adalah bahan yang karena reaksi kimia dapat menimbulkan kerusakan atau peradangan atau sensitisasi bila kontak dengan permukaan tubuh yang lembab seperti kulit, mata, dan saluran pernapasan. Bahan iritan pada umumnya adalah bahan korosif. Lambang bahan kimia iritan disajikan pada gambar 2.10.



C - Corrosif

Gambar 2.10. Lambang bahan kimia iritan. Lambang bahan kimia iritan mirip dengan bahan kimia korosif, karena bahan kimia iritan umumnya korosif

Bahan kimia korosif seperti asam trikloroasetat, asam sulfat, gas belerang dioksida dapat bereaksi dengan jaringan tubuh seperti kulit, mata, dan saluran pernapasan. Kerusakan yang terjadi dapat berupa luka, peradangan, iritasi (gatal-gatal), dan sensitisasi (jaringan menjadi amat peka terhadap bahan kimia).

Menurut bentuk zat, bahan iritan dapat dibagi dalam tiga kelompok dengan contoh-contoh sebagai berikut :

a. Bahan iritan padat

Bahaya akan timbul apabila kontak dengan kulit atau mata.

Contoh senyawa:

Anorganik : Natrium hidroksida ($NaOH$)

Natrium silikat ($Na_2O \cdot xSiO_2$)

Kalsium hidroksida ($Ca(OH)_2$)

Kalium hidroksida (KOH)

Organik : Asam trikloroasetat (CCl_3COOH)

Fenol (C_6H_5OH)

**b. Bahan iritan cair**

Bahaya akan timbul apabila kontak dengan kulit atau mata, yang menyebabkan proses pelarutan atau denaturasi protein.

Contoh senyawa:

Anorganik : Asam sulfat, asam nitrat, asam klorida

Organik : Asam format (asam semut)

Asam asetat (cuka)

Karbon disulfida

Hidrokarbon terhalogenasi

c. Bahan iritan gas

Bahaya terutama karena terhirup dan merusak saluran pernapasan. Tergantung pada sifat kelarutan dalam air dan akibatnya, gas iritan digolongkan menjadi tiga, yaitu:

1. Gas amat larut dalam air, merusak saluran pernapasan bagian atas.
Contoh: amoniak, asam klorida, formaldehida, asam asetat, asam fluorida.
2. Gas dengan kelarutan sedang, merusak saluran pernapasan bagian atas dan bagian dalam.
Contoh: sulfur dioksida, klor, krom
3. Gas dengan kelarutan kecil, merusak alat pernapasan bagian dalam.
Contoh: ozon, fosgen, nitrogen dioksida.

7. Bahan kimia beracun

Bahan kimia beracun didefinisikan sebagai bahan kimia yang dalam jumlah kecil menimbulkan keracunan pada manusia atau makhluk hidup lainnya. Pada umumnya zat-zat toksik masuk lewat pernapasan dan kemudian beredar ke seluruh tubuh atau menuju organ-organ tubuh tertentu. Zat-zat tersebut dapat langsung mengganggu organ-organ tubuh tertentu seperti hati, paru-paru, dan lain-lain, tetapi dapat juga zat-zat tersebut berakumulasi dalam tulang, darah, hati, ginjal, atau cairan limfa dan menghasilkan efek kesehatan pada jangka panjang. Pengeluaran zat-zat beracun dari dalam tubuh dapat melewati urine, saluran pencernaan, sel epitel dan keringat.

Bahan dinyatakan sebagai bahan beracun jika pemaparan melalui mulut $LD_{50} > 25$ atau 200 mg/kg berat badan, atau pemaparan melalui kulit $LD_{50} > 25$



atau 400 mg/kg berat badan, atau melalui pernapasan LD50 > 0,5 mg/L atau 2 mg/L. Lambang bahan kimia beracun disajikan pada gambar 2.11.

Sifat toksik dari suatu zat, selain ditentukan oleh sifat alamiah suatu zat, juga ditentukan oleh jenis persenyawaan dan keadaan fisik zat tersebut. Bahan-bahan beracun dalam industri dapat digolongkan dalam beberapa golongan, yakni:

- a. Senyawa logam dan metaloid
- b. Bahan pelarut
- c. Gas-gas beracun
- d. Bahan karsinogenik
- e. Pestisida



Gambar 2. 11 Lambang bahan kimia beracun. Lambang kimia beracun diberi lambang dengan tengkorak yang disilang dengan dua buah tulang.

Contoh bahan kimia beracun adalah sebagai berikut:

Jenis zat beracun	Jenis bahan	Akibat keracunan dan gangguan
1. Logam metaloid	<ul style="list-style-type: none"> • Pb (TEL, PbCO₃) • Hg • Cadmium (P) • Krom (Cr) • Arsen (As) • Fosfor (P) 	<ul style="list-style-type: none"> • Syaraf, ginjal, dan darah • Syaraf, ginjal • Hati, ginjal, darah • Kanker • Iritasi, kanker • Metabolism • karbohidrat, lemak, dan protein
2. Bahan pelarut	<ul style="list-style-type: none"> • Hidrokarbon alifatik pelarut (bensin, minyak tanah) • Hidrokarbon terhalogenasi (kloroform, CCl₄) • Alkohol 	<ul style="list-style-type: none"> • Pusing dan koma • Hati dan ginjal • Syaraf pusat, leukeumia



Jenis zat beracun	Jenis bahan	Akibat keracunan dan gangguan
3. Gas-gas beracun	<ul style="list-style-type: none"> • Aspiksian sederhana (N₂, Argon, He) • Aspiksian kimia: <ul style="list-style-type: none"> - Asam sianida (HCN) - Asam sulfida (H₂S) • Karbon monoksida (CO) • nitrogen oksida (NO_x) 	<ul style="list-style-type: none"> • Sesak napas, kekurangan oksigen • Pusing, sesak napas • Sesak napas, kejang, hilang kesadaran • Sesak napas, otak, jantung, syaraf, hilang kesadaran • sesak napas, iritan, kematian
4. Karsinogen	<ul style="list-style-type: none"> • benzena • asbes • bensidin • krom • naftil amin • vinil klorida 	<ul style="list-style-type: none"> • leukeumia • paru-paru • kandung kencing • paru-paru • paru-paru • hati, paru-paru, syaraf pusat, darah
5. Pestisida	<ul style="list-style-type: none"> • organoklorin • organofosfat 	<ul style="list-style-type: none"> • pusing, kejang, hilang kesadaran, kematian

A. 2. Penataan dan Penyimpanan Alat dan Bahan

A. 2. 1. Penataan Alat dan Bahan

Penataan alat dan bahan dimaksudkan agar alat dan bahan di laboratorium kimia tertata dengan baik, keteraturan dalam penyimpanan, maupun kemudahan dalam pemeliharaan. Yang harus diketahui sebelum melakukan penataan alat dan bahan adalah

- a. mengenali alat dan fungsinya
- b. mengenali sifat bahan
- c. kualitas alat termasuk kecanggihannya dan ketelitian
- d. keperangkatan/kekompleksan alat
- e. nilai/harga alat
- f. kualitas alat tersebut dan kelangkaannya
- g. bahan dasar penyusun alat
- h. bentuk dan ukuran alat
- i. bobot/berat alat

Penataan dan penyimpanan alat dan bahan dapat juga didasarkan pada :

- a. Keadaan laboratorium, penataan berdasarkan keadaan laboratorium ditentukan oleh :



1. fasilitas seperti : ada tidaknya ruang persiapan, ruang penyimpanan.
 2. keadaan alat seperti : jenis alat, jenis bahan pembuat alat, seberapa sering alat tersebut digunakan, termasuk alat mahal atau tidak.
 - 3 keadaan bahan seperti: wujud (padat, cair, gas), sifat bahan (asam/basa) seberapa bahaya bahan tersebut dan seberapa sering digunakan.
- b. Kepentingan pemakai laboratorium, penataan berdasarkan kepentingan pemakai ditentukan oleh :
1. Kemudahan di cari atau digapai. Untuk memudahkan mencari letak masing-masing alat dan bahan, perlu diberi tanda yaitu dengan menggunakan label pada setiap tempat penyimpanan alat (lemari, rak atau laci). penyimpanan alat diperlukan ruang penyimpanan dan perlengkapan seperti lemari, rak dan laci yang ukurannya disesuaikan dengan luas ruangan yang tersedia.
 2. Keamanan dalam penyimpanan dan pengambilan. Alat disimpan supaya aman dari pencuri dan kerusakan, atas dasar alat yang mudah dibawa dan mahal harganya seperti *stop watch* perlu disimpan pada lemari terkunci. aman juga berarti tidak menimbulkan akibat rusaknya alat dan bahan sehingga fungsinya berkurang.

A. 2. 2. Penyimpanan Alat laboratorium

Penyimpanan alat pada laboratorium kimia dikelompokkan berdasarkan pada

- a. Jenis dan bahan dasarnya, sebagai contoh jenis alat volumetri berbahan dasar kaca dikelompokkan dengan jenis yang sama, sedangkan alat berbahan dasar besi seperti tiang statif, penjepit kayu, dikelompokkan dengan kelompoknya sendiri.
- b. Ukuran atau volume alat, contoh erlenmeyer berukuran 100 mL dikelompokkan dengan jenis erlenmeyer yang sama.
- c. Alat-alat yang sering digunakan, alat yang intensitas penggunaannya tinggi dipisahkan agar mudah dalam persiapannya. Sedangkan alat-alat yang mahal harganya, peka, sensitif, maka penyimpanannya sebaiknya dipisahkan.
- d. Alat yang boleh diambil sendiri oleh siswa, alat-alat yang tidak berbahaya seperti kaki tiga, tiang statif, penjepit kayu dan alat gelas yang tidak berbahaya diperbolehkan diambil oleh siswa, hal ini sekaligus melatih siswa bertanggung jawab. Namun harus tetap dalam pengawasan laboran/petugas laboratorium lainnya.



- e. Alat- alat yang mahal harganya penyimpanannya sebaiknya dipisah
- f. Setiap lemari penyimpanan alat harus diberi Label, yang memberikan informasi tentang nama alat, ukuran, jumlah.
- g. Selain label pada setiap lemari penyimpanan harus diberi petunjuk bahwa semua alat yang diambil harus dikembalikan pada tempatnya semula.

A. 2. 3. Penyimpanan bahan kimia

Penyimpanan bahan kimia dikelompokkan berdasarkan :

- a. Wujud zat : padat disimpan terpisah dari cair.
- b. Konsentrasi zat : konsentrasi yang pekat disimpan terpisah dan khusus
- c. Bahaya dari zat : Bahan-bahan yang berbahaya (beracun, radioaktif, mudah terbakar atau mudah meledak). Zat yang berbahaya tidak boleh disimpan diatas.
- d. Kepekaan zat terhadap cahaya : zat yang peka terhadap cahaya disimpan dalam dalam botol cokelat.
- e. Kemudahan menguap: zat yang mudah menguap disimpan ditempat dingin dan sejuk, serta hindarkan dari cahaya langsung.
- f. Larutan indikator disimpan dalam botol tetes (botol kecil yang dilengkapi dengan pipet tetes pada sumbatnya).
- g. label : semua wadah yang berisi bahan atau zat kimia harus diberi label.

Selain dikelompokkan berdasarkan pertimbangan di atas, bahan kimia juga dapat disimpan berdasarkan

- a. Bahan-bahan yang sering dipakai
- b. Bahan-bahan yang boleh diambil sendiri seperti larutan encer dari beberapa garam, asam dan basa,
- c. Bahan yang jarang dipakai,

Semua bahan kimia di laboratorium harus disimpan pada lemari tertentu. Setiap lemari penyimpanan bahan harus diberi label, yang memberikan informasi tentang nama bahan, jenis bahan, jumlah. Selain label pada setiap lemari penyimpanan harus diberi petunjuk bahwa semua bahan yang diambil harus dikembalikan pada tempatnya semula. Rekomendasi umum yang juga harus diperhatikan dalam penyimpanan bahan kimia menurut Achadi Budi Cahyono (2004) adalah bahwa : (1) bahan kimia harus diletakkan di tempat yang dingin, kering,



ventilasi baik, dan bangunannya memiliki sistem *drainase* yang baik. (2) Faktor-faktor lain adalah kuantitas bahan yang disimpan, sifat bahan kimia, metode pengiriman internal, alat pengangkut, metode pengeluaran di titik penggunaan. Terkait dengan faktor-faktor tersebut area penyimpanan, besar ataupun kecil, harus dibuat dan menjadi perhatian. (3) harus mengantisipasi terjadinya kebocoran, sehingga diperlukan peralatan yang memadai untuk mencegah limbah bahan kimia berbahaya masuk ke tanah atau perairan.

System yang umum dipakai pada proses penyimpanan bahan adalah adalah tiga tingkat pengamanan atau dikenal sebagai *tertiery containment*. (1) Tingkat pertama/*first containment* adalah wadah bahan kimia berbahaya, baik dalam bentuk drum besar, drum kecil, atau botol. (2) Tingkat kedua atau *secndary containtment* adalah dudukan drum yang memiliki tempat untuk menampung kebocoran bahan kimia dan tempat tersebut dapat dikeringkan (*drain*) melalui keran yang terdapat di bawah dudukan tersebut. (3) Tingakt ketiga/*tertiery containment* adalah bak beton kedap air atau bahan lain seperti tangki fiber yang tahan bahan kimia, yang letaknya merupakan akhir dari saluran dalam gudnag bahan kimia berbahaya.

Bahan kimia harus ditempatkan sesuai dengan jenisnya. Suatu bahan kimia mudah terbakar dapat ditempatkan dengan bahan kimia lain yang juga mudah terbakar pada satu area, tapi satu jenis bahan kimia, seperti alkohol, seharusnya ditempatkan pada satu area yang sama. Untuk memudahkan mengetahui jenis bahan-bahan kimia yang ditempatkan di gudang, maka diarea tempat bahan kimia ditempatkan harus ditandai dengan papan nama yang jelas, yang menyebutkan nama bahan kimia yang berada diarea.

A.3. Mengidentifikasi Kerusakan Bahan, peralatan dan Fasilitas laboratorium

Sebagai tenaga laboratorium dituntut untuk memiliki kompetensi dalam mengidentifikasi kerusakan bahan, peralatan dan fasilitas labortaorium. Beberapa hal yang harus diperhatikan untuk menunjang kompetensi tersebut seorang laboran/tenaga laboratorium harus memilki pengetahuan tentang karakteristik dan sifat bahan kimia, peralatan laboratorium kimia dan fasilitas laboratorium. Tujuan



melakukan identifikasi alat dan bahan adalah untuk menghindari kecelakaan kerja di laboratorium dan meningkatkan kualitas pembelajaran di Laboratorium.

Beberapa faktor penyebab terjadinya kecelakaan kerja di laboratorium, yaitu:

1. Terjadi secara kebetulan.

Dianggap sebagai kecelakaan dalam arti asli (*genuine accident*) sifatnya tidak dapat diramalkan dan berada di luar kendali manajemen perusahaan. Misalnya, seorang karyawan tepat berada di depan jendela kaca ketika tiba-tiba seseorang melempar jendela kaca sehingga mengenainya.

2. Kondisi kerja yang tidak aman.

Kondisi kerja yang tidak aman merupakan salah satu penyebab utama terjadinya kecelakaan. Kondisi ini meliputi faktor-faktor sebagai berikut:

- a. Peralatan yang tidak terlindungi secara benar.
- b. Peralatan yang rusak.
- c. Prosedur yang berbahaya dalam, pada, atau di sekitar mesin atau peralatan gudang yang tidak aman (*sumpek* dan terlalu penuh).
- d. Cahaya tidak memadai, suram, dan kurang penerangan.
- e. Ventilasi yang tidak sempurna, pergantian udara tidak cukup, atau sumber udara tidak murni.

Pemulihan terhadap faktor-faktor ini adalah dengan meminimalkan kondisi yang tidak aman, misalnya dengan cara membuat daftar kondisi fisik dan mekanik yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan. Pembuatan *checklist* ini akan membantu dalam menemukan masalah yang menjadi penyebab kecelakaan.

A.3.1. Mengidentifikasi Kerusakan Bahan

Berdasarkan akibat yang ditimbulkannya bahan kimia sering diklasifikasikan menjadi bahan mudah terbakar, bersifat racun, korosif, tidak stabil, sangat reaktif, dan gas yang berbahaya. Penggunaan senyawa yang bersifat karsinogenik dalam industri maupun laboratorium merupakan problem yang signifikan, baik karena sifatnya yang berbahaya maupun cara yang ditempuh dalam penanganannya. Beberapa langkah yang harus ditempuh dalam penanganan bahan kimia berbahaya meliputi manajemen, cara pengatasan, penyimpanan dan pelabelan, keselamatan di laboratorium, pengendalian dan pengontrolan tempat kerja, dekontaminasi, disposal, prosedur keadaan darurat, kesehatan pribadi para pekerja, dan pelatihan. Bahan kimia dapat menyebabkan kecelakaan melalui pernafasan (seperti gas beracun),



serapan pada kulit (cairan), atau bahkan tertelan melalui mulut untuk padatan dan cairan.

Bahan kimia berbahaya dapat digolongkan ke dalam beberapa kategori yaitu, bahan kimia yang eksplosif (oksidator, logam aktif, hidrida, alkil logam, senyawa tidak stabil secara termodinamika, gas yang mudah terbakar, dan uap yang mudah terbakar). Bahan kimia yang korosif (asam anorganik kuat, asam anorganik lemah, asam organik kuat, asam organik lemah, alkil kuat, pengoksidasi, pelarut organik). Bahan kimia yang merusak paru-paru (asbes), bahan kimia beracun, dan bahan kimia karsinogenik (memicu pertumbuhan sel kanker), dan teratogenik.

Secara umum zat-zat kimia di laboratorium kimia sekolah berdasarkan wujudnya dibedakan menjadi tiga bagian yaitu : (1) zat kimia yang berwujud padat (2). Zat kimia yang berwujud cair dan (3) zat kimia yang berbentuk gas. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam mengidentifikasi kerusakan zat kimia dalam bentuk padat adalah :

a. Perubahan wujud/bentuk

Jika zat berbentuk padat telah berubah menjadi bentuk cair, sebaiknya dicek dan dipastikan apakah masih dapat digunakan atau masih aman. Sebagai contoh untuk senyawa Natrium Hidroksida (NaOH) padat, bila penyimpanannya tidak baik dan ditempatkan pada kondisi yang tidak kering, zat tersebut mudah menyerap air dan akan meleleh.

b. Perubahan warna

Perubahan warna juga akan menjadi penanda bahwa zat kimia berbentuk padat telah mengalami kerusakan. Contoh adalah Senyawa $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$. pada keadaan yang baik zat padat tersebut berwarna biru, namun pada kondisi yang sudah rusak akan berubah warna menjadi putih.

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam mengidentifikasi kerusakan zat kimia dalam bentuk cair adalah :

- a. Terjadi perubahan warna larutan
- b. Terbentuk endapan
- c. Menimbulkan bau/menghasilkan gas

Bila zat cair dalam laboratorium sudah menimbulkan gejala seperti disebutkan di atas sebaiknya zat tersebut dibuang pada tempat yang disarankan, contohnya bila larutannya encer bisa langsung dibuang di bak pasir.



A.3.2. Mengidentifikasi Kerusakan peralatan dan Fasilitas Laboratorium

Kerusakan peralatan dan fasilitas laboratorium dapat disebabkan oleh beberapa faktor :

1. Usia alat/fasilitas laboratorium

Usia alat/fasilitas laboratorium dapat menjadi sumber kerusakan, karena setiap alat atau fasilitas mempunyai keterbatasan waktu optimal untuk pemakaiannya.

2. Perawatan alat/fasilitas laboratorium

Perawatan alat/fasilitas laboratorium yang kurang memadai akan sering menjadi penyebab kerusakan alat/fasilitas laboratorium.

3. Teknik penyimpanan alat laboratorium

Teknik penyimpanan yang salah dan kurang tepat menyebabkan peralatan laboratorium mudah rusak.

4. Jenis alat/fasilitas

Jenis alat laboratorium dalam bentuk gelas akan lebih mudah rusak bila tidak dipelihara dengan baik

5. Kualitas alat/fasilitas

Kualitas alat dan fasilitas merupakan salah satu faktor yang memepernagruhi cepatnya kerusakan yang terjadi pada alat/fasilitas laboratorium. Kualitas alat/fasilitas yang baik umumnya memiliki waktu penggunaan yang lebih lama.

Seperti telah diuraikan pada pemberlajaran sebelumnya, peralatan laboratorium secara umum dapat dikelompokkan menjadi 5 kelompok. Identifikasi kerusakan yang timbul pada peralatan tersebut adalah :

1. **Peralatan keselamatan laboratorium/*Safety Equipment***

Peralatan keselamatan laboratorium adalah peralatan yang digunakan untuk melindungi diri pada saat bekerja dengan zat-zat kimia. Kerusakan yang sering terjadi pada peralatan jenis ini adalah tidak berfungsi secara optimal, tidak bisa digunakan kembali karena tidak dapat melindungi. Contoh sarung tangan yang sudah berlubang, sepatu karet yang rusak atau kaca mata pelindung yang sudah buram.

2. **Alat ukur/*Measurement Equipment***

Laboratorium kimia memerlukan perlatan untuk mengukur volume dan massa. Kerusakan alat ukur massa dan volume biasanya diidentifikasi dengan hasil pengukuran yang tidak akurat.



3. *Burners dan Ring Stands*

Rings standar atau tiang besi biasanya berpasangan dengan lampu bunsen/alat pembakar yang digunakan untuk mengoptimalkan proses pemanasan suatu zat pada reaksi kimia. Kerusakan yang timbul pada alat-alat logam ini timbul karat dan berubah menjadi warna coklat. Hal ini disebabkan oleh tumpahan pelarut baik asam maupun basa, atau penyimpanan yang kurang baik.

4. *Alat gelas/Glassware*

Alat gelas atau Glassware adalah peralatan laboratorium yang terbuat dari kaca dengan fungsi yang berbeda sesuai dengan bentuk dan ukurannya. Kerusakan yang sering timbul adalah timbulnya retakan atau pecah. Timbulnya retakan atau pecah dapat disebabkan karena gesekan yang terlalu kuat atau pemanasan dengan suhu yang tinggi. Penggunaan peralatan kaca yang sudah retak sebaiknya dihindari karena dapat menyebabkan kecelakaan yang fatal. Kerusakan alat kaca seperti Biuret sering terjadi juga karena penggunaan larutan basa dan pencucian alat yang kurang bersih, sehingga menyebabkan terjadinya penyumbatan.

5. *Peralatan tambahan/Additional Equipment*

Peralatan tambahan yang disediakan di laboratorium adalah *crucibles*, crucible tongs, clay triangles, watch glasses, stirring rods, filter funnels, mortar dan pestle, chemical spoons, wash bottles, test-tube racks, test-tube holders, dan various stoppers for tubes serta berbagai macam jenis flasks. Kerusakan pada peralatan tambahan ini terjadi karena benturan yang keras, bahan kimia korosif, atau kualitas yang kurang baik.

Beberapa sumber bahaya yang berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja dapat dikategorikan sebagai berikut:

1. Aliran Listrik

Penggunaan peralatan dengan daya yang besar akan memberikan kemungkinan-kemungkinan untuk terjadinya kecelakaan kerja. Beberapa faktor yang harus diperhatikan antara lain:

- a. Pemakaian *safety switches* yang dapat memutus arus listrik jika penggunaan melebihi limit/batas yang ditetapkan oleh alat.



- b. Improvisasi terhadap peralatan listrik harus memperhatikan standar keamanan dari peralatan.
- c. Penggunaan peralatan yang sesuai dengan kondisi kerja sangat diperlukan untuk menghindari kecelakaan kerja.
- d. Berhati-hati dengan air. Jangan pernah meninggalkan perkeraan yang memungkinkan peralatan listrik jatuh atau bersinggungan dengan air. Begitu juga dengan semburan air yang langsung berinteraksi dengan peralatan listrik.
- e. Berhati-hati dalam membangun atau mereparasi peralatan listrik agar tidak membahayakan pengguna yang lain dengan cara memberikan keterangan tentang spesifikasi peralatan yang telah direparasi.
- f. Pertimbangan bahwa bahan kimia dapat merusak peralatan listrik maupun isolator sebagai pengaman arus listrik. Sifat korosif dari bahan kimia dapat menyebabkan kerusakan pada komponen listrik.
- g. Perhatikan instalasi listrik jika bekerja pada atmosfer yang mudah meledak. Misalnya pada lemari asam yang digunakan untuk pengendalian gas yang mudah terbakar.
- h. Pengoperasian suhu dari peralatan listrik akan memberikan pengaruh pada bahan isolator listrik. Temperatur sangat rendah menyebabkan isolator akan mudah patah dan rusak. Isolator yang terbuat dari bahan *polivinil clorida* (PVC) tidak baik digunakan pada suhu di bawah 0 °C. Karet silikon dapat digunakan pada suhu -50 °C. Batas maksimum pengoperasian alat juga penting untuk diperhatikan. Bahan isolator dari *polivinil clorida* dapat digunakan sampai pada suhu 75 °C, sedangkan karet silikon dapat digunakan sampai pada suhu 150 °C.

2. Mekanik.

Walaupun industri dan laboratorium moderen lebih didominasi oleh peralatan yang terkontrol oleh komputer, termasuk didalamnya robot pengangkat benda berat, namun demikian kerja mekanik masih harus dilakukan. Pekerjaan mekanik seperti transportasi bahan baku, penggantian peralatan habis pakai, masih harus dilakukan secara manual, sehingga kesalahan prosedur kerja dapat menyebabkan kecelakaan kerja. Peralatan keselamatan kerja seperti helmet, sarung tangan, sepatu, dan lain-lain perlu mendapatkan perhatian khusus dalam lingkup pekerjaan ini.



3. Api.

Hampir semua laboratorium atau industri menggunakan bahan kimia dalam berbagai variasi penggunaan termasuk proses pembuatan, pemformulaan atau analisis. Cairan mudah terbakar yang sering digunakan dalam laboratorium atau industri adalah hidrokarbon. Bahan mudah terbakar yang lain misalnya pelarut organik seperti aseton, benzen, butanol, etanol, dietil eter, karbon disulfida, toluena, heksana, dan lain-lain. Para pekerja harus berusaha untuk akrab dan mengerti dengan informasi yang terdapat dalam *Material Safety Data Sheets (MSDS)*. Dokumen MSDS memberikan penjelasan tentang tingkat bahaya dari setiap bahan kimia, termasuk di dalamnya tentang kuantitas bahan yang diperkenankan untuk disimpan secara aman.

Sumber api yang lain dapat berasal dari senyawa yang dapat meledak atau tidak stabil. Banyak senyawa kimia yang mudah meledak sendiri atau mudah meledak jika bereaksi dengan senyawa lain. Senyawa yang tidak stabil harus diberi label pada penyimpanannya. Gas bertekanan juga merupakan sumber kecelakaan kerja akibat terbentuknya atmosfer dari gas yang mudah terbakar.

4. Suara (kebisingan).

Sumber kecelakaan kerja yang satu ini pada umumnya terjadi pada hampir semua industri, baik industri kecil, menengah, maupun industri besar. Generator pembangkit listrik, instalasi pendingin, atau mesin pembuat vakum, merupakan sekian contoh dari peralatan yang diperlukan dalam industri. Peralatan-peralatan tersebut berpotensi mengeluarkan suara yang dapat menimbulkan kecelakaan kerja dan gangguan kesehatan kerja. Selain angka kebisingan yang ditimbulkan oleh mesin, para pekerja harus memperhatikan berapa lama mereka bekerja dalam lingkungan tersebut. Pelindung telinga dari kebisingan juga harus diperhatikan untuk menjamin keselamatan kerja.

A. 4. Menjaga kebersihan alat, mengamankan alat dan bahan kimia di laboratorium

Setelah anda mengetahui klasifikasi, menata, mengidentifikasi kerusakan bahan dan peralatan serta fasilitas laboratorium, selanjutnya kita akan membahas tentang menjaga kebersihan, dan mengamankan alat dan bahan kimia di laboratorium.



A. 4. 1. Menjaga kebersihan dan mengamankan alat laboratorium

1. Peralatan keselamatan laboratorium/*Safety Equipment*

Menjaga kebersihan dan keamanan yang harus diperhatikan untuk peralatan keselamatan adalah menghindari kontak peralatan tersebut dengan zat-zat cair yang bersifat mudah terbakar, bersifat korosif, menempatkan pada tempat yang kering, melakukan perawatan dan pengecekan berkala.

2. Alat ukur/*Measurement Equipment*

Kebersihan yang harus selalu diperhatikan untuk peralatan untuk mengukur volume dan massa adalah agar tetap kering dan meletakkan pada tempat yang seharusnya. Setiap selesai penggunaan harus segera dibersihkan, sehingga tidak merusak alat. Hindari penggunaan larutan bersifat asam atau basa untuk membersihkan alat pengukur massa, karena akan menimbulkan perkaratan. Keamanan untuk alat-alat pengukur volume adalah harus disimpan pada lemari khusus dan dipisahkan dengan peralatan logam, agar tidak terjadi benturan yang dapat memecahkan alat. Untuk alat pengukur massa sebaiknya disimpan khusus di ruang timbang dan dipisahkan dengan zat-zat yang bersifat korosif.

3. *Burners dan Ring Stands*

Alat burner dan rings stands harus selalu kering, dan hindari penyimpanan pada tempat lembab atau kontak dengan air, serta zat-zat bersifat korosif.

4. Alat gelas/*Glassware*

Alat gelas atau Glassware harus selalu dicuci dengan bersih dan disimpan pada tempat yang kering, dan mudah terlihat. Lemari penyimpanan alat-alat gelas sebaiknya tidak lembab sehingga peralatan tidak mudah berjamur. Alat-alat gelas yang khusus dan berharga mahal sebaiknya disimpan pada lemari yang memiliki pengaman/kunci.

5. Peralatan tambahan/*Additional Equipment*

Peralatan tambahan yang disediakan di laboratorium adalah *crucibles*, crucible tongs, clay triangles, watch glasses, stirring rods, filter funnels, mortar dan pestle, chemical spoons, wash bottles, test-tube racks, test-tube holders, dan various stoppers for tubes serta berbagai macam jenis flasks. Alat-alat tersebut



harus segera dicuci dan dibersihkan, kemudian dikeringkan setiap habis pemakaian. Jangan menyimpan alat dalam keadaan kotor.

A. 4. 2. Menjaga keamanan bahan laboratorium

Menjaga dan mengamankan bahan laboratorium tidak terlepas dari proses penyimpanan yang dilakukan. Untuk memenuhi kedua hal tersebut maka mengelompokkan bahan kimia berbahaya di dalam penyimpanannya mutlak diperlukan, sehingga tempat/ruangan yang ada dapat di manfaatkan sebaik-baiknya dan aman. Mengabaikan sifat-sifat fisik dan kimia dari bahan yang disimpan akan mengandung bahaya seperti kebakaran, peledakan, mengeluarkan gas/uap/debu beracun, dan berbagai kombinasi dari pengaruh tersebut. [Milos Nedved, Soemanto Imamkhasani, *Fundamentals Chemical Safety And Major Hazard Control*, 1991).

Berdasarkan hal tersebut maka Penyimpanan bahan kimia berbahaya agar teatap aman harus dilakukan sebagai berikut :

1. Bahan Kimia Beracun (*Toxic*)

Bahan ini dalam kondisi normal atau dalam kondisi kecelakaan ataupun dalam kondisi kedua-duanya dapat berbahaya terhadap kehidupan sekelilingnya. Bahan beracun harus disimpan dalam ruangan yang sejuk, tempat yang ada peredaran hawa, jauh dari bahaya kebakaran dan bahan yang inkompatibel (tidak dapat dicampur) harus dipisahkan satu sama lainnya. Jika panas mengakibatkan proses penguraian pada bahan tersebut maka tempat penyimpanan harus sejuk dengan sirkulasi yang baik, tidak terkena sinar matahari langsung dan jauh dari sumber panas.

2. Bahan Kimia Korosif (*Corrosive*)

Beberapa jenis dari bahan ini mudah menguap sedangkan lainnya dapat bereaksi dahsyat dengan uap air. Uap dari asam dapat menyerang/merusak bahan struktur dan peralatan selain itu beracun untuk tenaga manusia. Bahan ini harus disimpan dalam ruangan yang sejuk dan ada peredaran hawa yang cukup untuk mencegah terjadinya pengumpulan uap. Wadah/kemasan dari bahan ini harus ditangani dengan hati-hati, dalam keadaan tertutup dan dipasang label. Semua logam disekeliling tempat penyimpanan harus dicat dan diperiksa akan adanya kerusakan yang disebabkan oleh korosi.



Penyimpanannya harus terpisah dari bangunan lain dengan dinding dan lantai yang tahan terhadap bahan korosif, memiliki perlengkapan saluran pembuangan untuk tumpahan, dan memiliki ventilasi yang baik. Pada tempat penyimpanan harus tersedia pancaran air untuk pertolongan pertama bagi pekerja yang terkena bahan tersebut.

3. Bahan Kimia Mudah Terbakar (*Flammable*)

Praktis semua pembakaran terjadi antara oksigen dan bahan bakar dalam bentuk uapnya atau beberapa lainnya dalam keadaan bubuk halus. Api dari bahan padat berkembang secara pelan, sedangkan api dari cairan menyebar secara cepat dan sering terlihat seperti meledak. Dalam penyimpanannya harus diperhatikan sebagai berikut :

- a. Disimpan pada tempat yang cukup dingin untuk mencegah penyalaan tidak sengaja pada waktu ada uap dari bahan bakar dan udara
- b. Tempat penyimpanan mempunyai peredaran hawa yang cukup, sehingga bocoran uap akan diencerkan konsentrasinya oleh udara untuk mencegah percikan api
- c. Lokasi penyimpanan agak dijauhkan dari daerah yang ada bahaya kebakarannya
- d. Tempat penyimpanan harus terpisah dari bahan oksidator kuat, bahan yang mudah menjadi panas dengan sendirinya atau bahan yang bereaksi dengan udara atau uap air yang lambat laun menjadi panas
- e. Di tempat penyimpanan tersedia alat-alat pemadam api dan mudah dicapai
- f. Singkirkan semua sumber api dari tempat penyimpanan
- g. Di daerah penyimpanan dipasang tanda dilarang merokok
- h. Pada daerah penyimpanan dipasang sambungan tanah/arde serta dilengkapi alat deteksi asap atau api otomatis dan diperiksa secara periodik

4. Bahan Kimia Oksidator (*Oxidation*)

Bahan ini adalah sumber oksigen dan dapat memberikan oksigen pada suatu reaksi meskipun dalam keadaan tidak ada udara. Beberapa bahan oksidator memerlukan panas sebelum menghasilkan oksigen, sedangkan jenis lainnya dapat menghasilkan oksigen dalam jumlah yang banyak pada suhu kamar. Tempat penyimpanan bahan ini harus diusahakan agar suhunya tetap dingin, ada peredaran hawa, dan



gedungnya harus tahan api. Bahan ini harus dijauhkan dari bahan bakar, bahan yang mudah terbakar dan bahan yang memiliki titik api rendah.

Alat-alat pemadam kebakaran biasanya kurang efektif dalam memadamkan kebakaran pada bahan ini, baik penutupan ataupun pengasapan, hal ini dikarenakan bahan oksidator menyediakan oksigen sendiri.

5. Bahan Kimia Reaktif Terhadap Air (*Water Sensitive Substances*)

Bahan ini bereaksi dengan air, uap panas atau larutan air yang lambat laun mengeluarkan panas atau gas-gas yang mudah menyala. Karena banyak dari bahan ini yang mudah terbakar maka tempat penyimpanan bahan ini harus tahan air, berlokasi di tanah yang tinggi, terpisah dari penyimpanan bahan lainnya, dan janganlah menggunakan sprinkler otomatis di dalam ruang simpan.

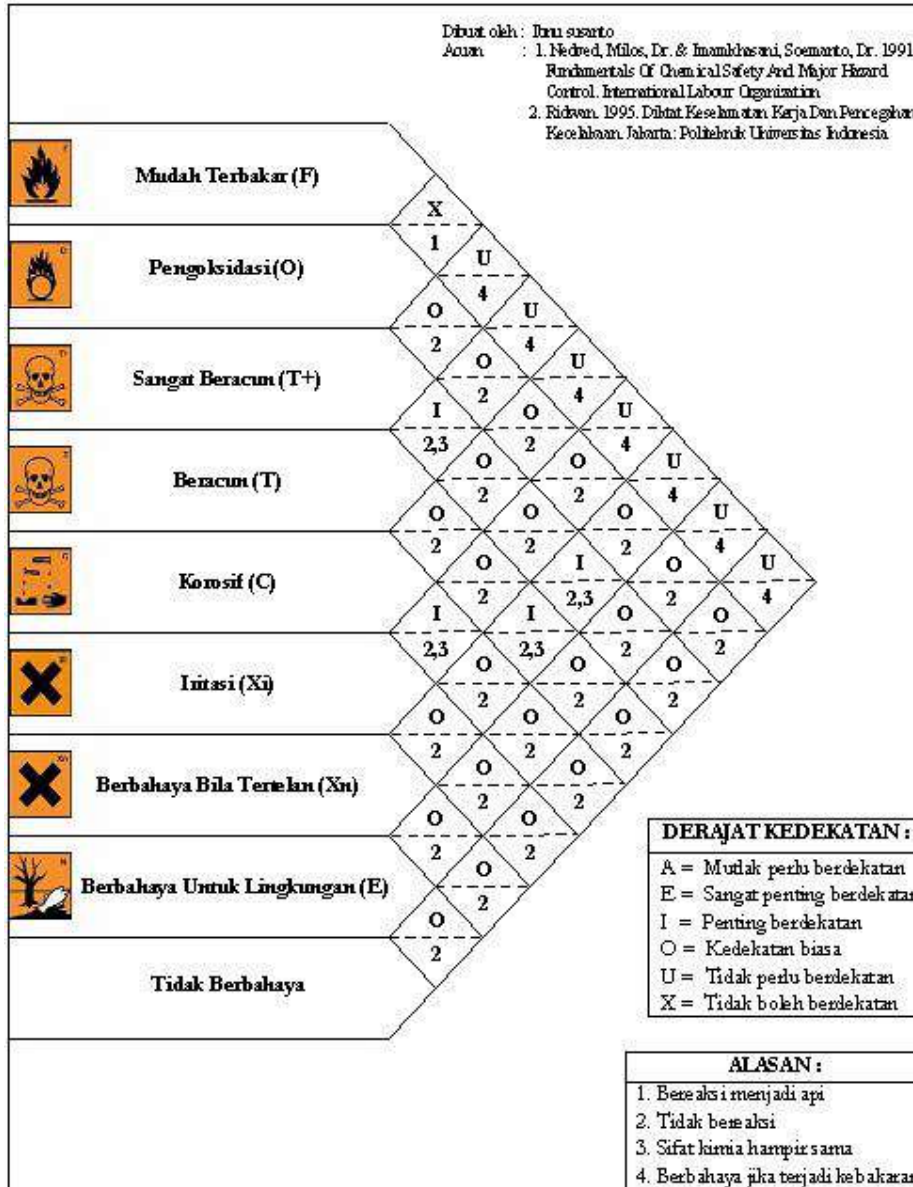
6. Bahan Kimia Reaktif Terhadap Asam (*Acid Sensitive Substances*)

Bahan ini bereaksi dengan asam dan uap asam menghasilkan panas, hydrogen dan gas-gas yang mudah menyala. Ruangan penyimpanan untuk bahan ini harus diusahakan agar sejuk, berventilasi, sumber penyalaaan api harus disngkirkan dan diperiksa secara berkala. Bahan asam dan uap dapat menyerang bahan struktur campuran dan menghasilkan hydrogen, maka bahan asam dapat juga disimpan dalam gudang yang terbuat dari kayu yang berventilasi. Jika konstruksi gudang trbuat dari logam maka harus di cat atau dibuat kebal dan pasif terhadap bahan asam.

7. Gas Bertekanan (*Compressed Gases*)

Silinder dengan gas-gas bertekanan harus disimpan dalam keadaan berdiri dan diikat dengan rantai atau diikat secara kuat pada suatu penyangga tambahan. Ruang penyimpanan harus dijaga agar sejuk , bebas dari sinar matahari langsung, jauh dari saluran pipa panas di dalam ruangan yang ada peredaran hawanya. Gedung penyimpanan harus tahan api dan harus ada tindakan preventif agar silinder tetap sejuk bila terjadi kebakaran, misalnya dengan memasang sprinkler.

Maka *Peta Keterkaitan Kegiatan* untuk tata letak penyimpanan material kimia berbahaya berdasarkan ketentuan safety tersebut di atas adalah sebagai berikut :



Gambar 2.12. Peta keterkaitan kegiatan untuk penyimpanan raw material.

B. Contoh

B.1.1. Definisi Lembar Data Bahaya /MSDS

Lembar data bahaya (Hazard Data Sheets/HDSs) terkadang disebut *Material Safety Data Sheets* (MSDSs) atau *Chemical Safety Data Sheet* (CSDSs) adalah lembar informasi yang detail tentang bahan-bahan kimia. Umumnya lembar ini disiapkan dan dibuat oleh pabrik kimia atau suatu program, seperti International Programme On Chemical Safety (IPCS) yang aktifitasnya terkait dengan World



Health Organization (WHO), International Labour Organization (ILO), dan United Environment Programme (UNEP). HDSs/MSDSs/CSDSs merupakan sumber informasi tentang bahan kimia yang penting dan dapat diakses tetapi kualitasnya dapat bervariasi. Jika anda menggunakan HDSs, berhati-hatilah terhadap keterbatasannya, sebagai contoh, HDSs sering sulit untuk dibaca dan dimengerti. Keterbatasan lain yang serius adalah seringnya tidak memuat informasi yang cukup tentang bahaya dan peringatan penting yang anda butuhkan ketika bekerja dengan bahan kimia tertentu. Untuk mengatasi keterbatasan ini, kapanpun dimungkinkan untuk menggunakan sumber informasi lain secara bersama-sama dengan HDSs. Suatu ide yang baik untuk mewakili kesehatan dan keselamatan dengan menyimpan lembar data bahaya pada setiap penggunaan bahan kimia di tempat kerja.

B. 1. 2. Informasi berikut harus muncul pada semua lembar data bahaya, akan tetapi urutan dapat berbeda dari yang dijelaskan dibawah ini.

A. Bagian 1 : Identifikasi produk dan pabrik

B. Identifikasi produk : nama produk tertera disini dengan nama kimia atau nama dagang, nama yang tertera harus sama dengan nama yang ada pada label. Lembar data bahaya juga harus mendaftarkan sinonim produk atau substansinya, sinonim adalah nama lain dengan substansi yang diketahui. Contohnya Methyl alcohol juga dikenal sebagai Metanol atau Alkohol kayu.

C. Identifikasi pabrik : nama pabrik atau supplier, alamat, nomor telepon, tanggal HDSs dibuat, dan nomor darurat untuk menelepon setelah jam kerja, merupakan ide yang baik bagi pengguna produk untuk menelepon pabrik pembuat produk sehingga mendapatkan informasi tentang produk tersebut sebelum terjadi hal yang darurat.

D. Bagian 2 : Bahan-bahan berbahaya

E. Untuk produk campuran, hanya bahan-bahan berbahaya saja yang tercantum pada daftar khusus bahan kimia, dan yang didata bila komposisinya $\geq 1\%$ dari produk. Pengecualian untuk zat karsinogen yang harus di daftar jika komposisinya $0,1\%$ dari campuran. Batas konsentrasi yaitu Permissible



Exposure Limit (PEL)[13] dan The Recommended Threshold Limit Value (TLV) [14] harus didata dalam HDSs.

F. Bagian 3 : Data Fisik

G. Bagian ini mendata titik didih, tekanan, density, titik cair, tampilan, bau, dan lain-lain. Informasi pada bagian ini membantu anda mengerti bagaimana sifat bahan kimia dan jenis bahaya yang ditimbulkannya.

H. Bagian 4 : Data Kebakaran Dan Ledakan

I. Bagian ini mendata titik nyala api dan batas mudah terbakar atau meledak, serta menjelaskan kepada anda bagaimana memadamkan api. Informasi pada bagian ini dibutuhkan untuk mencegah, merencanakan dan merespon kebakaran atau ledakan dari bahan-bahan kimia.

J. Bagian 5 : Data Reaktifitas

K. Bagian ini menjelaskan kepada anda apakah suatu substansi stabil atau tidak, bila tidak, bahaya apa yang ditimbulkan dalam keadaan tidak stabil. Bagian ini mendata ketidakcocokan substansi, substansi mana yang tidak boleh diletakkan atau digunakan secara bersamaan. Informasi ini penting untuk penyimpanan dan penanganan produk yang tepat.

L. Bagian 6 : Data Bahaya Kesehatan

M. Rute tempat masuk (pernafasan, penyerapan kulit atau ingestion), efek kesehatan akut dan kronik, tanda-tanda dan gejala awal, apakah produknya bersifat karsinogen, masalah kesehatan yang makin buruk bila terkena, dan pertolongan pertama yang direkomendasikan/prosedur gawat darurat, semuanya seharusnya terdaftar di bagian ini.

N. Bagian 7 : Tindakan Pencegahan Untuk Penanganan

O. Informasi dibutuhkan untuk memikirkan rencana respon gawat darurat, prosedur pembersihan, metode pembuangan yang aman, yang dibutuhkan dalam penyimpanan, dan penanganan tindakan pencegahan harus detail pada bagian ini. Akan tetapi sering kali pabrik pembuat produk meringkas



informasi ini dengan satu pernyataan yang simple, seperti hindari menghirup asap atau hindari kontak dengan kulit.

P. Bagian 8 : Pengukuran Kontrol

Q. Metode yang direkomendasikan untuk control bahaya termasuk ventilasi, praktek kerja dan alat pelindung diri/Personal Protective Equipment (PPE) dirincin pada bagian ini. Tipe respirator, baju pelindung dan sarung tangan material yang paling resisten untuk produk harus diberitahu. Lebih dari rekomendasi perlindungan material yang paling resisten, HDSs boleh dengan simple menyatakan bahwa baju dan sarung tangan yang tidak dapat ditembus harus digunakan. Bagian ini cenderung menekankan alat pelindung diri daripada control engineering.

E. Latihan/Tes Formatif Kegiatan belajar 2

Untuk memperdalam pemahaman anda mengenai materi pada kegiatan belajar 2, maka kerjakan latihan berikut, dengan memilih jawaban yang paling benar:

1. Dalam suatu laboratorium disarankan selalau menggunakan alat pelindung, bila dalam laboratorium kita akan bekerja dengan zat-zat yang bersifat korosif, maka sebaiknya kita menggunakan pelindung....
 - a. Baju Lab, sarung tangan, masker dan kaca mata
 - b. Baju lab dan sarung tangan
 - c. Sarung tangan dan kacamata
 - d. Sarung tangan dan masker
2. Dalam menata alat laboratorium labu erlenmeyer sebaiknya disatukan dengan alat...
 - a. Beaker glass dan volumetri flask
 - b. Bunsen burner dan statif
 - c. *racks of test tubes* dan *rings stand*
 - d. triple beams dan crucible tongs
3. Beberapa contoh bahan kimia yang mudah terbakar adalah...
 - a. Tri nitro toluen, Natrium Hidroksida
 - b. Aseton, etanol
 - c. Natrium karbonat, Barium hidroksida



- d. Asam asetat, kalium hidroksida
4. Bahan reaktif adalah bahan yang bila bereaksi dengan air akan mengeluarkan panas dan gas yang mudah terbakar. Contoh bahan-bahan kimia tersebut adalah:
- Magnesium Hidroksida
 - Carbon dioksida
 - Barium sulfat
 - Natrium klorida
5. Bahan kimia korosif seperti asam trikloroasetat, asam sulfat, gas belerang dioksida dapat bereaksi dengan jaringan tubuh seperti kulit, mata, dan saluran pernapasan. Kerusakan yang terjadi oleh bahan-bahan kimia tersebut dapat berupa
- luka, peradangan, iritasi (gatal-gatal)
 - Alergi
 - Kulit terkelupas
 - Semua benar

C. Umpan Balik

Cocokkan jawaban anda dengan kunci jawaban Kegiatan Belajar 1 yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar, Kemudian gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor total}} \times 100 \%$$

Arti tingkat penguasaan : 90 - 100 % = baik sekali

80 - 89 % = baik

70 - 79 % = cukup

< 70 % = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 3. Bagus! Jika masih di bawah 80% anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama tentang bagian yang belum dikuasai.

**D. Kunci Jawaban Kegiatan Belajar 2**

1. A (Baju Lab, sarung tangan, masker dan kaca mata)
2. A (Beaker glass dan volumetri flask)
3. B (Aseton, etanol)
4. A (Magnesium Hidroksida)
5. D (semua benar)



KEGIATAN BELAJAR 3

MELAYANI KEGIATAN PRAKTIKUM KIMIA DI SEKOLAH/MADRASAH

Kompetensi yang diharapkan setelah anda mempelajari kegiatan belajar 3 adalah memiliki kemampuan melayani kegiatan praktikum kimia di sekolah/madrasah. Indikator yang harus anda kuasai adalah sebagai berikut :

- 3.1 Menyiapkan bahan sesuai dengan penuntun praktikum
- 3.2 Menyiapkan peralatan sesuai dengan penuntun praktikum
- 3.3 Melayani guru dan peserta didik dalam pelaksanaan praktikum

A. Menyiapkan Alat dan Bahan Sesuai Dengan Penuntun Praktikum Kimia

Penggunaan alat dan bahan kimia akan dilaksanakan dalam bentuk percobaan. Jenis percobaan/judul percobaan yang akan dilaksanakan merupakan percobaan-percobaan yang menggunakan sebagian besar alat kimia yang ada di laboratorium kimia sekolah/madrasah. Pelaksanaan percobaan secara garis besar terdiri dari dua macam, yaitu percobaan terbimbing dan percobaan mandiri. Yang dimaksud percobaan terbimbing adalah percobaan yang telah disediakan langkah-langkahnya, sedang percobaan mandiri adalah percobaan yang harus dilaksanakan dengan hanya diberi rambu-rambu berupa konsep, sub konsep dan saran penyajiannya saja. Setiap akhir pelaksanaan percobaan disusun laporan hasil percobaan. Isi laporan meliputi data, analisis data dan kesimpulan percobaan.

Dalam menyiapkan alat dan bahan untuk percobaan perlu diperhatikan lembar kerja siswa (petunjuk percobaan) yang akan digunakan, jenis alat, spesifikasi alat, serta jumlah set alat yang dibutuhkan untuk percobaan. Periksalah apakah semua komponen alat berfungsi dengan baik.

B. Contoh alat dan bahan yang diperlukan untuk percobaan kimia

Dalam petunjuk percobaan kimia pada umumnya dilengkapi dengan alat dan bahan yang dibutuhkan seperti contoh berikut ini.



Contoh 1. Percobaan Daya hantar Listrik Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit

1. Tujuan Percobaan : Menyelidiki daya hantar listrik larutan elektrolit dan non lektrolit
2. Alat/ bahan yang digunakan:

Tabel 3.1. Alat dan Bahan Percobaan Daya Hantar Listrik Larutan Elektrolit dan Elektrolit

No.	Nama Alat/Bahan	Jml
1.	Kit Alat Uji Elektrolit	1
2.	Beaker gelas 50 mL	6
3.	Larutan NaOH 1 M	10 mL
4.	Larutan KCl 1 M	10 mL
5.	Larutan Asam Sulfat 1 M	10 mL
6.	Larutan gula	10 mL
7.	Larutan cuka dixy 20%	10 mL
8.	Air jeruk Nipis	10 mL
9.	Kertas tissue	1 gulung

Lembar Kerja Laboran 3.1

Tujuan : Peserta pelatihan dapat menyiapkan peralatan dan bahan sesuai dengan kebutuhan percobaan daya hantar listrik larutan elektrolit dan non elektrolit.

Tugas:

1. Berdasarkan petunjuk praktikum di atas, alat dan bahan apakah yang diperlukan, serta jumlah yang dibutuhkan untuk siswa sebanyak 40 orang yang terdiri dari 8 kelompok.
2. Peralatan apakah yang tidak perlu disediakan untuk setiap kelompok percobaan.
3. Alat apakah yang perlu dibersihkan kembali agar terpelihara dengan baik.
4. Bagaimanakan proses penyimpanan kembali peralatan yang telah digunakan untuk percobaan.



5. Alat dan bahan apakah yang perlu menjadi perhatian laboran agar keamanan alat terjaga dan terpelihara dengan baik serta lingkungan laboratorium tetap bersih.
6. Bagaimana menangani sisa zat yang tidak terpakai setelah percobaan tersebut selesai dilakukan.

Contoh 2. Percobaan Titrasi Asam Basa

1. Tujuan Percobaan : Menentukan konsentrasi Asam cuka yang ada dipasaran dari produk tertentu.
3. Alat/ bahan yang digunakan:

Tabel 3.2. Alat dan Bahan Percobaan Titrasi Asam Basa

No.	Nama Alat/Bahan	Jml
1.	Biuret 50 mL	1
2.	Erlenmeyer 100 mL	1
3.	Pipet tetes 10 mL	1
4.	Tiang Statif dan klem	1
5.	Larutan NaOH 1 M	100 mL
6.	Larutan asam cuka	100 mL
7.	Indikator phenol ptalein (pp)	5 mL
8.	Kertas tissue	1 gulung

Lembar Kerja Laboran 3.2

Tujuan : Peserta pelatihan dapat menyiapkan peralatan dan bahan sesuai dengan kebutuhan percobaan titrasi asam-basa.

Tugas:

1. Berdasarkan petunjuk praktikum di atas, alat dan bahan apakah yang diperlukan, serta jumlah yang dibutuhkan untuk siswa sebanyak 40 orang yang terdiri dari 8 kelompok.
2. Peralatan/bahan apakah yang tidak perlu disediakan untuk setiap kelompok percobaan.



3. Alat apakah yang perlu dibersihkan kembali agar terpelihara dengan baik.
4. Bagaimanakan proses penyimpanan kembali peralatan yang telah digunakan untuk percobaan.
5. Alat dan bahan apakah yang perlu menjadi perhatian laboran agar keamanan alat terjaga dan terpelihara dengan baik serta lingkungan laboratorium tetap bersih.
6. Bagaimana menangani sisa zat yang tidak terpakai setelah percobaan tersebut selesai dilakukan.

Contoh 3. Penyiapan Larutan untuk Praktikum

Pada contoh 3 ini akan diberikan model kegiatan mandiri berkaitan dengan tugas laboran dalam membantu guru menyiapkan zat-zat yang dibutuhkan untuk pelaksanaan praktikum.

Lembar Kerja Laboran 3.3

Seorang guru meminta tolong laboran di sekolahnya untuk mempersiapkan berbagai larutan untuk keperluan praktikum. Selanjutnya guru tersebut memberikan daftar zat yang diperlukan seperti tabel dibawah ini :

Tabel. 3.3. Bahan Percobaan yang harus disiapkan

No.	Nama Bahan	Jml
1.	Larutan NaOH 1 M	100 mL
2.	Larutan NaOH 0,1 M	100 mL
3.	Larutan KCl 1 M	100 mL
4.	Larutan Asam Sulfat 1 M	100 mL
5.	Larutan CH ₃ COOH 2M	100 mL

Berdasarkan usulan bahan yang harus disiapkan pada tabel 3.3 maka rancanglah kegiatan yang akan dilakukan :

1. Tentukan alat dan bahan yang diperlukan untuk mempersiapkan larutan yang dipesan oleh guru.
2. Jelaskan bagaimana langkah-langkah membuat larutan NaOH 1 M sebanyak 100 mL.



3. Jelaskan bagaimana langkah-langkah membuat larutan NaOH 0,1 M sebanyak 100 mL.
4. Jelaskan bagaimana langkah-langkah membuat larutan KCl 1 M sebanyak 100 mL
5. Jelaskan bagaimana langkah-langkah membuat larutan asam sulfat 1 M sebanyak 100 mL, bila dalam laboratorium hanya terdapat larutan stok asam sulfat 18,1 M.
6. Jelaskan bagaimana langkah-langkah membuat larutan asam asetat 2 M sebanyak 100 mL, bila dalam laboratorium hanya terdapat larutan stok asam asetat 17,4 M.
7. Bagaimanakan proses penyimpanan kembali peralatan yang telah digunakan untuk penyiapan larutan tersebut.
8. Alat dan bahan apakah yang perlu menjadi perhatian laboran agar keamanan alat terjaga dan terpelihara dengan baik serta lingkungan laboratorium tetap bersih.
9. Bagaimana menangani sisa zat yang tidak terpakai setelah percobaan tersebut selesai dilakukan.
10. Alat pelindung apakah yang harus digunakan dalam proses penyiapan larutan tersebut.

C. Latihan

1. Aspek apakah yang perlu diperhatikan dalam menyiapkan alat dan bahan percobaan kimia?
2. Jelaskan mekanisme penyiapan alat dan bahan yang akan digunakan pada ketiga contoh percobaan tersebut.
3. Bagaimanakah peran laboran ketika dalam kegiatan praktikum, siswa mengalami kesulitan dalam pengambilan data terkait ada alat yang tidak berfungsi dengan baik. Berikan satu contoh terkait kasus tersebut.

D. Umpan Balik

Cocokkan jawaban anda dengan kunci jawaban Kegiatan Belajar 3 yang terdapat pada bagian Lampiran. Hitunglah jawaban yang benar,



Kemudian gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan anda terhadap materi Kegiatan Belajar 3.

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor total}} \times 100 \%$$

Arti tingkat penguasaan : 90 - 100 % = baik sekali

80 - 89 % = baik

70 - 79 % = cukup

< 70 % = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 4. Jika masih di bawah 80% anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 3, terutama tentang bagian yang belum dikuasai.