

B. 22

MANAJEMEN LABORATORIUM IPA

Persiapan Bagi Pendidik, Mahasiswa, dan
Laboran IPA

Seri 1

Kancono

FKIP UNIB

Manajemen Laboratorium IPA

Hak Cipta © 2010 pada penulis

*Penulis : Kancono
Desain Cover : Bustanuddin Lubis*

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektrinis maupun mekanis, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penulis

Penerbit:

Unit Penerbitan FKIP UNIB
Kampus Universitas Bengkulu
Jln. WR Supratman Kandang Limun Bengkulu
Telepon 0736 21186

Cetakan 1 Juni 2010

Perpustakaan Nasional RI: Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Manajemen Laboratorium IPA

Unit Penerbitan FKIP UNIB, 2010

xiv, 175 hlm. ; 14,8 x 21 cm

ISBN 978-602-8043-16-8

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	iii	
Daftar Isi	V	
Daftar Gambar	viii	
Daftar Tabel	xiii	
BAB I	TATA RUANG LABORATORIUM IPA	1
	A. Asas-asas Praktikum di Ruang Laboratorium	2
	B. Tata Ruang Tetap	3
	C. Tata Ruang Tidak Tetap	6
BAB II	PENGGUNAAN LABORATORIUM KIMIA	13
	A. Penjadwalan (Schedulling) Penggunaan Laboratorium di sekolah	14
	B. Penyediaan dan Penyiapan Alat dan Bahan Praktikum	17
	C. Pengelolaan Percobaan/Praktikum dan Petunjuknya	21
	D. Organisasi Pengelola Laboratorium di Sekolah	26
BAB III	KESELAMATAN KERJA DI LABORATORIUM KIMIA	28
	A. Penyebab Kecelakaan	29
	B. Sumber Kecelakaan	32
	C. Petunjuk Tentang Bahan Kimia yang Berbahaya Berdasarkan MSDS	40

	D. Sumber Informasi dan Penjelasan Penanggulangan sesuai MSDS	42
	E. Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan (P3K)	67
	F. Ketertiban, Kebersihan, dan Presensi/Absensi	70
	G. Tindakan Pencegahan Bahaya Kecelakaan di Laboratorium	76
BAB IV	PENYIMPANAN ALAT DAN BAHAN DI LABORATORIUM	88
	A. Penyimpanan alat	89
	B. Prinsip-prinsip Penyimpanan Alat	91
	C. Penyimpanan bahan-bahan kimia	92
	D. Penyimpanan Bahan Beracun, Bahan yang Mudah Terbakar, Campuran Berbahaya dan Bahan yang Mudah Meledak	95
BAB V	PERAWATAN ALAT DAN BAHAN KIMIA DI LABORATORIUM	97
	A. Klasifikasi alat-alat di Laboratorium Kimia	98
	B. Sumber Kerusakan Alat	103
	C. Cara Merawat dan Menyimpan Alat-Alat Laboratorium	107
	D. Cara Perawatan Alat-Alat Permanen dan Perlengkapan Lainnya	110
	E. Perawatan dan Penyimpanan Bahan-Bahan Kimia Perawatan Bahan-Bahan Kimia	113

BAB VI	RAKITAN ALAT PERCOBAAN, TATA TERTIB PRAKTIKUM, DAN FORMAT LAPORAN	117
A.	Rakitan Alat-Alat Untuk Kegiatan Praktikum	118
B.	Perakitan Alat Untuk Preparasi Kimia	121
C.	Ketrampilan dan Kerjasama dalam Praktikum	123
D.	Tata Tertib Praktikum Kimia di Laboratorium	125
E.	Format Laporan	136
BAB VII	PENANGANAN LIMBAH LABORATORIUM KIMIA	140
A.	Pengertian Limbah	141
B.	Konsep Manajemen Limbah	146
C.	Dasar Yuridis Pengelolaan Pembuangan Limbah	148
D.	Intruksi Kerja	149
E.	Metode Pembuangan Limbah Laboratorium Kimia	152
F.	Penanganan dan Pemusnahan Bahan Kimia Tumpahan	154
G.	Intruksi Kerja dan Penanganan Kecelakaan Karena Limbah Kimia	159
	DAFTAR PUSTAKA	164
	GLOSARIUM	166

BAB I

TATA RUANG LABORATORIUM IPA

Kompetensi yang diharapkan setelah mempelajari materi tentang Desain/Tata Ruang Laboratorium Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), meliputi:

1. Mengetahui asas-asas praktikum di laboratorium
2. Dapat membedakan jenis laboratorium berdasarkan kondisi tata ruang tetap dan tata ruang tidak tetap.
3. Dapat mengetahui kelengkapan bergerak dan kelengkapan tetap/permanen laboratorium kimia.
4. Mengetahui posisi beberapa peralatan penting dan bahan-bahan di laboratorium berdasarkan skema denahnya.

A. Asas-asas Praktikum di Ruang Laboratorium

Dalam kegiatan belajar mengajar di sekolah diperlukan penilaian aspek psikomotor guna mengetahui kompetensi siswa setelah mengikuti proses pembelajaran selama periode tertentu. Dalam kaitan dengan pendukung kegiatan teoritis di dalam ruang kelas maka diperlukan kerja laboratorium, yang berupa praktikum atau percobaan.

Suatu tempat untuk pelaksanaan kegiatan praktikum atau percobaan dapat berupa laboratorium alam (kebun biologi, *green chemistry laboratory*, dsb), sedangkan dalam suatu bangunan tertentu berupa ruang dengan persyaratan standar laboratorium.

Laboratorium dalam pendidikan IPA berarti suatu tempat di mana guru dan siswa melakukan kegiatan percobaan atau penelitian, sehingga laboratorium tidak selalu berarti gedung laboratorium tetapi dapat berupa kebun, lapangan dan lain-lain yang dipakai untuk kegiatan tersebut. Di samping itu ruangan kelas biasa atau ruangan lain dapat diubah menjadi ruangan laboratorium setelah mengalami penataan sedemikian rupa.

Laboratorium IPA khususnya kimia, mempunyai desain yang tertentu. Desain laboratorium berarti suatu tatanan dari komponen-komponen dan kelengkapan laboratorium, yakni menyangkut bentuk ruangan, bagian-bagian ruangan, perlengkapan, kemudahan atau fasilitas yang harus ada, dan posisi terhadap bangunan lain.

Tata ruang laboratorium kimia berarti suatu tatanan komponen pengisi ruangan Laboratorium Kimia, di mana letak meja-meja, bangku, berapa renggang barang-barang tersebut berjarak dan di mana letak bak-bak cuci, perlengkapan air, listrik dan gas, letak lemari, alat pengaman dan kotak P3K diletakan. Hal ini merupakan segi-segi yang harus diperhatikan dalam pengaturan tata ruang Laboratorium Kimia. Tata ruang tersebut dapat dibagi atas ruang tetap dan tata ruang tidak tetap.

B. Tata Ruang Tetap

Tidak ada dua sekolahpun yang memiliki lingkungan yang sama, sehingga letak laboratorium tidak bisa diseragamkan. Sebaiknya laboratorium diletakan dengan posisi arah utara-selatan karena arah demikian erat dengan banyaknya sinar matahari yang masuk dan ada sangkut pautnya dengan ventilasi cahaya alami.

Proyek penyediaan Laboratorium SMU dan SMP dari Kementerian Pendidikan Nasional dalam Buku Penuntun Perencanaan Pembangunan memberikan syarat sebagai berikut :

- a. Laboratorium tidak terletak di atas tanah pertanian dan tidak terletak di arah angin. Hal ini untuk menghindari pencemaran udara dalam lingkungan yang lebih luas.
- b. Letak laboratorium mempunyai jarak yang cukup jauh terhadap sumber air. Hal ini untuk menghindari pencemaran air di lain tempat yang berhubungan.

- c. Laboratorium harus mempunyai saluran pembuangan air pencuci agar tidak mencemari sumber air penduduk sekitar.
- d. Jarak laboratorium harus cukup jauh dari bangunan lain, agar ventilasi dan penerangan alami yang optimum dapat diperoleh (jarak minimal yang disyaratkan adalah 3 meter)
- e. Letak laboratorium mudah dikontrol dalam kompleks sekolah guna menjaga keamanan dari pencurian, kebakaran dan lain-lain. Dan pembangunannya tidak menyerobot untuk aktivitas lain bagi kepentingan yang lebih utama dan luas.

Adapun luas ruangan laboratorium bervariasi sesuai dengan macam dan jenisnya, yaitu:

- a. Ruang kegiatan belajar mengajar yang berisi perabotan seperti meja, kursi almari, rak, meja demonstrasi. Luas minimum $2,5 \text{ m}^2$ untuk tiap orang siswa, sehingga untuk tiap 50 orang siswa luas laboratorium 125 m^2 . bentuk ruangan sedemikian rupa sehingga siswa dapat duduk tidak berdempetan dan siswa paling belakangpun dapat melihat percobaan yang didemonstrasikan guru.
- b. Ruang persiapan, yaitu tempat guru dan laboran/pembantu laboratorium melakukan persiapan sebelum kegiatan praktikum atau demonstrasi dilakukan. Luas lantai 20 m^2 untuk laboratorium yang luasnya 100 m^2 sehingga tidak mengganggu kegiatan ruang lain.
- c. Ruang gudang terdiri dari ruang penyimpanan alat atau perkakas dan ruang penyimpan chemicalien (bahan-bahan kimia). Luas gudang minimum 20 m^2 . terpisahkan ruang ini karena sering terjadi perusakan perkakas oleh terkontaminasinya zat kimia.
- d. Ruang gelap, kegunaannya untuk proses pembuatan foto atau kegiatan yang mensyaratkan bebas cahaya seperti fotografi dan sablon. Luas minimum $2,5 \text{ m}^2$ yang disediakan untuk dua orang.
- e. Ruang timbang, ruangan ini khusus untuk menyimpan timbangan agar bebas dari pengaruh dan reaksi zat-zat/gas kimia korosif. Selain itu juga untuk menimbang zat-zat yang memerlukan kepekaan tinggi.
- f. Ruang kaca, ruangan ini disebut juga rumah kaca, yang digunakan untuk praktikum biologi. Ruang ini dibuat tersendiri memanjang dengan luas 5×15 meter. Ruang ini untuk menyimpan dan mengamati gerak dan proses hewan dan tumbuhan.
- g. Ruang Asam, di dalam ruangan ini terdapat lemari asam yang berguna untuk menyimpan zat kimia yang bersifat asam atau basa kuat yang mudah menguap. Ruang ini dipakai pula untuk percobaan reaksi kimia zat eksplosif dan menghasilkan gas iritan (mengganggu pernapasan dan kulit). Ruang ini dilengkapi dengan kipas angin listrik. Luas ruangan ini adalah $5 \text{ m} \times 10 \text{ m}$.



Gambar I.1. Ruang/ Lemari Asam untuk menyimpan bahan kimia yang korosif dan reaktif serta tempat untuk melakukan sintesis dan reaksi yang reaktif (photo hasil kunjungan kerja di Lab. Kimia UNM, Malang 25 Mei 2010)

- h. Ruang Pembimbing Praktikum, ruangan ini diperuntukan bagi para asisten praktikum untuk istirahat dan koreksi laporan. Di dalamnya terdapat buku-buku literatur praktikum. Selain itu banyak juga dilengkapi dengan alat-alat dapur sekadarnya untuk memasak air dan membuat makanan seperti susu bubuk untuk menetralsir gangguan keracunan zat walaupun dalam konsentrasi kecil.

C. Tata Ruang Tidak Tetap

Tatanan dalam ruang ini terdiri dari perabotan yang mudah dipindah-pindahkan. Penempatan perabotan ini harus mempertimbangan hal-hal sebagai berikut :

1. Keamanan ; penempatan perabotan harus menghindari penyebab kecelakaan.
2. Kemudahan; penempatan perabotan harus sedemikian rupa sehingga mudah di dapat jika diperlukan.

3. Keleluasaan; penempatan perabotan harus memungkinkan guru dan siswa untuk bebas bergerak dalam melakukan percobaan.
4. Keindahan; penempatan perkakas/perabotan harus memberikan rasa kenyamanan dan keindahan dan enak dipandang.
5. Kefisikaan; penempatan perabotan/perkakas/zat harus memperhitungkan pengaruh cahaya, listrik, dan panas.
6. Kekimiaan; penempatan perabotan/perkakas/zat kimia harus mempertimbangkan adanya pengaruh uap/gas kimia, kelembaban, kontak korosif antarlogam dan gas/zat.
7. Kebiologian; penempatan perkakas harus memperhitungkan kemungkinan hidupnya tumbuhan, jamur, binatang dan lain-lain.

Beberapa macam alat perlengkapan non-permanen atau berupa benda laboratorium yang dapat/mudah dipindahkan, antara lain :

1. Meja

- a) Meja kerja siswa, ukuran disesuaikan dengan kegunaannya, untuk praktikum kimia, tinggi meja tidak kurang dari 85 cm. Namun bila memungkinkan dilengkapi dengan meja yang digunakan untuk pengamatan sambil duduk, tinggi 70 cm dan lebar 70 cm. Meja ini dapat digeser atau dipindah-pindahkan sesuai ruangnya.
- b) Meja kerja guru; ukuran tinggi 90 cm dan permukaan meja 100 cm x 120 cm. Meja ini dilengkapi dengan lemari dan laci di bawahnya.
- c) Meja demonstrasi; diletakan di depan papan tulis dan di tempatkan di atas dasar lantai yang agak tinggi (kira-kira tinggi 20 cm), agar semua siswa dapat melihat dengan jelas suatu demonstrasi. Ukuran panjang 120 cm, lebar 60 cm, dan tinggi 90 cm. Meja ini dipasang secara permanen dengan dilengkapi aliran listrik, air dan bak cuci di sampingnya. Sedangkan tebal daun meja antara 1,5 cm sampai dengan 3,0 cm.
- d) Meja dinding; diletakan pada sisi dalam ruang laboratorium dan di bawah jendela. Meja ini digunakan untuk kegiatan yang menggunakan mikroskop, refraktometer, spektrometer, meletakan botol-botol zat dan akuarium. Pada jarak 2,5 atau 3 meter, dapat dipasang bak-bak dan bak cuci. Meja ini sesungguhnya permanen letaknya. Namun, ada teknik baru sehingga meja ini dapat didorong atau dipindahkan.
- e) Meja tempat menimbang; meja ini khusus untuk melakukan penimbangan, alasnya datar dan tidak bergetar untuk penimbangan menggunakan neraca analitis.
- f) Meja khusus; meja ini disediakan khusus untuk penyimpanan gula, kopi, susu dan makanan. Hal ini perlu karena dengan persediaan ini untuk pemberiaan bantuan pada siswa yang memerlukan, untuk menjamin daya tahan fisik selama praktikum.



Gambar I.2. Ruangan dan Meja Praktikum Kimia (photo hasil kunjungan ke Lab. Kimia UM, Malang, 25 Mei 2010)

2. Lemari dan rak

- a. Lemari belajar siswa; lemari alat listrik beserta perlengkapannya, lemari pameran untuk memperlihatkan model, specimen, awetan dan lain-lain, lemari buku/tas, lemari bahan kimia/bahan lain yang segera akan digunakan, lemari untuk menyimpan bahan /alat yang akan dipakai dalam praktikum. Lemari ini terletak di ruang belajar siswa.
- b. Lemari di ruang kerja guru; lemari untuk menyimpan buku, map, dokumen kegiatan lab, lemari untuk menyimpan alat khusus seperti mikroskop.
- c. Lemari di gudang alat/zat; lemari untuk menyimpan alat yang terbuat dari besi, kayu dan plastik; lemari untuk menyimpan perkakas seperti gergaji, bor, gunting, pisau dan lain-lain.

3. Media pandang; meliputi papan tulis, chart, poster, sistem periodik, daftar tekanan uap, papan pengumuman, daftar piket, daftar tata tertib, gambar model, papan pesan dan lain-lain.

Sedangkan perlengkapan permanen yang semestinya ada dalam kesatuan laboratorium sekolah adalah :

1) Kebun

Adanya kebun di lingkungan gedung laboratorium juga merupakan kelengkapan laboratorium alam dengan komponen komunitas kehidupan di dalamnya seperti tumbuhan, binatang, jamur, batu dan organisme lain yang bersangkutan paut dengan kimia lingkungan secara langsung ataupun tidak langsung.

Kebun sebagai media laboratorium alam disarankan memenuhi beberapa prinsip sebagai berikut :

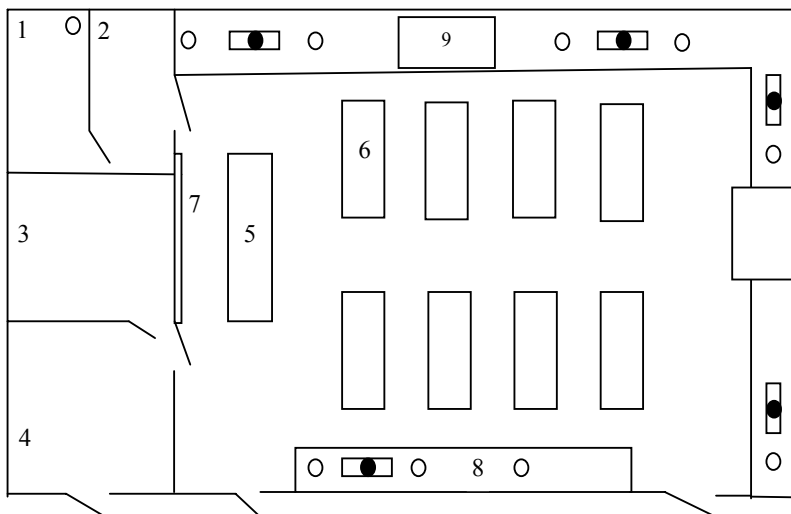
- a. Kebun harus dapat berfungsi sebagai laboratorium terbuka, sehingga kegiatan pengamatan kimiapun dapat dilakukan.
- b. Kebun harus dapat menjadi paru-paru yang mampu menetralsir pencemaran udara, dan aspek psikologis/tempat refreshing.
- c. Kebun dapat memberikan perasaan nyaman dan indah bagi lingkungannya.

Dengan prinsip ini, kebun dapat dibuat di dekat/pinggir laboratorium atau kelas. Ragam tanaman dan isi kebun dapat disesuaikan dengan keperluan pelajaran atau apotek hidup, warung hidup dan lain-lain. Sebagai pengembangan lebih lanjut adalah adanya rumah kaca yang sebaiknya terletak menyatu dengan kebun.

Kebun merupakan alternatif tempat dalam praktikum IPA dan kimia, khususnya Kimia Lingkungan untuk mengadakan penelitian hubungan beberapa variabel kimia dan kehidupan langsung yang dirasakan oleh peneliti.

2) Maket atau Contoh Denah Laboratorium

A. Denah tata ruang tetap laboratorium kimia

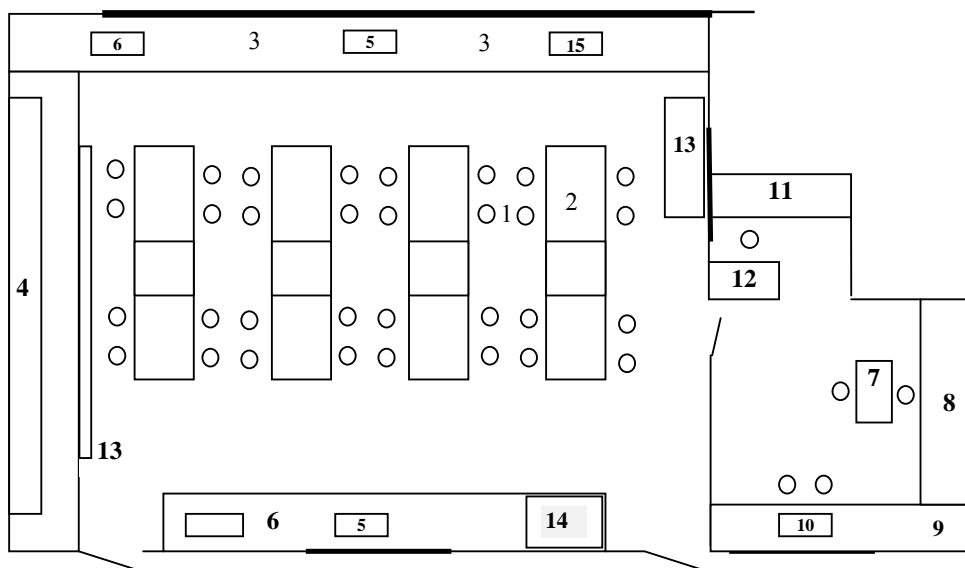


Gambar I.3. Denah tata ruang tetap laboratorium kimia

Keterangan :

- | | | |
|-------------------|------------------------|---------------------------|
| ○ : stop kontak | 3 : Gudang | 7 : Papan tulis |
| ■ : Bak cuci | 4 : Ruang perlengkapan | 8 : Meja dinding |
| 1 : Ruang gelap | 5 : Meja demonstrasi | 9 : Almari Asam |
| 2 : Ruang timbang | 6 : Meja Siswa | 10 : Shower pembasuh mata |

B. Denah tata ruang tidak tetap laboratorium kimia



Gambar I.4. Denah tata ruang tidak tetap laboratorium kimia

Keterangan :

1 : Meja praktikum	6 : Bak cuci	11 : Rak/ Almari Jas Praktik
2 : Bangku	7 : Meja guru/Laboran	12 : Meja Asisten
3 : Rak alat-alat	8 : Almari Buku/Berkas	13 : Papan tulis
4 : Almari/Rak zat	9 : Almari neraca timbang	14 : Shower pembasuh Mata
5 : Almari asam	10 : Tempat timbangan	15 : Oven

Dari denah tersebut nampak adanya beberapa perbedaan kelengkapan laboratorium tetap dan tidak tetap, namun demikian ketidak lengkapan tersebut bukan berarti mengurangi kapasitasnya sebagai tempat untuk melakukan kerja-kerja percobaan dan penelitian. Hal demikian karena dari yang satu dengan yang lainnya dapat dicarikan kelengkapannya pada tempat lain. Perbedaan prinsip terletak pada perlengkapan yang dapat bergerak (dapat dipindah-pindah) dan tata ruang serta kapasitas ruangan untuk penanggungjawab atau asisten laboratorium. Sedangkan pada laboratorium tetap memiliki fasilitas umum yang standar tidak dapat lagi dipindahkan.

Pada dekade sekarang desain ruang sudah banyak berkembang, sehingga perubahan kontruksi dan struktur ruangan sudah mengalami modifikasi. Modifikasi yang ada pada umumnya untuk mengantisipasi pencahayaan sinar langsung dari Matahari, kran besar aliran air untuk pemadam kebakaran, penempatan pendeteksi (*detector*) asap dan zat bahaya, jalan menuju tempat perlindungan jika secara mendadak terjadi hal-hal yang tak terduga dalam kegiatan laboratorium.

BAB II

PENGGUNAAN LABORATORIUM KIMIA

Kompetensi yang diharapkan setelah mempelajari materi tentang Penggunaan Laboratorium Kimia, meliputi:

1. Dapat membuat penjadwalan (*schedulling*) penggunaan laboratorium di sekolah
2. Mengetahui cara penyiapan alat-alat dan bahan-bahan praktikum di sekolah
3. Memahami tata cara percobaan/praktikum dan petunjuk atau penuntunnya
4. Mengetahui sistem administrasi penggunaan alat dan bahan-bahan kimia.
5. Mengetahui sistem organisasi pengelola laboratorium di sekolah

A. Penjadwalan (*Schedulling*) Penggunaan Laboratorium Di Sekolah

Dalam penjadwalan perlu diperhatikan kesesuaian waktu dengan kegiatan (eksperimen atau demonstrasi) yang sesuai dengan program studi dan pokok bahasan menurut kurikulum sekolah. Hari besar, hari libur dan hari-hari sekolah harus diperhatikan Selain itu perlu dipertimbangkan waktu untuk evaluasi program atau inventarisasi serta rehabilitasi laboratorium jika memungkinkan. Rehabilitasi dan inventarisasi meliputi kegiatan pencatatan kembali, penyusunan alat dan bahan kimia, pengadaan alat dan bahan kimia dan perbaikan susunan perabotan atau perbaikan gedung laboratorium.

Contoh program kegiatan laboratorium untuk siswa SMU Raflesia Jaya, kelas X semester 3 sebagai berikut :

Selama semester 3 yang berisi 16 minggu, 8 minggu digunakan untuk kegiatan praktikum, sedangkan sisanya digunakan untuk persiapan (3 minggu), untuk ujian akhir (2 minggu) dan 3 minggu lainnya untuk inventarisasi dan pembuatan laporan keadaan laboratorium serta usulan pengadaan bahan dan alat-alat praktikum. Berikut ini Form untuk perencanaan penjadwalan :

Praktikum : **Guru bid.studi** :.....
Kelas/sem : **Laboran** :.....
Tahun :

Bulan I				Bulan II				Bulan III				Bulan IV					
Minggu				Minggu				Minggu				Minggu					
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Persiapan			Praktikum.....								Ujian Semester		Inventarisasi, rehabilitasi dan pengadaan			

Gambar II.1. Contoh tabel form untuk perencanaan penjadwalan

Dalam semester 3 ini praktikum yang akan dilaksanakan sebanyak 8 percobaan dengan 16 judul sesuai dengan materi pelajaran kimia yang dipelajari semester ini.

Mengingat jumlah kelas paralel program A₁ dan A₂ semua 4 kelas, maka harus diatur seperti gambar tabel berikut disesuaikan dengan kredit semester yang tercantum dalam kurikulum :

Jadwal Praktikum Kimia

Bulan :

Minggu ke : 4

Minggu ke	Hari ke	Jam ke	Percobaan (banyaknya)	Kelompok praktikum			
				A1.1	A1.2	A1.3	A1.4
4	1	1	1	1	2	3	4
		2	1	2	1	4	3
	2	1	1	3	4	1	2
		2	1	4	3	2	1

Gambar II.2. Contoh form penjadwalan untuk kelas paralel

Hubungan antara kegiatan belajar mengajar dengan praktikum dituangkan dalam Keputusan Mendiknas RI : NOMOR 232/U/2000 : tentang Pedoman Penyusunan Kurikulum Pendidikan Tinggi Dan Penilaian Hasil Belajar Mahasiswa **Pasal 1 Nomor urut 14**, yaitu bahwa : Satuan kredit semester selanjutnya disingkat SKS adalah takaran penghargaan terhadap pengalaman belajar yang diperoleh selama satu semester melalui kegiatan terjadwal per minggu sebanyak 1 jam perkuliahan atau 2 jam praktikum, atau 4 jam kerja lapangan, yang masing-masing diiringi oleh sekitar 1 - 2 jam kegiatan terstruktur dan sekitar 1 - 2 jam kegiatan mandiri.

Pengertian secara umum dapat dianalogikan juga bagi kegiatan belajar mengajar di tingkat bawahnya, yaitu pada jenjang sekolah menengah. Sehingga diketahui bahwa 1 sks (satuan kredit semester) dalam praktikum berarti kegiatan laboratorium selama 50 menit dan kegiatan di luar laboratorium/sekolah selama 40 menit. Oleh karenanya waktu waktu harus digunakan seefektif mungkin. Untuk kegiatan di laboratorium dapat dirinci sebagai berikut :

2 sks untuk praktikum berarti 2 x 50 menit = 100 menit.

15 menit untuk penjelasan dan demonstrasi oleh guru.

60 menit untuk praktikum/percobaan oleh siswa.

10 menit untuk pemeriksaan lembar kegiatan siswa.

15 menit untuk mengerjakan soal-soal dan pertanyaan-pertanyaan.

Sedangkan untuk kegiatan praktikum di luar jam sekolah di mana waktu yang disediakan cukup sempit, dapat dirinci seperti berikut ini :

2 sks berarti 2 x 40 menit = 80 menit.

10 menit untuk penjelasan dan demonstrasi.

60 menit untuk praktikum/pengamatan.

10 menit untuk pemeriksaan jurnal/hasil lembar kegiatan.

Sedangkan persoalan-persoalan selama kegiatan dapat ditanyakan pada waktu pelajaran teori diberikan.

B. Penyediaan dan Penyiapan Alat dan Bahan Praktikum

Jenis alat dan jumlahnya perlu dipersiapkan sebanyak 1 set untuk setiap percobaan sesuai buku penuntun praktikum yang dipakai. Jumlah masing-masing dilipatgandakan menurut banyaknya kelompok per kelas jika praktikum dilakukan per kelompok.

Persiapan/penyediaan bahan praktikum harus diperhitungkan sesuai dengan perumusan sebagai berikut :

$$\text{JP} = (\text{JK} \times \text{BK} \times \text{JZ} \times \text{FP}) + 25\%(\text{JK} \times \text{BK} \times \text{JZ} \times \text{FP})$$

Keterangan :

- JP : Jumlah pereaksi/zat-zat yang akan direaksikan dalam gram atau mililiter.
JK : Jumlah kelompok praktikum dalam satu kelas.
BK : Banyaknya kelas paralel yang akan melakukan praktikum.
JZ : jumlah gram atau mililiter zat yang dibutuhkan untuk kali percobaan.
FP : frekwensi pengulangan percobaan.
25% : persediaan alat dan bahan untuk percobaan yang gagal.

1. Pereaksi

Pengetahuan tentang pereaksi sangat perlu karena banyak percobaan memerlukan ketelitian dan ketepatan konsentrasi sehingga percobaan dapat diamati dan berjalan baik. Pereaksi yang berbentuk larutan dapat dibuat dari padatan yang dilarutkan di dalam air atau pelarut lain yang disyaratkan. Pembuatan larutan ini dapat dilakukan secara kuantitatif setelah menghitung konsentrasi yang diinginkan.

Penggolongan beberapa pereaksi kimia yang sering ditemui berikut ini sangat penting untuk dipahami :

- Pereaksi **S** (*soluble* atau mudah larut) : berupa larutan yang mudah dibuat dengan melarutkan sejumlah zat padatnya.
Contoh : KCl, CaCO₃, BaSO₄, NaCl, KNO₃, CuSO₄, KCrO₄.
- Pereaksi **H** (*Hydrizable* atau mudah menghidrolisa) : berupa larutan yang ketika dilarutkan ke dalam air akan langsung menghidrolisa sehingga menghasilkan keadaan yang tidak diharapkan.
Hal demikian dapat diatasi dengan melarutkannya terlebih dahulu ke dalam larutan asam pekat.
Contoh : Untuk membuat SnCl₂ 0,5 M, 113 gram SnCl₂.H₂O dilarutkan dahulu ke dalam 170 mL HCl pekat, kemudian dipanaskan dan diencerkan sampai 1 liter dengan air, sebagai pengawet tambahkanlah keping logam Sn.
- Pereaksi **Hd** (*Hydrolizable after dilution* atau mengalami peristiwa hidrolisa setelah dilakukan pengenceran); berupa larutan zat yang mudah mengalami kekeruhan setelah pengenceran. Hal ini dapat diatasi dengan menambah sedikit asam pekat sesuai dengan sisa asam yang tertulis pada rumus kimianya.
Contoh : CuSO₄, HgSO₄.

- c. Pereaksi **Ex** (*Exothermic* atau mengeluarkan panas) ; berupa larutan yang ketika pembuatannya menghasilkan panas yang banyak. Hal ini dapat diatasi dengan menemukannya di dalam bejana berisi air dingin.
Contoh : pembuatan H_2SO_4 encer dari larutan pekatnya, pembuatan larutan NaOH dari NaOH pekat.
- d. Pereaksi **En** (*Endothermic* atau menerima panas) : berupa larutan yang ketika dibuat menjadi dingin atau harus memerlukan panas sedikit, hal ini dapat dihindari dengan pemberian sedikit pemanasan untuk menghindarkan pecahnya gelas beaker karena perubahan suhu yang tiba-tiba.
Contoh : pembuatan dan reaksi NH_4Cl , NH_4SCN .
- e. Pereaksi **Hy** (*Hygroscopic* atau menyerap air) ; berupa padatan atau larutan yang apabila penyimpanannya kurang tertutup baik, akan mengembang karena menyerap air dari udara, sehingga konsentrasinya menurun.
Contoh : Silika Gel, $CaCl_2$, H_2SO_4 .
- f. Pereaksi **Po** (*polluted* atau mudah tercemar) berupa larutan yang mudah bereaksi atau teroksidasi-reduksi oleh gas dalam udara seperti CO_2 , NH_3 dan lain-lain.
- g. Pereaksi **Ev** (*Evaporated* atau mudah menguap) ; berupa larutan yang zat pelarutnya mudah menguap pada suhu kamar.
Contoh : HCl, NH_4OH , HNO_3 , H_2SO_4 , Formalin, Alkohol, H_2O_2 .
- h. Pereaksi **Ox** (*Oxidizable* atau mudah teroksidasi): berupa larutan yang dapat segera berubah kemurnian atau warnanya bila terkena udara langsung atau zat oksidator.
- i. Pereaksi **Re** (*Reduceable* atau mudah tereduksi) : berupa larutan yang mudah berubah kemurniannya karena sifat oksidatornya yang kuat.
Contoh : $KMnO_4$, H_2O_2 .
- j. Pereaksi **Bc** (*Bacterizable* atau mudah rusak karena bakteri)
Contoh : Gelatin, glukosa, dextrosa, karbohidrat dan lain-lain.
- k. Pereaksi **Pc** (*Photochemical* atau mudah berubah karena pengaruh cahaya) ; berupa larutan atau padatan yang mudah dan rusak oleh cahaya karena reaksi fotokimia. Chemicalien ini harus disimpan dalam botol berwarna gelap.
Contoh : $AgNO_3$, $KMnO_4$, $AgCl$.
- l. Pereaksi **Rm-1** (*ready made* atau harus dibuat baru) : pereaksi ini harus dibuat segar atau baru karena mudah berubah atau tidak efektif bereaksi bila telah lama.
Contoh : $KMnO_4$, $Na_3Co(NO_2)_6$.
- m. Pereaksi **Rm-2** (*ready mixed* atau baru dicampur bila akan digunakan) ; berupa larutan yang apabila akan direaksikan harus dicampur dahulu dan bila campuran tidak berurutan dapat memberikan kelainan hasil reaksi.
Contoh : larutan Fehling

- n. Pereaksi **In** (*indicator* atau zat penunjuk); berupa larutan khusus yang konsentrasinya rendah sekitar 0,1 sampai 1%.
Contoh : Fenolftalein, Brom Timol Biru, Metil merah.
- o. Pereaksi **Sp** (*special* atau khusus); adalah larutan yang zat terlarutnya khusus dan kegunaannya juga khusus.
Contoh : Nesler, Hopkins Cool, Schiff, yang umumnya pereaksi organik.
- p. Pereaksi **Ic** (*inconventional* atau istimewa); adalah larutan yang pembuatannya sedikit sulit, dan kalau tidak digunakan, tidak akan dibuat karena harganya yang mahal.
Contoh : Seng Uranil Asetat.

C. Pengelolaan Kegiatan Percobaan/ Praktikum Dan Petunjuknya

Tata cara atau prosedur praktikum adalah aturan main dalam melakukan kegiatan di laboratorium. sedangkan petunjuk adalah buku yang memuat langkah-langkah eksperimen dan pengamatan sesuai lembar kerja yang diharapkan. Isi penuntun percobaan atau setiap eksperimen dapat disusun sesuai garis besar yang ditetapkan oleh lembaga yang bersangkutan atau umumnya mempunyai garis besar sebagai berikut:

1. Dasar teori atau tinjauan pustaka.
2. Alat dan bahan yang diperlukan.
3. Cara kerja.
4. Lembar kerja, pengamatan, tabel isian.
5. Pertanyaan.
6. Hitungan dan
7. Tugas.

Kemudian dapat pula didahului dengan pertanyaan-pertanyaan pra-eksperimen. Hal ini dapat menghindarkan siswa dari ketidaksiapan pengetahuan sekitar eksperimen yang akan dilakukan. Kemudian disertai rangkaian atau gambar rangkaian alat serta tugas untuk persiapan bahan dan alat sebelumnya. Di dalamnya harus dijelaskan ada tidaknya kemungkinan negatif seperti kecelakaan karena alat atau bahan dan kegagalan lainnya. Dan diakhiri dengan daftar pustaka.

C. 1. Administrasi Penggunaan Alat Dan Bahan

Praktikan atau siswa yang akan praktikum harus mempersiapkan dulu rencana alat yang akan dipakai dan untuk dipinjam melalui laboran dengan mengisi formulir peminjaman alat. Adapun contoh bentuk formulir peminjaman alat seperti berikut :

FORMULIR PEMINJAMAN ALAT

Tgl/Jam Praktikum : Paraf Petugas
Nama peminjam/siswa :
Kelompok/kelas/sem. :

No	Nama alat dan Merek	Ukuran	Jumlah	Keterangan keadaan/kembali

Paraf peminjam
.....

Persetujuan Petugas
.....

Gambar II.3 : Contoh form untuk peminjaman alat

Sedangkan contoh formulir permintaan bahan praktikum seperti berikut ini :

FORMULIR PERMINTAAN BAHAN

Tgl/Jam Praktikum :/.....
Nama peminta/siswa :
Kelompok/kelas/sem. :

No	Bahan yang diminta	Jumlah	Keterangan

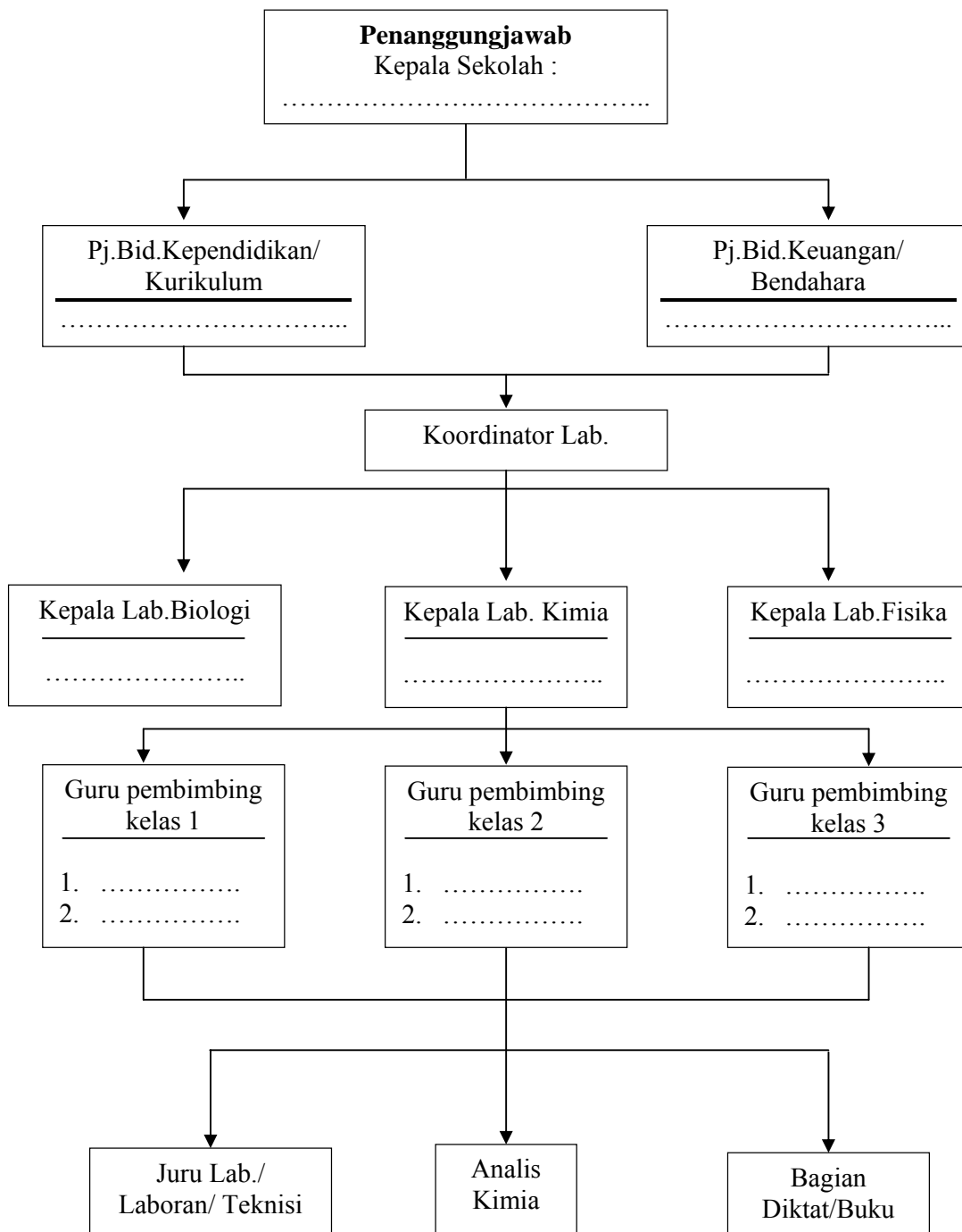
Paraf pemohon
.....

Persetujuan Petugas
.....

Gambar II.4 : Contoh form permintaan bahan

D. Organisasi Pengelola Laboratorium di Sekolah

Organisasi pengelolaan laboratorium ini perlu dipajang di dinding laboratorium yang mudah dipandang mata dan dibaca. Hal ini agar jelas diketahui siap-siapa penanggungjawab yang membawahi dan menangani kegiatan dan keperluan laboratorium. Contoh alur penanggungjawab atau pengelola laboratorium :



Gambar II.6 : Contoh alur penanggungjawab atau pengelola laboratorium

BAB III

KESELAMATAN KERJA DI LABORATORIUM KIMIA

Kompetensi yang diharapkan setelah mempelajari materi tentang Keselamatan Kerja Di Laboratorium Kimia, meliputi:

1. Dapat memahami dan mengetahui penyebab kecelakaan
2. Dapat memahami dan mengehau sumber Kecelakaan
3. Mengetahui simbol-simbol zat berbahaya berdasarkan sifat-sifatnya
4. Memahami petunjuk tentang bahan kimia yang berbahaya berdasarkan MSDS
5. Memahami cara interpretasi sumber informasi dan penanggulangan sesuai MSDS
6. Dapat menginterpretasi label dan pembacaan MSDS
7. Memahami cara melakukan pertolongan pertama pada kecelakaan (P3K).
8. Memahami prinsip-prinsip dan kegunaan Ketertiban, Kebersihan dan Presensi/Absensi
9. Mengetahui cara-cara tindakan pencegahan bahaya kecelakaan di laboratorium

A. Penyebab Kecelakaan

Kecelakaan terjadi pada pekerjaan apapun, di manapun dan kapanpun bila musibah memang sudah semestinya terjadi. Namun sedikit banyak kita harus dapat mengetahui akan adanya bahaya (waspada) terhadap kemungkinan yang akan terjadi dalam suatu praktikum.

Beberapa penyebab terjadinya kecelakaan di laboratorium kimia adalah sebagai berikut :

1. Kurangnya pengetahuan dan pemahaman tentang alat, bahan dan proses.
2. Kurangnya instruksi dan pengawasan dari pembimbing.
3. Kekeliruan dalam merencanakan atau mendesain prosedur percobaan.
4. Kurang cermat atau tepat dalam merangkai alat.
5. Kurang baiknya pengaman, pelindung badan maupun alat pengaman lainnya.
6. Tidak dipatuhinya instruksi atau aturan tata tertib.
7. Tidak cermat dan teledor dalam melakukan percobaan.

Semua bencana dapat dihindari apabila semua praktikan atau siswa mematuhi tata tertib dan tahu benar tanggungjawabnya.

Usaha untuk menghindarkan diri dari kecelakaan laboratorium tersebut sangat tepat apabila diikuti dengan memadukan tindakan pengamanan sesama kawan sekerja. Yang penting dalam hal ini adalah sikap mental yang siap terhadap zat yang mungkin berbahaya dan tahu apa yang harus dikerjakan bila kecelakaan terjadi.

Upaya pencegahan; beberapa peringatan umum berikut merupakan upaya untuk mencegah terjadinya bermacam-macam kecelakaan yang terjadi di laboratorium :

1. Mendesain tempat kerja serapi mungkin. Hindarkan lorong yang sesak, kertas yang berserakan, menyimpan barang pada tempat yang semestinya. Khusus kotak P3K harus mudah dijangkau secara cepat.
2. Setiap praktikan yang menggunakan lab harus tahu persis tempat dan cara penggunaan perlengkapan darurat, pemadam kebakaran dan pencuci mata.
3. Gunakan alat atau tabir pelindung yang sesuai dan tepat dalam melakukan percobaan seperti penggunaan masker, kacamata pelindung atau noise filter.
4. Meneliti jika kemungkinan timbul bahaya pada percobaan yang akan dilakukan.
5. Memberi tanda peringatan yang jelas di dekat setiap alat, reaksi atau kondisi yang berbahaya.
6. Membuang bahan buangan pada tempat khusus. Bahan buangan tersebut misalnya cairan, kaca, sobekan kain, kertas dan lain-lain.

7. Menjaga agar suasana praktikum tenang dan tetap waspada bila ada kecelakaan. Melaporkan kejadian yang terjadi pada pembimbing bila ada yang terluka sehingga dapat segera diatasi.
8. Membuat catatan terinci mengenai terjadinya kecelakaan yang terjadi di laboratorium. Contoh catatan mengenai terjadinya kecelakaan adalah sebagai berikut :

Tanggal/Hari/jam	Jenis kecelakaan	Nama Korban	Cara mengatasi
Penanggung Jawab : (nama dan tanda tangan)		Saksi-saksi (nama dan tanda tangan)	

Gambar III.1 : Contoh catatan mengenai terjadinya kecelakaan

Perlengkapan keamanan; perlengkapan keamanan dapat dibagi menjadi dua golongan yaitu :

1. Perlengkapan pengaman untuk melindungi orang dan barang dalam keadaan darurat atau kejadian yang tidak terduga.
2. Perlengkapan pengaman untuk melindungi diri dari kecelakaan yang telah dapat diduga sebelumnya.

Perlengkapan untuk keadaan darurat harus disediakan sedini mungkin misalnya alarm, pemadam kebakaran, keran air/pancur, botol cuci mata, pasir, pintu darurat dan karung basah. Untuk bahan yang bersifat korosif atau dapat menimbulkan pencemaran, perlindungan diberikan secara instruksi untuk hati-hati dan menggunakan pelindung celemek, jas lab, sarung tangan, kaca mata pelindung, sepatu dan tabir atau layar pelindung.

B. Sumber Kecelakaan

Sumber kecelakaan bukan hanya disebabkan oleh bahan kimia saja, tetapi juga karena proses mekanis, listrik, biologis, radioaktif, api dan lain-lain.

1. Bahaya bahan kimia

Pada beberapa botol chemicalien dari pabrik yang membuat, biasanya tercetak pada label atau etiket mengenai gambar lambang bahaya dan keterangan laian mengenai kepekatan, konsentrasi, wujud zat dan campurannya. Untuk gambar lambang zat-zat dalam label seperti berikut ini :

a. Gambar **Lambang E** (Explosive atau mudah meledak)



Suatu simbol dengan lambang bulatan pecah dan memancarkan energi panas. Zat ini dapat meledak pada kondisi tertentu. Perlu diperhatikan untuk dihindarkan dari pukulan atau tumbukan, perubahan tiba-tiba atau guncangan, gesekan, bunga api, percikan dan panas.

b. Gambar: **Lambang O** (Oxidizing substance atau zat yang dapat mengoksidasi).



Gambar bulatan dengan nyala api. Zat ini dapat membakar atau memperhebat api sehingga sulit dipadamkan. Jauhkan dari bahan yang mudah terbakar. Contoh : KMnO_4 , Na_2O , Benzena, spiritus alkohol dan lain-lain.

c. Gambar **Lambang F** (flameable atau mudah menyala)



Zat ini sangat mudah menyala bersama, oleh karena itu, hindarkanlah dari kontak dengan udara.

Contoh :

- Alkil-alkil Aluminium Argometana
- Butana, berwujud gas dan mudah menyala.
- Propana bersifat mudah menyala
- Litium(Li), Natrium (Na), Natrium Boro Hidrida bersifat membentuk gas dan menyala bila kena air.
- Bensin dan cairan yang mudah menyala di bawah 21°C . Hindarkanlah dari percikan bunga api.

d. Gambar **Lambang T** (Toxic).



Zat ini sangat berbahaya jika terhisap masuk melalui pernapasan atau kulit, karena dapat mengakibatkan kematian bila dalam konsentrasi kecil.

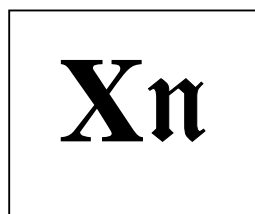
Usaha mengatasinya :

Hindarkan kontak langsung dengan tubuh dan langsung periksa ke dokter bila merasa ada kelainan.

Contoh :

- Arsen Tri Oksida (As_2O_3)
- Merkuri Fluorida, Merkuri Klorida (Sublimat; HgCl) dan logam-logam berat lainnya.

e. Gambar **Lambang Xn** (Harmful atau merugikan).



Zat ini bisa menimbulkan kerusakan bila terabsorpsi oleh badan.

Upaya mengatasinya :

Hindarkanlah kontak dengan tubuh, jangan menghisap uapnya, segera minta pertolongan dokter bila ada kelainan.

f. Gambar **Lambang C** (Corrosive)



Zat ini dapat merusak jaringan tubuh maupun alat.

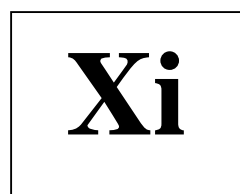
Upaya mengatasinya :

Hindarkanlah kontak langsung dengan kulit, jangan diisap, jangan sampai menyentuh pelindung yang terbuat dari plastik dan serat.

Contoh :

Fluor water, Brom, asam sulfat, asam klorida, asam nitrat dan lain-lain.

g. Gambar **Lambang Xi** (irritating)



Zat ini dapat menyebabkan sakit pada kulit, mata dan organ pernapasan.

Upaya mengatasinya :

Jangan dihisap, hindarkan kontak langsung.

Contoh :

Larutan amonium benzil klorida

Bahan-bahan di atas harus disimpan secara tunggal dan tidak bercampur, karena uapnya dapat menjadi zat yang berbahaya.

Berikut ini daftar zat-zat atau bahan kimia dari campuran-campuran zat yang dapat berbahaya.

Tabel III.1 : Daftar zat-zat kimia dari campuran-campuran zat yang dapat berbahaya

No	Bahan Kimia	Berbahaya bila tercampur dengan zat-zat berikut :
1	Asam asetat	Asam kromat (H_2CrO_4), asam nitrat (HNO_3), senyawa-senyawa hidroksil, etilen glikol, asam perklorat, peroksida-peroksida dan permanganat.
2	Asetil klorida	Air, metanol, etanol dan zat-zat alifatik suhu rendah
3	Asetilen	Klor, brom, tembaga, fluor, perak dan air raksa
4	Logam alkali : Li, Na, Al, Mg	Air, karbon tetraklorida, dan hidrokarbon terklorasi lainnya, karbondioksida, halogen dan lain-lain.
5	Amonium anhidrous	Raksa yang terdapat dalam manometer atau lainnya, klor, kalsium, hipoklorit, yodium, brom, asam hipofluorat (anhidrous)
6	Amonium nitrat	Asam-asam, logam serbuk, cairan yang mudah terbakar, macam-macam klorat, nitrit, belerang dan bahan organik yang mudah terbakar.
7	Anilin	Asam nitrat, hidrogen peroksida
8	Karbon teraktivasi klor atau brom	Kalsium hipoklorat, macam-macam oksidator, amonia, asetilin, uap bensin, hidrogen, natrium karbida, terpentin, benzen dan logam
9	Macam-macam klorat dan perklorat	Asam sulfat, bahan yang mudah teroksidasi, Al, P, S, Pb, garam-garam aonia, gula dan PbS.
10	Asam kromat	Asam asetat, naftalen, kamfera, gliserin, terpentin, alkohol dan cairan yang mudah terbakar.

Daftar pernyataan resiko bahaya (*risk phrases*) dan pengamanannya (*safety precaution*) seperti berikut ini :

Tabel III.2 : Daftar pernyataan resiko bahaya yang diterbitkan sebagai peraturan Pemerintah Federal Jerman

Pernyataan resiko bahaya		
1	R1	Meledak bila kering
2	R2	Resiko ledakan karena shock (guncangan, kejutan), karena gesekan, api terbuka atau sumber pembakaran/nyala
3	R3	Resiko ledakan yang hebat yang disebabkan shock (kejutan), gesekan api terbuka, atau sumber pembakaran/nyala.
4	R4	Membentuk senyawa metalik eksplosif (dapat meledak)
5	R5	Pemanasan dapat menimbulkan ledakan
6	R6	Meledak bila kontak dengan udara atau tanpa udara.
7	R7	Dapat menimbulkan api
8	R8	Bila kontak dengan bahan yang mudah terbakar, dapat menimbulkan api

Tabel III.3 : Daftar gabungan pernyataan resiko bahaya

(Combination of Risk Phrases)		
1	R14/15	Bereaksi hebat dengan air dan menghasilkan gas yang mudah menyala.
2	R15/29	Bila kontak dengan air menghasilkan gas beracun yang sangat mudah menyala
3	R20/21	Berbahaya bila terhisap dan mengenai kulit atau masuk tubuh.
4	R20/22	Berbahaya bila terhisap dan masuk tubuh.
5	R21/22	Berbahaya bila terkena kulit dan masuk tubuh.
6	R20/21/22	Berbahaya bila terhisap atau masuk tubuh
7	R23/24	Bersifat racun bila terhisap dan terkena kulit
8	R24/25	Bersifat racun bila kontak dengan kulit atau masuk tubuh
9	R23/25	Bersifat racun bila terhisap dan masuk tubuh
10	R23/24/25	Bersifat racun bila terhisap, kena kulit dan masuk tubuh.
11	R26/27	Sangat bersifat racun bila terhisap atau kena kulit.
12	R27/28	Sangat bersifat racun bila kena kulit atau masuk tubuh
13	R26/28	Sangat bersifat racun bila terhisap atau masuk tubuh
14	R26/27/28	Sangat bersifat racun bila terhisap, kena kulit atau masuk tubuh.

Tabel III.4 : Daftar pernyataan cara pengamanan

(Safety phrases)		
1	S1	Harus ditutup dengan baik
2	S2	Hindarkan agar jangan mudah diraih anak.
3	S3	Tempatkan pada tempat yang dingin
4	S4	Jauhkan penempatannya dari daerah yang dihuni orang atau ternak
5	S1/2	Tutup baik-baik dan jangan mudah diraih anak
6	S3/9	Tempatkan pada tempat dingin dengan ventilasi yang baik.
7	S3/7/9	Tutup wadah rapat-rapat dan tempatkan pada tempat dingin dan berventilasi.
8	S7/8	Tutup wadahnya rapat-rapat dan jaga tetap kering

Tabel III.5 : Daftar zat dengan kode bahaya, resiko bahaya dan cara pengamanan
(Hazardous Substance)

Nama zat	Simbol huruf	Simbol bahaya	Simbol bahaya gabungan
Asam asetat 99%-100%	C	R 10-23	S 2-23-26
Amonia	T/C	R 10-23	S 7/9-16-38
Arsen dan senyawanya	T	R 23/25	S 1/2 -20/21-28-44
Barium peroksida	F	R 8-20/22	S 13-27
Brom	C	R 26-35	S 7/9-26

Daftar selengkapnya dapat dilihat pada brosur yang dikeluarkan oleh pabrik pembuatnya (Merck German).

C. Petunjuk Tentang Bahan Kimia Yang Berbahaya Berdasarkan MSDS

Bahan kimia sangat berbahaya apabila tidak ditangani secara tepat. Bahan kimia tersebut bisa bersifat toksik (*toxic*), mudah terbakar (*flammable*), korosif (*corrosive*) atau reaktif (*reactive*). Bahan-bahan kimia tersebut memiliki tingkat keberbahayaan yang bervariasi, ada yang berbahaya sekali, ada yang sedang dan ada juga yang kurang berbahaya. Supaya kita dapat bekerja secara aman dengan bahan kimia yang kita hadapi, maka kita perlu mengetahui sifat-sifat bahan kimia tersebut. Informasi mengenai sifat-sifat bahan kimia dan peringatan-peringatan terhadap suatu bahan kimia, dapat kita lihat di **label** dan di dalam **MSDS** (*Material Safety Data Sheet*).

1. Toksisitas

Menurut pengetahuan kesehatan dan pemahaman bahan kimia bahwa “segala sesuatu itu beracun, tidak ada yang tidak beracun”. Suatu zat dapat berbahaya bagi lingkungan makhluk hidup. Tetapi kaitan yang kompleks terjadi di antara suatu zat dan efek psikologis-nya pada manusia. Faktor yang utama meliputi : dosis, jalur masuknya zat dan banyak lagi faktor lainnya.

Dosis terkait dengan jumlah zat yang mengenai bagian tubuh manusia dan lama terkenanya zat tersebut. Sedangkan jalur masuknya zat ke dalam tubuh manusia dapat melalui empat jalan yaitu dengan cara :

1. Menghirup Zat (*inhalation*) yaitu melalui jalur pernapasan.
2. Menelan zat (*ingestion*) yaitu melalui jalur pencernaan.
3. Absorpsi (*absorption*), yaitu penyerapan melalui penempelan pada bagian tubuh yang terbuka, misalnya pada bagian kulit yang terbuka atau pada bola mata.
4. Penyuntikan (*injection*), yaitu zat masuk melalui suatu celah yang dibuat pada kulit dengan benda yang tajam, misalnya melalui jarum suntik.

Beberapa efek dari keracunan suatu zat adalah:

1. Keracunan akut

Dikarakterisasi dengan cepatnya suatu zat bergabung. Terkadang, dampak yang ditimbulkannya mendadak, dapat menimbulkan rasa sakit, dan bahkan berakibat fatal. Biasanya, kontak satu kali saja dengan zat tersebut, sudah bisa menimbulkan efek. Contohnya keracunan karbon monoksida dan keracunan sianida.

2. Keracunan Kronis

Dikarakterisasi dengan kontak yang berulang dalam waktu ukuran bulan atau tahun. Gejalanya tidak langsung terlihat secara nyata. Contoh keracunan tembaga atau merkuri, kontak dengan pestisida.

3. Efek sinergis yang disebabkan oleh zat yang berada dalam bentuk kombinasi.

Efek yang ditimbulkan oleh dua atau lebih zat berbahaya yang berada bersama menimbulkan efek yang lebih besar dari pada efek yang ditimbulkan oleh zat itu dalam keadaan sendiri. Contoh kontak dengan pelarut alkohol dan pelarut yang mengandung klor. Efek yang berlawanan dari dua atau lebih zat (**efek antagonis**) juga mungkin terjadi.

4. Alergi

Suatu zat yang menghasilkan reaksi imunologi (alergi) disebut alergen, dan zat ini bisa kita jumpai di laboratorium. Gejala seperti asma atau dermatitis merupakan tipe reaksi alergi.

Zat kimia yang beracun dapat terserap secara langsung melalui kulit. Sehingga, gunakan sarung tangan bila menangani bahan kimia, lepaskan sarung tangan setelah diperintahkan oleh instruktur dan cucilah tangan setelah melepaskan sarung tangan.

D. Sumber Informasi dan Penjelasan Penanggulangan sesuai MSDS

Material Safety Data Sheets (MSDS) atau lembar data keselamatan bahan. Badan kesehatan dan keselamatan kerja Amerika Serikat (*Occupational Safety And Health Administration* = OSHA) menyatakan bahwa suatu bahan kimia berbahaya sebagai bahan kimia yang berbahaya pada penggunaan normal ataupun pada kondisi darurat yang dapat diduga.

MSDS suatu bahan kimia, menjelaskan tentang bahayanya dan peringatan yang harus diperhatikan, untuk menghindari bahaya bahan tersebut. OSHA mengharapkan semua perusahaan atau badan usaha menyediakan MSDS untuk bahan kimia yang berbahaya kepada pekerja yang memerlukannya.

OSHA tidak mensyaratkan MSDS dalam format khusus atau urutan isinya, tetapi, MSDS harus memuat:

1. Nama bahan kimia berbahaya (apabila campuran, harus memuat nama komponennya).
2. Beberapa sifat fisika dan sifat kimia bahan kimia, misalnya tekanan uap, titik didih dan densitas.
3. Bahaya fisik bahan kimia yang berbahaya. Misalnya: dapat terbakar atau meledak.
4. Bahaya kesehatan. Misalnya apakah korosif, menimbulkan iritasi, atau membahayakan ginjal.
5. PEL (*permissive exposure limit*) atau batas kontak dengan bahan kimia yang diizinkan dan TLV (*threshold limit value*) atau nilai ambang batas.
6. Dapat atau tidak bahan kimia tersebut menyebabkan kanker.
7. Petunjuk pengambilan ketika akan menggunakan bahan tersebut.
8. Teknik kerja dan perlengkapan yang harus digunakan.
9. Keadaan darurat dan prosedur pertolongan pertama.
10. Tanggal pembuatan
11. Nama perusahaan yang memproduksi.

Suatu MSDS dibagi menjadi bagian-bagian yang membahas daftar topik-topik yang dianjurkan oleh OSHA. Bagian tersebut adalah : nama bagian-bagian meliputi identifikasi produk, komponen bahan berbahaya, data fisika, informasi bahaya kesehatan, data bahaya kebakaran dan peledakan, data reaktivitas, perlengkapan pelindung yang digunakan, prosedur ketumpahan atau kebocoran, informasi khusus, peringatan yang lain, dan keterangan. Urutan bagian tersebut dan isinya tergantung dari perusahaan.

1. Penjelasan dan Katagori penjelasan keadaan bahaya dalam MSDS

Sebagai salah satu bentuk usaha dalam memahami MSDS, penjelasan berikut mungkin bisa membantu. Istilah berikut ini digunakan pada beberapa MSDS :

- a. **CAS Registration Number** atau nomor registrasi CAS
Jasa layanan abstrak bahan kimia (*Chemical Abstract Service* = CAS) memberi nomor pada tiap-tiap penemuan atau sintesis yang diketahui, yang disebut dengan nomor registrasi CAS (*CAS Registration Number*).
- b. **Ceiling Limit** atau batas maksimum
Beberapa bahan kimia berbahaya dikarakterisasi dengan ceiling limit. *Ceiling limit* adalah suatu konsentrasi dalam ppm atau miligram per meter kubik (mg/m^3) yang tidak boleh terlewati pada suatu rentang waktu, umumnya 15 menit.
- c. **Chemical Name** atau nama kimia
Nama kimia yang dipakai biasanya dalam IUPAC, atau nama kimia yang diberikan oleh CAS. Tetapi, nama perdagangan atau nama umum juga sering dipakai. Misalnya nama etilen glikol lebih diterima daripada nama IUPAC nya yaitu 1,2- etanadiol.
- d. **Composition of mixture** atau komposisi campuran.
Meliputi semua komponen yang berbahaya yang berada pada konsentrasi lebih besar dari 1% dan komponen karsinogen yang berada pada konsentrasi lebih besar dari 0,1%.
- e. **Control Measures** atau tindakan penanganan bahan tersebut
Berisi daftar jenis pakaian pelindung, sarung tangan dan perlindungan pernapasan. Apabila suatu bahan harus ditangani pada kondisi tertentu atau dalam ruang tertentu, maka hal tersebut harus dinyatakan dalam bagian ini.
- f. **Fire and Explosion Hazard Data** atau data bahaya kebakaran dan peledakan.
Informasi dalam bagian ini meliputi:
 - 1) **Flash point** atau titik nyala
Yaitu suhu terendah di mana uap bahan kimia dapat menyala oleh nyala api ketika bahan kimia dipanaskan secara perlahan dengan alat tertentu.
 - 2) **Autoignition temperature** atau suhu bahan kimia menyala dengan sendirinya.
Adalah suhu terendah di mana bahan kimia dapat menyala secara spontan di udara.

- 3) **Flammable limit** atau batas terbakar
Semua bahan kimia volatil yang mudah terbakar, memiliki konsentrasi uap minimum dan maksimum di udara, di atas atau di bawah konsentrasi tersebut, yang tidak dapat dinyalakan. Flammable limit adalah nilai rata-rata yang dinyatakan dengan persentase volume di udara, biasanya pada tekanan atmosfer dan suhu udara ambien. Sebagai catatan, apabila suhu udara naik, maka flammable limit bagian bawahnya turun dan flammable limit bagian atasnya naik. Naiknya tekanan juga akan menyebabkan tutunya flammable bagian bawah dan naiknya flammable limit bagian atas.
- 4) **Recommended extinguishing media** atau alat pemadam yang dianjurkan
Bahan-bahan kimia (misalnya magnesium), akan terbakar lebih hebat apabila air dan karbondioksida digunakan sebagai pemadam.
- 5) **First aid** atau pertolongan pertama
Menjelaskan prosedur pertolongan pada keadaan emergensi.
- Health Hazard Data** atau Data bahaya kesehatan yang meliputi :
- LD₅₀** (*lethal dose fifty*) yaitu dosis bahan kimia yang dinyatakan dalam miligram tiap kg (mg/kg) berat badan hewan yang diharapkan dapat membunuh 50% hewan percobaan tersebut dalam waktu tertentu.
- LC₅₀** (*lethal concentration fifty*)
Yaitu konsentrasi bahan kimia di udara yang dinyatakan dalam ppm untuk gas dan uap atau mg material per liter (mg/l) udara (untuk bubuk dan kabut), yang diharapkan dapat membunuh 50% hewan percobaan pada waktu tertentu, melalui penghirupan.
- 6) **Permissible exposure limit (PEL)** atau batas kontak dengan bahan kimia yang diizinkan.
Merupakan konsentrasi maksimum bahan kimia (dalam ppm atau mg/m³) dalam udara pernapasan, yang tidak berbahaya ketika dihirup oleh seorang pekerja dewasa selama 8 jam sehari, 40 jam seminggu, selama menjalankan pekerjaannya.
- 7) **Physical/Chemical properties** atau sifat fisika dan sifat kimia bahan yang meliputi :
- a) **Boiling point** (titik didih)
Biasanya dinyatakan dalam derajat celcius atau Fahrenheit, biasanya pada tekanan atmosfer. Terkadang juga tekanannya diturunkan.
- b) **Melting point** (titik lebur), biasanya juga dinyatakan dalam derajat celcius atau Fahrenheit.
- c) **Vapour pressure** (tekanan uap = Atm atau mmHg)
Biasanya dinyatakan dalam torr pada suhu tertentu atau apabila tidak dinyatakan secara pasti, maka suhunya adalah suhu kamar rata-rata.
- d) **Specific gravity** (berat jenis = ρ gram.cm⁻³)
Yaitu kerapatan bahan kimia dibandingkan dengan kerapatan air, pada suhu tertentu, atau kalau tidak ditentukan suhunya, maka suhunya adalah suhu kamar rata-rata.

5) Solubility (kelarutan, K_{sp})

Nilai yang dicantumkan biasanya adalah kelarutannya di dalam air kecuali bila disebutkan lain.

6) Appearance and odor atau wujud dan bau

Kenampakan meliputi padat, cair gas, kristalin, warna, amorf. Sedangkan bau dikarakterisasi dengan apakah mempunyai bau yang menyengat, harum atau tidak.

8) Evaporation rate atau kecepatan evaporasi

Biasanya relatif terhadap n-butyl asetat atau zat volatil lainnya.

2. Precaution for spill and clean up

Pengertian ini merupakan tindakan pencegahan ketumpahan dan pembersihan bahan kimia. Berisi uraian tentang cara yang tepat dalam membersihkan ketumpahan bahan kimia.

a. Reactivity atau reaktivitas

Suatu bahan kimia dapat bereaksi secara hebat dengan bahan kimia lain atau dapat bereaksi sendiri. Reaktivitas bahan kimia dijelaskan pada bagian ini.

b. Short-term exposure limit (STEL) atau batas kontak dengan bahan kimia dalam jangka pendek, yaitu suatu bilangan yang menyatakan konsentrasi suatu bahan kimia (dalam ppm atau mg/m^3), yang tidak boleh berada melebihi periode jangka pendek (biasanya 15 menit).

c. Target Organ atau organ tubuh yang rentan terhadap efek dari bahan kimia tersebut, misalnya ginjal, mata, hati dll.

d. Time-weighted Average (TWA) atau rata-rata waktu terhitung

Sebenarnya, pekerja yang kontak dengan bahan kimia harus diukur dan dirata-ratakan lebih dari 8 jam sehari. Apabila TWA tidak melebihi nilai PEL dan TLV, maka kondisi ini tidak membahayakan pekerja. Mungkin bisa terjadi untuk satu atau lebih periode jangka pendek selama hari kerja, batas PEL atau TLV dapat dilampaui meskipun TWA tidak terlampaui..

e. Threshold Limit Value (TLV) atau Nilai ambang batas, yaitu batas konsentrasi. Hampir sama dengan PEL, hanya saja TLV ditetapkan oleh konferensi para ahli kesehatan industri Pemerintah Amerika (*American Conference of Governmental Industrial Hygienist* = ACGIH), bukan oleh OSHA. Setiap tahun, ACGIH memperbarui daftar TLV. Sedangkan PEL jarang direvisi. Daftar bahan kimia yang telah ditetapkan TLV nya, mencakup semua bahan kimia yang telah ditetapkan PEL nya. Nilai numeris beberapa batas TLV untuk bahan kimia yang sama, berbeda dengan batas PEL.

3. Penandaan (Labeling) Zat-Zat Berbahaya

Sebagian besar label pada wadah bahan kimia sesuai dengan persyaratan edisi terbaru dari standar ANSI (*American National Standar Institute*) untuk bahan kimia industri berbahaya, dalam hal pelabelan, untuk tindak pencegahan. Standar ini mengharuskan, setiap label harus mengandung:

1. Nama bahan kimia yang dicantumkan pada label wadah.
2. Satu dari tiga kata peringatan (*Danger, Warning, Caution*) untuk mengetahui tingkat bahaya bahan kimia.

Danger menyatakan bahwa bahaya bahan kimia dapat menyebabkan kerusakan yang serius.

Warning menyatakan bahwa bahaya bahan kimia agak kurang serius.

Caution mengingatkan pengguna untuk berhati-hati ketika menggunakan, menangani, dan menyimpan bahan kimia.

3. Bahaya terduga yang mendasar dari bahan kimia yang terlihat ketika digunakan pada ruang kerja industri.
4. Tindakan pencegahan yang akan melindungi pengguna dari efek bahayanya.
5. Tindakan pertolongan pertama untuk mengurangi atau mencegah bahaya yang lebih serius sebelum ditangani oleh tindakan medis.
6. Petunjuk apabila terjadi kebakaran.
7. Teknik menangani ketumpahan atau kebocoran.
8. Petunjuk apabila bahan kimia memerlukan penanganan atau penyimpanan yang tidak seperti biasanya.
9. Nama, alamat dan nomor telepon perusahaan atau pemasok bahan.

4. Pembacaan MSDS dan Label

Khusus untuk MSDS suatu bahan kimia, yang menjelaskan tentang bahaya dan peringatan bahan kimia/zat yang harus diperhatikan. Guna menghindari bahaya bahan tersebut. semua perusahaan yang memiliki laboratorium atau badan usaha diwajibkan menyediakan MSDS tentang sifat bahan kimia dan cara penanganannya terutama pada zat-zat yang berbahaya.

Cara pembacaan penandaan (*labeling*) MSDS harus diajarkan dalam pelatihan tentang keamanan dan keselamatan kerja di laboratorium sebelum pekerja/laboran mulai resmi bekerja di laboratorium tempat perusahaan pekerja diterima.

Berikut penjelasan frase yang digunakan pada MSDS dan label beserta pencegahannya :

Tabel III. 6 : Frase yang digunakan pada MSDS dan label beserta pencegahannya

Frase atau istilah	Penjelasan	Tindakan pencegahan
(May Cause) allergic skin reaction , dapat menyebabkan reaksi alergi kulit	Apabila tubuh kita sensitif, kontak kulit dengan bahan kimia yang terlalu lama atau berulang-ulang, dapat menyebabkan reaksi alergi	Hindari kontak terlalu lama dan terlalu sering dengan bahan kimia, cucilah semua bagian tubuh, meskipun kita yakin tidak terjadi kontak dengan kulit.
(May Cause) allergic respiratory reaction dapat menyebabkan reaksi alergi pernapasan	Apabila tubuh kita sensitif, menghirup bahan kimia yang terlalu lama atau berulang-ulang, dapat menyebabkan reaksi alergi	Digunakan hanya dengan pelindung laboratorium, jangan menghirup bubuk, kabut, atau uap. Usahakan wadah selalu tertutup.
Avoid Breathing (vapor, mist, dust) atau Hindari menghirup uap, kabut atau bubuk.	Apabila terhirup, kemungkinan dapat menyebabkan bahaya.	Berusaha selalu memberi perhatian ketika menggunakan atau menangani bahan kimia untuk menghirup uap, kabut, bubuk. Berusaha agar wadah selalu tertutup ketika tidak digunakan.
Avoid Contact with eyes atau hindari kontak dengan mata	Dapat menimbulkan iritasi mata dan dalam beberapa kasus dapat menyebabkan kebutaan.	Pakai kaca mata pengaman (Goggles). Apabila bahan kimia mengenai mata, segera cuci mata dengan air yang banyak minimal selama 15 menit sambil menunggu kedatangan dokter. Lepaskan kaca mata ketika membasuh mata.
Avoid Contact with skin or clothing atau hindari kontak dengan kulit atau pakaian.	Kontak dengan kulit bisa membahayakan. Dan apabila menempel pada pakaian dapat berpindah ke kulit.	Bila terjadi kontak, cucilah kulit dengan, lepaskan pakaian yang terkena bahan tersebut, cucilah pakaian tersebut terpisah dengan pakaian lain
Carcinogen atau Karsinogen	Dapat menyebabkan kanker	Berusaha keras untuk selalu perhatian ketika menggunakan atau menangani bahan kimia ini dan hanya dilakukan di dalam area laboratorium. jangan menghirup uap, hindari kulit, mata dan pakaian kontak dengan bahan ini dengan cara memakai perlengkapan pelindung.
Cause (severe) eye burn atau mungkin dapat menyebabkan mata terbakar.	Bila terkena mata, dapat menyebabkan kerusakan serius atau kebutaan.	Gunakan kaca mata pengaman atau pelindung muka, Apabila bahan kimia mengenai mata, segera cuci mata dengan air yang banyak minimal selama 15 menit sambil menunggu kedatangan dokter. Lepaskan kaca mata ketika membasuh mata
Combustible atau mudah terbakar	Adanya uap dapat menyebabkan terbakar di bawah kondisi kerja.	Jaga agar wadah selalu tertutup, jagalah cairan dan padatan jauh dari api dan sumber kebakaran.
Corrosive atau Korosi	Dapat menyebabkan kerusakan jaringan seperti kerusakan peralatan.	Gunakan kaca mata pelindung, jangan menghirup uap, hindari kontak bahan ini dengan mata, kulit dan pakaian, gunakan perlengkapan pelindung.
Danger atau berbahaya	Memiliki efek yang berbahaya	Ikuti petunjuk pada MSDS dan label. Penanganan perlu perlakuan sangat hati-hati.

Do not get in eyes atau jangan sampai kena mata.	Dapat menyebabkan iritasi atau kebutaan apabila terkena mata.	Gunakan kaca mata pengaman atau pelindung muka, Apabila bahan kimia mengenai mata, segera cuci mata dengan air minimal 15 menit sambil menunggu kedatangan dokter. Lepaskan kaca mata ketika membasuh mata
Do not get in skin atau jangan sampai terkena kulit	Menimbulkan bahaya yaitu merusak kulit masuk ke dalam kulit	Sebelum menggunakan, letakan selama beberapa menit pada sarung tangan (gloves) yang tahan bahan kimia ini. Perlu diingat, tidak ada sarung tangan yang tahan dalam jangka waktu yang lama. Segera bersihkan kulit yang terkena.
Explosive atau mudah meledak	Dapat meledak pada kondisi tertentu.	Penanganan dilakukan secara hati-hati. Hindari terjadinya benturan (terpukul atau terjatuh), gesekan, percikan api, nyala, dan panas
Extremely flammable atau sangat mudah terbakar	Dengan adanya uap, dengan cepat dapat terbakar di bawah kondisi kerja.	Jaga agar wadah selalu tertutup, jagalah cairan dan padatan jauh dari api dan sumber kebakaran
(May be) fatal if inhaled atau mungkin berakibat fatal bila terhirup.	Menyebabkan kematian 50% atau lebih hewan percobaan yang menghirup zat ini.	Jangan menghirup udara yang mengandung uap, bubuk atau kabut dari zat ini. Gunakanlah hanya dengan perlindungan laboratorium atau gunakan alat pernapasan yang telah dianjurkan oleh dokter.
(May be) fatal if swallowed atau mungkin berakibat fatal bila tertelan	Apabila tertelan dalam jumlah yang cukup, akan menyebabkan kematian. Untuk beberapa zat kimia yang sangat toksik, kurang dari 1 gram sudah merupakan jumlah yang cukup.	Penanganan dilakukan dengan sangat hati-hati. Cuci semua bagian tangan dan bersihkan sela-sela jari sebelum meninggalkan lab. Apabila menelan atau tertelan bahan ini, segera panggil dokter, jangan melakukan perangsangan untuk memuntahkan kecuali diarahkan langsung oleh dokter
Flammable atau mudah terbakar	Dengan adanya uap, dengan cepat dapat terbakar di bawah kondisi kerja	Jaga agar wadah selalu tertutup, jagalah cairan dan padatan jauh dari api dan sumber kebakaran
Harmful if inhaled atau berbahaya jika terhirup	membahayakan hewan uji yang di kenai bahan ini di dalam udara yang dihirup.	Hindari menghirup udara yang mengandung bahan ini.
Harmful if swallowed atau berbahaya jika tertelan	Bila tertelan dapat menimbulkan kegelisahan, mual, lemah dan bahaya lainnya.	Penanganan dilakukan dengan sangat hati-hati. Cuci semua bagian tangan dan bersihkan sela-sela jari sebelum meninggalkan lab. Apabila menelan atau tertelan bahan ini, segera panggil dokter, jangan melakukan perangsangan untuk memuntahkan kecuali diarahkan langsung oleh dokter
Irritant atau iritasi	Memiliki efek iritasi pada kulit, mata atau saluran pernapasan	Jangan menghirup uap, bubuk atau kabut dan hindari kontak dengan kulit dan mata.
Keep away from heat, sparks, and flame atau jauhkan dari panas, percikan api atau nyala	Uap dapat meledakan atau/dan membakar	Jaga wadah selalu tertutup bila tidak digunakan, singkirkan semua sumber kebakaran beberapa radius sebelum menggunakan bahan kimia.

Lachrymator atau menyebabkan keluar air mata	Punya efek iritasi atau membakar mata dan berbahaya dalam jumlah yang sangat sedikit (hanya dengan membukanya kelopak mata dapat mengeluarkan air mata).	Membuka hanya di dalam perlindungan laboratorium. Hindari kontak dengan kulit dan mata, hindari pemanasan.
Mutagen atau penyebab mutasi	Dapat menyebabkan kerusakan kromosom	Berusaha keras untuk selalu perhatian ketika menggunakan atau menangani bahan kimia ini dan hanya dilakukan di dalam area laboratorium. Jangan menghirup uap, hindari kulit, mata dan pakaian, memakai pelindung
Oxidizer atau pengoksidasi	Akan mengoksidasi zat yang mudah teroksidasi seperti zat yang mudah terbakar misalnya agen pereduksi dan memicu kebakaran.	Hindari kontak dengan pakaian dan agen pereduksi, jaga wadah selalu tertutup ketika tidak sedang digunakan.
Peroxide former atau pembentuk peroksida	Dapat membentuk peroksida atau hidrogen peroksida dalam kontak atau dengan udara	Banyak sekali peroksida yang bersifat eksplosif. Jangan membuka wadah bahan pembentuk peroksida tanpa izin dari instruktur, karena tindakan ini akan menyebabkan isinya akan meledak.
Poison atau beracun	Memiliki efek racun yang cukup serius dan permanen terhadap tubuh. Zat ini berbahaya ketika dihirup, ditelan atau kontak dengan kulit, dalam jumlah tertentu menyebabkan kematian. Biasanya dilambangkan dengan tengkorak atau tulang bersilang.	Hindari kontak, Berusaha keras untuk selalu perhatian ketika menggunakan atau menangani bahan kimia ini dan hanya dilakukan di dalam area laboratorium. jangan menghirup uap, hindari kulit, mata dan pakaian kontak dengan bahan ini dengan cara memakai perlengkapan pelindung.
Pyrophoric atau mudah tersambar api.	Tersambar api secara spontan ketika kontak dengan udara.	Kontak bahan ini dengan udara hanya dilakukan apabila telah melakukan tindak pencegahan yang tepat sebelum menangani bahan ini.
Reproductive hazard atau membahayakan sistem reproduksi	Menyebabkan teratogenis (kematian sel) atau mutasi.	Berusaha keras untuk selalu hati-hati ketika menggunakan atau menangani bahan kimia ini dan hanya dilakukan di dalam area laboratorium. Jangan menghirup uap, hindari kulit, mata dan pakaian kontak dengan bahan ini dengan cara memakai perlengkapan pelindung.
Sensitizer atau penyebab tubuh menjadi sensitif	Dapat menimbulkan reaksi alergi pada kontak kedua, ketiga dan seterusnya.	Hindari kontak pertama kali dengan bahan ini.
Skin atau kulit	Suatu informasi untuk zat yang dapat diserap secara langsung melalui celah kulit dan menimbulkan efek toksik.	Hindari kontak dengan kulit, mata dan pakaian. Apabila kontak dengan kulit, cucilah segera daerah yang terkena bahan tersebut.
Teratogen atau kematian sel	Menyebabkan cacat kelahiran, kematian janin, gangguan perkembangan.	Berusaha keras untuk selalu hati-hati menggunakan atau menangani bahan kimia ini dan hanya dilakukan di area laboratorium. Jangan menghirup uap, hindari kulit, mata dan pakaian kontak dengan bahan ini dengan cara memakai perlengkapan pelindung.
Toxic atau beracun	Berbahaya terhadap kesehatan apabila terhirup, tertelan, bila kontak dalam waktu jangka pendek atau jangka panjang.	Hindari kontak dengan badan, jangan menghirup uap, bubuk atau kabut. Gunakan pelindung ketika menangani bahan ini.

Use with adequate ventilation atau gunakan pada kondisi ventilasi yang cukup.	Menghirup uap, kabut atau bubuk bahan kimia ini dapat membahayakan.	Usahakan konsentrasi bahan kimia ini di dalam udara pernapasan di bawah PEL atau TLV. Gunakan dan tangani bahan kimia ini dalam perlindungan laboratorium kecuali kita mengetahui kondisi ventilasi dapat menjamin konsentrasi bahan ini berada di bawah PEL atau TLV. Atau alternatif lain, gunakan alat pernapasan yang dianjurkan atau telah disertifikasi.
--	---	--

5. Bahaya Mekanis

Bahaya mekanis adalah bahaya yang ditimbulkan karena alat yang sedang bergerak, seperti mesin, sentrifugal, pipa besi, kran dan lain-lain.

Pencegahan. Hendaknya menempatkan alat serapih mungkin dan tidak kontak dengan tubuh secara langsung.

6. Bahaya Radioaktif

Bahaya ini timbul karena bahan radioaktif yang tidak diberi pelindung, sesuai sifat unsur radioaktif yang selalu mengadakan radiasi/peluruhan sehingga radiasinya bahaya bagi benda/makhluk di dekatnya.

Pencegahan. Pencegahan dilakukan dengan perlakuan khusus yang dipersyaratkan misalkan dibungkus dengan bahan yang tebal dan tidak mudah ditembus sinar atau radiasinya.

7. Bahaya Biologis

Zat ini umumnya merupakan substance yang mudah dihindari organisme patogen. Penghindarannya dengan mensterilkan zat itu dengan cara : pasteurisasi menggunakan autoclaf, pengasaman, pendinginan dalam lemari es/menambahkan zat pengawet seperti formalin untuk awetan biologis, dan racun-racun hendaknya disimpan dengan etiket yang jelas.

8. Bahaya listrik

Macam-macam bahaya ini adalah : kabel yang terbuka, uluran kawat kabel yang tidak memadai, stop kontak yang rusak, kondensator yang masih bermuatan harus dibuang dulu dengan hubungan pendek sebelum diperiksa, trafo step up dan step down harus diperhatikan karena arus yang keluar dapat melebihi dari yang diharapkan, Accu yang baru disetrum mengkonsentrasikan hidrogen sehingga jika langsung digunakan akan menimbulkan percikan api yang bisa mengakibatkan kebakaran.

9. Bahaya tabung gas

Bahaya ini disebabkan oleh struktur silinder dan isinya. Penghindarannya, tabung harus diklem kuat-kuat di tembok dengan posisi berdiri, jangan memaksa membuka kran yang macet, jangan menggunakan minyak atau gemuk/minyak pelumas bila kran macet karena dapat menimbulkan ledakan, jangan membuka kran langsung mengarah ke badan. Isi tabung gas bermacam-macam : gas permanen (oksigen dan nitrogen). Gas yang dicairkan (CO_2 , SO_2 , Cl_2 , NO) dan gas yang dilarutkan (asetilen dan aseton).

10. Bahaya api

Tiga hal yang dapat menimbulkan api yaitu : bahan bakar, oksigen dan energi panas. Untuk menghindarinya harus menghindari kontak dengan tiga faktor di atas sehingga kebakaran dapat dihindari.

Sumber panas ialah logam panas, reaksi bahan kimia dengan air khusus bahan kimia reaktif (Li dan Na), alat listrik yang terlalu lama digunakan, terjadinya hubungan pendek dan gesekan antardua benda. Ada empat macam golongan bahaya api seperti ditunjukkan pada tabel III.7 :

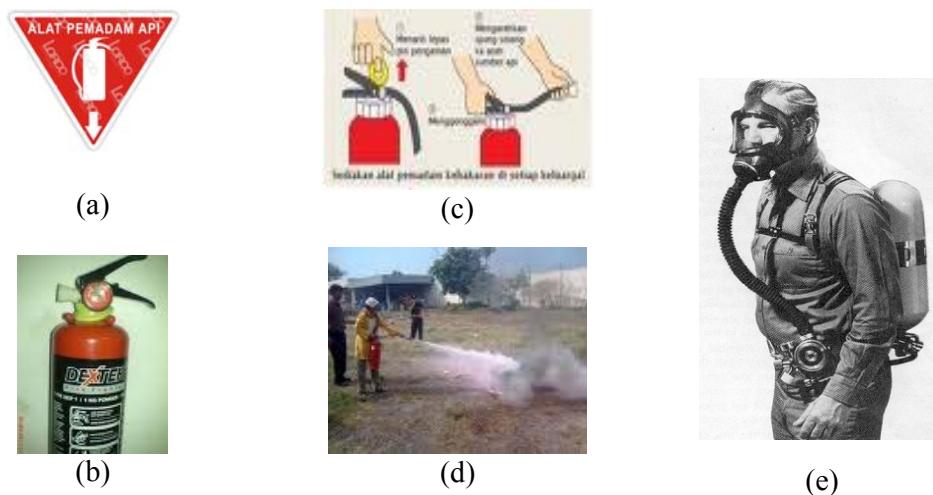
Tabel III. 7. Klasifikasi bahaya api dan penjelasan penanganannya

Klas	Penjelasan penyebab dan penanganannya
Klas A:	Api yang disebabkan kertas, kain, karet atau plastik. Alat pemadamnya adalah semprotan air, CO ₂ atau pemadam api yang lain.
Klas B:	Api yang disebabkan oleh cairan yang mudah terbakar misalnya : minyak goreng, parafin, minyak tanah, alkohol, spiritus. Dapat dipadamkan dengan alat pemadam/tabung gas yang disemprotkan, tergantung dari lokasi dan besarnya api. Pemadam dapat berupa : selimut basah, CO ₂ dan BCP (bromo-chloro-fluoromethane), gabungan ketiganya, pemadam api bus atau serbuk.
Klas C:	Api karena listrik. penanggulangannya adalah putuskanlah arus listrik, apinya dimatikan dengan CO ₂ , atau BCP.
Klas D:	Api karena pengaruh logam, biasanya logam serbuk. Pemadamnya gunakan pemadam api serbuk kering.

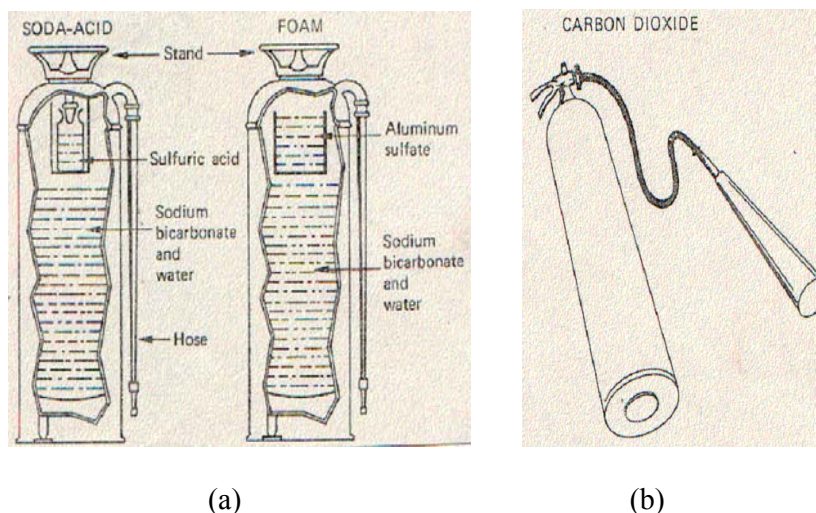
Bahaya api merupakan tingkat bahaya yang serius dan perlu diwaspadai, karena hampir semua kecelakaan fatal yang mengakibatkan kebakaran total dan kematian di laboratorium kimia maupun industri bersumber dari api. Ada dua hal yang perlu dicermati, yaitu api yang terlihat dan api yang tidak terlihat (hanya dapat dirasakan panasnya yang membakar kulit dan rambut).

Api yang terlihat jika sumber atau bahan bakar bersumber dari padatan organik padatan atau logam, sedangkan api tak terlihat yang sangat berbahaya, bahan bakar bersumber dari gas maupun cairan (gas metana – LPG, dan cairan dietil eter, serta spiritus campuran alkohol dan metanol). Beberapa alat dan teknik penggunaannya ditunjukkan pada gambar III.2 dan III.3.

Alat-Alat Pengaman Kebakaran



Gambar III.2. (a) Petunjuk letak Tabung Pemadam Kebakaran, (b) Tabung Pemadam Kebakaran (c) Cara membuka segel Tabung Pemadam, (d) Cara memadamkan nyala bahan organik padat dan (e) Masker pelindung bomba (diambil dari Website: *Alat Pemadam Kebakaran, Laboratorium Kimia-UI, 2010*)



Gambar III.3. Sketsa Pemadam kebakaran (a dan b) (diambil dari Website: *Alat Pemadam Kebakaran, Laboratorium Kimia-UI, 2010*)

E. Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan (P3K)

Kecelakaan di laboratorium mungkin saja terjadi meskipun peringatan dan perhatian untuk mematuhi petunjuk sebaik-baiknya telah diberikan. Oleh karena itu, orang yang melakukan kerja di lab harus mempunyai pengetahuan yang cukup tentang tindakan-tindakan yang harus diambil bila peristiwa yang diharapkan terjadi.

Beberapa macam kecelakaan di laboratorium kimia dan IPA khususnya seperti berikut :

1. Bahaya terbakar

Kebakaran merupakan kejadian terkena api, uap panas dan barang yang panas. Terdapat tiga tingkatan problem kebakaran, seperti ditunjukkan pada tabel III.8

Tabel III.8 : Tingkat Kebakaran dan Penanganannya

a.	Tingkat I :	Jika hanya merah, olesi dengan minyak atau salep yang halus dengan perban yang telah dijenuhkan dengan minyak tumbuhan yang murni atau minyak mineral.
b.	Tingkat II :	Jika keluar gelembung, tutuplah bagian gelembung dengan perban steril yang telah diberi minyak cairan atau salep.
c.	Tingkat III :	Jika jaringan sampai rusak, tutuplah luka dengan perban yang steril dan minta bantuan dokter

2. Mengobati luka tersayat

Bersihkanlah lukanya secara mekanis dengan menggunakan forcep yang steril atau dengan kain tipis/perban yang steril dan beri dengan yodium tincture 3,5% di sekelilignya.

Bila lukanya kecil, cucilah dengan sabun dan air bersih, lalu tutuplah dengan perban steril dan ikatlah dengan tali pembalut.

Bila lukanya dalam dan besar serta mengeluarkan banyak darah, gunakanlah pembalut agar darah tidak banyak keluar di antara bagian sisi yang luka dan bagian tengah luka. Bila darahnya berwarna merah dan mengalir terhenti-henti. Bila darahnya hitam dan mengalir terus, gunakanlah pembalut di antara luka tersebut dan di keliling bidang luka. Tutup luka tersebut dengan perban yang steril lalu minta pertolongan dokter.

3. Pingsan (*Collapse*)

Telentangkanlah pasien mendatar di atas lantai dan biarkan menghirup uap amonia encer atau garam-garam yang berbau. Stimulasi kulitnya dengan menggosok dengan sikat berbulu keras. Beri air kopi bila pasien tersebut dapat menelan. Bila pernapasan pendek atau tertahan-tahan, dapat dilakukan pernapasan bantuan dengan menghembus melalui mulut atau diberi oksigen 6% dengan CO₂.

4. Kecelakaan pada mata

Setiap luka pada mata harus segera mendapat perhatian dokter untuk memperoleh perawatan semestinya. Sebagai tindakan darurat, tetesilah dengan minyak jarak (castor oil), kemudian tutuplah dengan kapas yang tebal lalu dibalut untuk mencegah cahaya agar tidak masuk. Beberapa pertolongan pertama yang lain adalah sebagai berikut :

- a. Bila terdapat zat padat pada mata, jika zat tersebut tidak membahayakan, dapat dihilangkan dengan sapu tangan yang diberi air dengan membuka kelopak mata bagian bawah. Jika kotoran itu ada di bagian atas, maka mata harus kedip-kedipkan di dalam air.
- b. Pecahan kaca pada mata, jangan dikeluarkan, tutup dan balut dengan kapas tebal dan bawalah ke rumah sakit mata/umum.
- c. Zat korosif (asam atau basa) dalam mata : cucilah mata dengan air banyak-banyak. Kedip-kedipkanlah mata dalam air atau miringkanlah mata/kepala dan siram dengan air melalui ujung mata dengan memakai botol pencuci atau air yang mengalir. Jika dengan cara ini mata masih merasa sakit, tutuplah mata dengan kapas tebal, balut pelan-pelan dan bawa ke rumah sakit.

Isi kotak P3K (Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan):

- | | |
|--|----------------------------------|
| 1. Pembalut terdiri dari beberapa ukuran | 9. Peniti berbagai ukuran |
| 2. Kapas | 10. Yodium tincture |
| 3. Kain kasa steril | 11. Merkurokrom |
| 4. Pipet tetes mata | 12. Salep gosok |
| 5. Alat pencuci mata | 13. Salep untuk luka bakar |
| 6. Forcep | 14. Boor water (asam borat 1%) |
| 7. Gunting | 15. Natrium Hidrogen karbonat 1% |
| 8. Plester dengan seng oksida | 16. Asam cuka 1%. |

F. Ketertiban, Kebersihan dan Presensi/Absensi

Setiap pelajar/mahasiswa/laboran/ asisten ataupun karyawan laboratorium wajib menjaga ketertiban dan kebersihan. Apabila pekerjaan telah berakhir, maka tempat kerja harus di amankan dengan menutup semua kran air, gas, uap dan dengan mencabut steker. Sedapat mungkin kran induk ditutup dan tombol induk di matikan. Tindakan organisatoris yang diperlukan harus diselenggarakan oleh pimpinan laboratorium.

Pegawai laboratorium yang diberi tugas melaksanakan percobaan hanya boleh mening-galkan tempat tugasnya apabila percobaan tersebut tidak perlu dijaga secara terus-menerus atau percobaan dilanjutkan oleh karyawan lain yang telah mengerti tentang jalannya percobaan tersebut. Seorang laboran/asisten atau karyawan tidak boleh melakukan pekerjaan yang tidak ditugaskan kepadanya.

1. Pengisian dan pengangkutan bahan yang berbahaya

Kacamata, masker dan sarung tangan pengaman harus dikenakan pada waktu membuka botol yang berisi bahan yang berbahaya. Untuk menghindari percikan atau tumpahan bahan-bahan yang berbahaya pada waktu mengisi bejana, labu, jerigen, dan tempat lainnya perlu di gunakan alat-alat yang tepat, misalnya pompa, corong, dan pipa-pindah (sifon) pengaman.

Bejana serta tempat untuk zat cair hanya boleh di tuangkan dengan tekanan yang tidak melebihi 0.5 bar, bila:

- a. Bejana atau tempat itu cocok untuk diberi tekanan tersebut.
- b. Bejana atau tempat itu berbeda dalam keadaan sempurna.
- c. Saluran tekanannya dilengkapi dengan manometer serta klep pengaman, serta tekanannya tidak melebihi 0.2 bar. Atau pada tekanan di atas 0.2 bar tetapi tidak melebihi 0.5 bar.
- d. Bila tekanan lebih dari 0.5 bar, maka dasar bejana harus kuat atau telah dipasang pelindung pada sisinya.
- e. Pada saat penuangan zat cair yang dapat terbakar yaitu yang termasuk golongan bahaya A I atau A II dan golongan B, gas yang boleh digunakan adalah gas yang tidak dapat terbakar.
- f. Dalam menuang cairan yang sangat mudah menyala atau dapat menyala perlu diperhatikan teknik tuang dengan alat kontrol jarak jauh.
- g. Pipa pindah (sifon) dan labu harus diamankan sedemikian rupa untuk menghindari tergelincirnya sifon pada saat pemindahan cair.
- h. Untuk menuangkan cairan kedalam botol yang berleher sempit harus memakai corong dan diusahakan agar udara dapat keluar pada waktu penuangan.
- i. Untuk menuangkan cairan yang korosif atau merangsang harus digunakan kaca mata pengaman. Sebaiknya digunakan pula perisai pengaman sebagai perlindungan terhadap percikan.
- j. Selain itu penggunaan serta baju pengaman akan sangat bermanfaat. Dalam keadaan tertentu mungkin diperlukan perlindungan pernafasan.
- k. Botol yang pecah tidak boleh diangkat pada lehernya, tetapi harus dipegang pada dasar botol tersebut. Jika akan dipindahkan pada jarak yang jauh, naik tangga atau melalui lantai, maka dianjurkan untuk menggunakan alat pengangkut yang dapat dipegang atau diangkat dengan aman, misalnya ember atau rak pengangkut. Perlu diperhatikan bahwa yang diambil dari alat pendingin atau ruang pendingin mungkin akan licin karena berembun.

2. Kebersihan

Pekerja yang bertugas mencuci wadah kosong harus dijaga terhadap bahaya-bahaya yang ditimbulkan oleh sisa bahan dalam suatu wadah. Maka setiap wadah oleh pemakainya harus dikosongkan dan dibilas di tempat pembilasan (misalnya kereta pembilasan, meja pembilasan). Pada waktu mengosongkan cairan yang dapat terbakar perlu diperhatikan jenis-jenis bahannya.

Bahan pencuci yang **keras reaksinya**, misalnya asam nitrat (HNO_3), asam sulfat pekat (H_2SO_4), campuran asam sulfat bikhromat ($\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), hanya boleh dipakai bila deterjen lainnya tidak mampu membersihkan. Larutan etanol atau alcohol berlebihan yang ditambah kalium bikhromat (alkohol + $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) biasanya sering digunakan untuk membersihkan ala-alat gelas yang terkena kotoran yang sukar dibersihkan setelah preparasi atau sintesis senyawa kimia. Sebelum menggunakan bahan pencuci itu, terlebih dahulu perlu diperiksa apakah sisa isi dalam wadah itu tidak mengadakan reaksi yang berbahaya jika dicampur dengan bahan pencuci (deterjen) bersangkutan.

Larutan permanganat alkali (KMnO_4) dapat dipakai untuk menghilangkan oksida-oksida, untuk keperluan ini dapat pula dipakai larutan jenuh kalium permanganat didalam wadah yang dapat dibersihkan dengan larutan (20%) natrium hidroksida (soda api) dengan volume yang sama. Seringkali bahan pencuci yang keras reaksinya dapat diganti dengan deterjen khusus yang biasa dijual di toko-toko bahan pencuci.

3. Alat-alat pengaman

Alat-alat pengaman tidak boleh dirusakkan atau dipakai untuk keperluan yang menyimpang dari ketentuan.

a. Penanganan Sumbat

Alat-alat laboratorium atau aparat laborat yang perlu sumbat harus dipilih sumbat dari karet yang tidak bersifat menghisap dalam keadaan hampa udara. Bila bahan yang digunakan bersifat basa kuat atau berlemak sehingga sangat licin, maka sumbat tersebut harus diikat (misalnya dengan simpul apoteker).

Wadah gelas yang berisi zat yang bersifat sangat basa tidaklah tepat bila menggunakan sumbat gelas sebagai penutup, karena akan bereaksi secara lambat dalam waktu tertentu. Dalam hal ini lebih tepat bila memakai sumbat dari bahan sintetik yang tahan-alkali.

Bila sumbat gelas macet, maka harus dibuka dengan hati-hati, untuk melepaskan sumbat yang macet harus dilakukan ketukan dengan gagang kayu pada ujung sumbat itu, atau dengan cara hati-hati tetapi cepat diberi panas pada leher botol tersebut, misalnya dengan menyemprot udara panas listrik atau dengan air panas. Dalam keadaan ini botolnya harus diberi lapisan kain, dan botol yang berukuran besar harus dibuka di atas suatu penampung.

b. Bahan makanan dan minuman

Bahan makanan dan minuman tidak boleh diolah, disimpan dalam wadah yang digunakan untuk bahan kimia atau laboratorium (misalnya mangkok). Untuk bahan-bahan kimia tidak boleh dipakai wadah yang biasa digunakan sebagai tempat bahan makanan dan minuman.

Hendaknya meja atau lemari asap laboratorium tidak dipakai sebagai tempat makan dan minum. Dalam laboratorium yang mempunyai resiko kesehatan khusus, misalnya laboratorium medis, radiokimia dan insektisida tidak boleh dimasukan bahan makanan atau bahan pemikat termasuk minuman.

Bahan makanan dan minuman tidak boleh disimpan bersama-sama dengan bahan-bahan kimia. Tidak diperkenankan memanaskan makanan dan minuman pada alat-alat laboratorium (misalnya lemari pemanas). Untuk mendinginkan bahan makanan dan minuman hanya boleh dipakai lemari pendingin yang khusus dan ditandai untuk keperluan ini.

c. Merokok. Dalam ruang laboratorium dilarang merokok.

Kecelakaan bukanlah merupakan peristiwa yang tidak dapat dihindarkan, yang hanya diterima dengan pasrah. *Kecelakaan dapat dihindarkan*, statistik membuktikan bahwa bekerja menggunakan bahan dan aparat kimia kurang berbahaya bila dibandingkan dengan bekerja menggunakan bahan dan perlengkapan lainnya. Misalnya dalam industri bangunan angka kecelakaan berlipat ganda bila dibandingkan kecelakaan dalam industri kimia.

Namun syarat mutlak untuk bekerja dengan selamat ialah pengetahuan yang sempurna. Barangsiapa yang ingin bekerja bebas bahaya harus menguasai ilmu kimia dan fisika, karena bahaya akan selalu ada bila terdapat ketidaktahuan. Dalam industri kimia, peraturan pencegahan kecelakaan merupakan hasil pengalaman lebih dari 100 tahun. Maka sungguh penting untuk mengetahui dan melaksanakan peraturan tersebut.

Suatu kecelakaan bukan hanya membawa kerugian kepada orang yang mengalaminya (luka, nyeri, kehilangan mata pencarian), bahkan mungkin lebih berat lagi, hingga pada resiko kematian. Kecelakaan juga mengakibatkan kerugian yang besar pula (kerusakan pada tempat kerja, kehilangan produksi, dsb). Maka bekerja bebas-kecelakaan merupakan suatu hasil penampilan keahlian. Bagi laboran ataupun tenaga ahli di suatu laboratorium, upaya pencegahan kecelakaan sudah harus merupakan sesuatu yang lumrah.

Pelaksanaan pekerjaan yang bertentangan dengan Peraturan Pencegahan Kecelakaan adalah terlarang. Sekalipun pekerjaan itu sangat mendesak, tidak boleh mengabaikan keselamatan kerja. Kecerobohan bukan sikap yang berani. Jika seseorang tidak menguasai pengetahuan mengenai pekerjaan yang harus dilaksanakan, lebih baik janganlah mengerjakannya, karena orang itu tidak mengetahui bahaya kecelakaan. Carilah keterangan terlebih dahulu sebelum melaksanakan pekerjaan.

Pencegahan kecelakaan yang sempurna merupakan pengetahuan keahlian. Bekerja tanpa memikir, kurang teliti dan ceroboh merupakan bukti kurangnya pengetahuan keahlian seseorang. Orang yang bekerja secara demikian tidak pantas mengerjakan tugasnya.

Syarat utama dalam keselamatan kerja ialah hanya melakukan tugas sesuai dengan perintah kerja. Jika ada keraguan, bertanyalah kepada atasan (mandor atau kepala pabrik). Seseorang hanya boleh berada di ruangan yang merupakan ruangan tugasnya sendiri. Ruangan ini hanya boleh dimasuki bila ada perintah yang tegas untuk memasukinya. Dalam keadaan tersebut diatas ia wajib melapor kepada kepala pabrik yang bersangkutan.

Pada saat meninggalkan ruang kerja, kecuali pada waktu istirahat, wajib lapor pada atasan, agar bila terjadi musibah dapat dipastikan dimana setiap pekerja berada.

G. Tindakan Pencegahan Bahaya Kecelakaan Di Laboratorium

Barangsiapa yang mengetahui adanya bahaya terhadap keselamatan atau berada di suatu ruangan, maka dia wajib melaporkan hal tersebut kepada atasannya. Selanjutnya sudah sewajarnya bila setiap pelajar/laboran/asisten dan karyawan mengusahakan kerapian dan kebersihan, terutama ditempat bekerjanya sendiri. Hal ini bukan berarti bahwa seseorang tidak wajib menjamin kerapian dan kebersihan di luar tempat bekerjanya sendiri, misalnya menyingkirkan benda-benda di sekitar agar jangan mencelakakan orang. Minyak dan cairan lain di lantai perlu dibersihkan agar jangan menyebabkan orang cidera (tergelincir).

Jalur keselamatan dalam perusahaan harus bebas rintangan. Pintu-pintu darurat juga harus dibebaskan dari segala rintangan. Lubang-lubang yang terbuka harus ditutup atau diamankan. Limbah/sampah perusahaan segera harus disingkirkan. Untuk keperluan itu harus tersedia tempat sampah. Sampah juga dapat merupakan sumber kecelakaan (bahaya api, ledakan, dan keracunan).

Sumber kecelakaan mekanis, misalnya kerusakan pada mesin, robohnya penyangga dan lantai, bukanlah merupakan peristiwa umum dilingkungan industri kimia. Tetapi hal itu merupakan sumber kecelakaan yang paling sering terjadi, dan sesungguhnya lebih sering terjadi dari pada kecelakaan yang diakibatkan oleh bahan-bahan kimia itu sendiri. Sebagai penyebab utama adalah banyaknya pekerjaan mekanis yang dilakukan misalnya reparasi, pengangkutan barang serta banyaknya keadaan-keadaan bahaya pada pekerjaan bangunan dan instalasi perlengkapan (saling membahakan antar kelompok-kelompok kerja, kurangnya kesadaran dan desakan waktu).

1. Tindakan pencegahan jatuhnya korban manusia

Jalan-jalan di dalam pabrik pada umumnya dan di dalam gedung perusahaan pada khususnya hendaknya dibebaskan dari setiap rintangan yang dapat menyebabkan orang tersandung. Selain itu harus pula diberi penerangan lampu yang memadai. Lapisan lantai yang licin sehingga menyebabkan mudah tergelincir harus dihindari dan seharusnya sudah diperhatikan pada tahap perencanaan bangunan. Juga perlu ditegaskan siapa yang ditugaskan untuk membersihkan, terutama dalam keadaan cuaca yang luar biasa (hujan, butir-butir es dipermukaan). Di dalam gedung yang menyempit pada lorong-lorong dan ketinggian langit-langit karena penyangga harus diberi tanda peringatan (misalnya dengan garis-garis hitam-kuning). Permukaan lantai yang tidak datar untuk sementara, misalnya pada pekerjaan pembangunan atau pemeliharaan (misalnya pengalihan tanah, jalur parit yang tertutup), haruslah diberi pagar, dan bila berada di jalan lalu-lintas harus diberi penerangan yang memadai.

Anak-tangga haruslah dibuat dengan tinggi yang sama dan sepanjang jalan harus diberi penerangan yang tidak menyilaukan. Jika selisih tingginya melebihi satu meter, tangga itu harus diberi pagar setinggi lutut dan mata-kaki, untuk menjaga agar orang tidak jatuh dari pagar tangga. Anak-tangga yang telah mengalami kerusakan harus diganti dengan yang baru. Untuk alas anak-tangga dan lantai di gedung perusahaan yang menggunakan rangka kisi telah terbukti lebih aman, dan sekaligus menjamin peredaran

udar. Untuk mencegah kerobohan, rangka-kisi itu harus disekrup pada bagian penyangganya atau diperkuat dengan cara pengamanan lainnya.

Jendela, lubang-lubang galian dan parit, lubang kerangka, atap yang penyangganya kurang kuat dan jendela loteng yang berada di tempat kerja atau tempat berlalu lalang harus diberi penyangga yang kuat untuk mencegah terjadinya kerobohan. Untuk mencegah jatuhnya seseorang, maka lantai tempat bekerja harus diberi pagar setinggi mata-kaki dan lutut. Lantai kerja yang bergerak harus diberi pengamanan agar jangan terguling. Lantai itu hanya boleh dinaiki setelah dipasang rem pengendali yang mantap. Penambahan beban pada kerangka harus dipakai alat pengaman. Penutup atap dari semen asbes atau bahan ringan lainnya tidak boleh diinjak karena tidak akan kuat menahan bobot tubuh manusia. Tukang penggosok kaca jendela yang bekerja pada dinding luar gedung harus mengikat tubuhnya. Untuk keperluan itu harus sudah dipasang pengait di dinding gedung pada waktu pembangunannya.

2. Alat Pelindung Tubuh Manusia

Alat pelindung tubuh manusia perlu dikenakan apabila bahay terhadap kesehatan dengan menggunakan alat-alat atau penerapan metode kerja yang aman tidak dapat di cegah. Hal ini berlaku terhadap berbagai bahaya, termasuk bahaya bahan yang korosif, terhirupnya zat-zat beracun, termasuk juga keracunan dalam jangka waktu yang lama pada suatu tempat tertentu. Untuk menanggulangi bahaya tersebut di atas, diperlukan pemakaian topi pengaman, sepatu pengaman, dan kacamata pengaman di lingkungan sekolah teknik atau pabrik.

Walaupun demikian, bagaimana pun sempurnanya pakaian pengaman, tidak akan bermanfaat apabila tidak dikenakan. Oleh karena itu setiap karyawan/laboran diwajibkan mengenakan pakaian pengaman tersebut.

a. Alat Pengaman Tubuh

Dalam Pedoman Pengamanan tersebut diatur cara pemilihan alat pengaman tubuh dan keharusan pemakaian dan penggunaan alat tersebut. Hal ini diatur sesuai dengan peraturan Keselamatan Kerja Perusahaan dan Jamsotek (Jaminan Sosial Tenaga Kerja Indonesia).

Untuk memilih alat pelindung tubuh yang tepat, tersedia suatu Katalog Keselamatan Kerja. Dalam Katalog ini disajikan nomor sandi masing-masing alat pelindung serta digambarkan mengenai alat pengaman tubuh tersebut, disertai keterangan cara penggunaan dan pemakaian masing-masing. Jika terdapat keraguan tentang alat pelindung tubuh yang tepat, atau jika terdapat persediaan alat pengaman yang sempurna, maka anda dapat mengkonsultasikannya dengan bagian Keselamatan Kerja Perusahaan masing-masing.

Berdasarkan peraturan keselamatan kerja dan ketertiban pekerjaan setiap pekerja wajib mengenakan alat pelindung tubuh yang diwajibkan bagi setiap tempat tugas atau jenis pekerjaan tertentu. Harus selalu diperhatikan rambu-rambu perintah yang mewajibkan dikenakannya alat pelindung tubuh tertentu di suatu tempat. Kewajiban ini juga berlaku bagi karyawan yang berasal dari perusahaan lain ketika berada di tempat bersangkutan. Di dalam ruangan yang diwajibkan untuk mengenakan topi pelindung

atau kaca mata pelindung, selain karyawan, tamu juga diwajibkan menggunakan alat pengaman yang sama.



Gambar III.4. Beberapa model Jas Praktikum (Lab. Coat) untuk pria dan wanita

Semua alat pengaman tubuh tetap menjadi milik perusahaan. Alat itu harus dipelihara dengan baik dan harus dijaga dalam keadaan siap pakai. Alat pelindung yang cacat/rusak tidak boleh dipakai lagi dan harus diganti.

b. Penyuluhan dan Penerangan

Kepada seluruh karyawan harus diberikan penerangan mengenai manfaat serta mutlak pentingnya dalam menggunakan alat-alat pelindung tubuh oleh pimpinan perusahaan atau pejabat yang telah ditunjuk. Para pejabat perusahaan juga wajib mentaati peraturan pemakaian alat pelindung tubuh tersebut.

Apabila terdapat keadaan khusus yang mengharuskan pengecualian ataupun diperlukan peraturan khusus terhadap pedoman keselamtam kerja, Maka pengecualian ini di lakukan oleh pimpinan perusahaan setelah dibicarakan dengan bagian keselamatan kerja bersama dengan komisi perusahaan. Bila perlu, dilibatkan pula dokter perusahaan, Menurut apa yang telah ditetapkan secara tertulis dalam peraturan perusahaan tersebut.

c. Pelindung Kepala

Topi pelindung wajib di gunakan bila terdapat kekhawatiran adanya bahaya kejatuhan benda atau terpukulnya kepala. Hal semacam itu terutama di perlukan

didalam pabrik, sekolah-sekolah tehnik bserta halamannya, pada tempat pembangunan atau pemasangan instalasi.

Pada tempat bekerja didalam ruangan diman terdapat kegiatan pengangkutan barang pada ketinggian 1.5 meter (Pekerjaan penimbunan barang, dengan alat pengangkat, dengan derek atau pada pemuatan barang di kapal). Pada keadaan dimana terdapat kemungkinan bahaya bahwa rambut yang panjang akan terjepit pada alat-alat berputar (misalnya mesin bubut) harus dipakai jala rambut.

d. Pelindung Mata dan Muka

Alat pelindung mata dan muka harus dipakai, bila terdapat adanya kekhawatiran bahaya cedera mata atau muka disebabkan oleh zat penyembur, percikan zat cair, atau penyinaran yang berbahaya.

Kacamata pelindung dengan perisai disamping harus dipakai disetiap ruangan, diman berlangsung kegiatan yang dapat membahayakan mata, terutama bila kita bekerja dengan zat yang korosif, bahan peledak atau bahan yang mudah terbakar, pekerjaan pemboran, bubut, frais, mengasah/menggrinda, kampuh, pembuangan karat secara mekanik, pengerjaan bahan yang rapuh. Kacamata pelindung harus selalu dikenakan dalam laboratorium dan sekolah tehnik yang bekerja dengan bahan kimia.

Pekerja yang mempunyai gangguan pada mata harus menggunakan kacamata pelindung dengan lensa koreksi yang terbuat dari kaca atau bahan plastik yang keras, ataupun menggunakan kacamata pelindung yang menutup kacamata koreksinya. Kacamata pengelasan dengan perisai samping yang berkaca gelap/hitam harus digunakan pada waktu melakukan pekerjaan pengelasan atau pemotongan atau otogen.

Pada tugas atau pekerjaan dalam ruangan yang menimbulkan peningkatan bahaya terhadap mata atau muka, maka harus dipakai kacamata pelindung berpandangan penuh atau tameng muka yang tepat. Peningkatan bahaya itu lazimnya dianggap terdapat:

- a) Pada pekerjaan membuka atau membongkar system dimana mungkin terdapat sisa bahan yang korosif, peledak atau bahan yang mudah menyala;
- b) Pada pekerjaan membuka atau membongkar sambungan peralatan penutup dan penutupnya sendiri, yang didalamnya mungkin secara tidak terduga telah terjadi tekanan tinggi;
- c) Dalam melakukan pekerjaan yang menggunakan tangan pada instalasi dimana terdaoat tekanan tinggi;
- d) Pada pekerjaan mencerat tanur elektro termis;
- e) Pada pekerjaan dengan alat pemasang baut dan penyemprot cairan.

e. Pelindung Kaki

Sepatu pelindung wajib dikenakan apabila terdapat kemungkinan bahaya cedera pada kaki yang disebabkan oleh benturan, jepitan, kejatuhan suatu benda atau terlindas kendaraan. Sepatu ini wajib pula dikenakan bila terdapat kemungkinan menginjak benda runcing, tajam, panas atau zat korosif.

Sepatu pelindung harus pula dikenakan bila bekerja di pabrik, sekolah teknik, lokasi penimbunan, perusahaan bongkar muat, pekerjaan bangunan dan instalasi. Bila bekerja di laboratorium, dapur dan tempat kerja sejenis, paling tidak harus di pakai sepatu yang kokoh dan rapat.

f. Pelindung tangan

Alat pelindung tangan harus dikenakan apabila melakukan pekerjaan yang mengandung resiko cedera pada tangan. Pada umumnya bahaya terhadap tangan di akibatkan oleh pengaruh bahan kimia, lingkungan udara panas atau dingin terhadap kulit tangan dan pada pekerjaan mekanis.

Bilamana terdapat resiko alergi atau penyakit kulit, perlu di gunakan salap pelindung tangan. Juga harus disediakan bahan pencuci (sabun) yang memadai untuk membersihkan tangan. Dalam memilih salap pelindung kulit tangan harus di minta nasehat dari bagian Hiperkes (Himpunan Perawat Kesehatan).



Gambar III.5. Model pemakaian pelindung keamanan dalam praktikum: jas lab., sarung tangan latex dan kacamata (diambil dari Google)

Sarung tangan pelindung sebaiknya tidak di pakai bila bekerja pada alat yang berputar, karena hal ini akan menambah kemungkinan bahaya tersangkut. Pada mesin jenis ini, untuk pencegahan cedera pada tangan atau jari jemari, harus di pasang alat pelindung (perisai) Khusus.

g. Pelindung Pendengaran

Di ruang kerja atau kegiatan dengan tingkat kebisingan di atas 90 dB harus di sediakan pelindung telinga bagi karyawan. Karyawan yang bertugas di ruangan dengan kebisingan tinggi itu harus di periksa oleh dokter Hiperkes (Pemeriksaan Ketangkasan dan Perawatan). Jenis alat pelindung yang di pakai (kapas penyumbat telinga, sumbat

dan penutup atau pelindung telinga) disesuaikan dengan intensitas dan frekuensi kebisingan. Kurva nilai peredam dan alat pelindung telinga yang tepat serta petunjuk selanjutnya mengenai peredam kebisingan dapat di pelajari dalam catalog alat keselamatan kerja. Pada tingkat kebisingan 85 dB keatas, di anjurkan untuk memakai pelindung telinga

h. Pelindung Pernafasan

Pengunaan pelindung pernafasan dianjurkan untuk ruang kerja dimana atmosfer lingkungan tidak memadai sebagai udara pernafasan, Karena udaranya mengandung zat-zat perusak (gas racun, uap, debu apung) dalam konsentrasi yang membahayakan kesehatan dan/atau kadar zat asamnya tidak cukup untuk pernafasan.

Jenis alat pelindung pernafasan yang tepat untuk dipergunakan ditentukan oleh pimpinan perusahaan setelah berkonsultasi dengan bagian keselamatan kerja dan regu pemadam kebakaran. Perincian mengenai jenis dan pemakaian alat pelindung pernafasan terdapat pada pamflet pelindung pernafasan.

Alat filter untuk benda-benda halus yang beterbangan harus selalu dibawa bila bekerja pada jenis perusahaan atau ruangan tertentu yang memerlukannya, seperti ditunjukkan dalam gambar.



Gambar III. 6. Jenis respirator (pelindung pernafasan) yang banyak digunakan di Lab. Kimia (diambil dari Google)

Ketangkasan pekerja untuk menggunakan alat pelindung yang tidak tergantung dari udara lingkungan harus dipastikan dengan pemeriksaan oleh dokter perusahaan. Pekerja itu harus diberi penyuluhan dan penerangan tentang penggunaan alat tersebut beserta fungsinya dan harus dilatih dengan cara pemakaiannya. Pada pekerjaan-pekerjaan yang mempunyai sifat-sifat tertentu, maka para pekerja perlu mengenakan masker dan tidak diperkenankan memelihara jenggot atau cambang.

i. Pakaian Pelindung

Jika tidak berlaku peraturan khusus, karyawan diperbolehkan mengenakan pakaian kerja biasa. Pakaian kerja pelindung tahan api (misalnya bahan proban, nomex,

wol) harus dikenakan di dalam ruangan dan kegiatan yang mempunyai resiko tinggi terhadap bahaya api, seperti ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 7. Pakaian pelindung dari bahan tahan api (diambil dari Google)

Pada umumnya yang dianggap resiko berat terhadap bahaya api menurut pengertian teknis jika harus menangani cairan yang mudah menyala, misalnya dalam pekerjaan mencerat tanur elektrotermis. Pada pekerjaan yang berhubungan dengan api dalam tengki atau ruangan sempit wajib dikenakan pakaian pelindung yang tahan api. Dalam melakukan pekerjaan mengelas, maka wajib mengenakan pakaian pelindung pengelasan. Pada tugas dengan bahan-bahan yang mengandung bahaya api tingkat tinggi diwajibkan mengenakan pakaian khusus tertentu.

Pada pekerjaan yang menangani bahan-bahan yang bersifat asam atau basa atau bahan-bahan lain yang berbahaya, harus mengenakan dari bahan tahan terhadap bahan kimia tertentu, seperti misalnya bahan laken tahan asam, pakaian pengaman yang dilapisi dengan PVC, pelindung dari bahan karet.

BAB IV

PENYIMPANAN ALAT-ALAT KIMIA DI LABORATORIUM

Kompetensi yang diharapkan setelah mempelajari materi tentang Penyimpanan Alat-alat dan Bahan-bahan Kimia di Dalam Laboratorium, meliputi:

1. Memahami asas-asas penyimpanan alat-alat berdasarkan sifatnya
2. Memahami prinsip-prinsip perawatan alat-alat
3. Memahami prinsip penyimpanan bahan-bahan kimia
4. Memahami penyimpanan bahan beracun, bahan yang mudah terbakar, campuran berbahaya dan bahan yang mudah meledak.

A. Penyimpanan Alat

Untuk menjamin keamanan kerja di laboratorium, cara penyimpanan alat dan bahan kimia harus diperhatikan. Dalam penyimpanan ini harus disediakan khusus ruangan penyimpanan dan tempat penyimpanan yang bersih, berventilasi dan mudah dilalui serta didapat bila diperlukan. Untuk itu, penyimpanan pengambilan dan pengembalian alat atau zat harus diikuti prosedur yang menjamin keamanan. Berikut ini keterangan lebih jauh tentang penyimpanan alat.

1. Ruang besi (RB)

Ruang ini terbuat bebas dari kelembaban, cairan, larutan dan air. Gunanya untuk menyimpan alat-alat dari besi dan logam lainnya seperti : kaki tiga, statif besi, klem, statif corong, ring besi, dan alat dari besi.

2. Ruang alat kayu (RK)

Ruang ini berupa lemari bertahap pada susunan aggak atas, karena alat dari kayu cukup ringan. Hindarkan tempat ini dari kelembaban, uap zat dan percikan cairan atau larutan. Contoh alat yang disimpan dalam ruang ini adalah : jepit tabung, rak tabung reaksi, alat sendok bak, bantalan jepit batu baterai dan lain-lain.

3. Ruang alat optik (RO)

Ruang ini merupakan lemari khusus dan sipasang listrik 15-25 watt di dalamnya. Hindarkan dari udara dingin atau kelembaban maupun uap zat. Contoh alat yang disimpan dalam ruang ini adalah : mikroskop, refraktometer, proyektor, kamera dan lensa-lensa lainnya.

4. Ruang karet, gabus dan plastik (RKGP)

Ruang ini berupa laci atau lemari khusus dan letaknya tidak menjadi masalah. Contoh alat yang disimpan dalam ruang ini adalah : selang karet, selang plastik, prop karet, prop gabus, gelas kimia plastik, alat injeksi, pompa hisap plastik, sendok dan spatula plastik.

5. Ruang alat ukur (RU)

Ruang ini bisa berupa laci atau lemari khusus, tertutup dan dapat dibuka secara mudah, harus bersih dan kering serta tidak miring. Contoh alat yang disimpan dalam ruangan ini adalah : termometer, areometer, piknometer, voltmeter, amperemeter, multimeter dan lain-lain.

6. Ruang alat listrik

Ruang ini sama dengan ruang optik. Contoh alat yang disimpan dalam ruang ini adalah : supply transformator, adaptor, stabilisator, pengaduk listrik dan lain-lain.

Di samping cara penyimpanan tersebut juga ada cara penyimpanan atas dasar frekwensi pemakaian, pencucian, alat volumetri dan lain-lain sevgai berikut :

1. Alat-alat yang sering digunakan
Apabila harga alat-alat ini murah, tempatkan alat ini pada tempat yang mudah dijangkau praktikan.

Contohnya adalah statif, kaki tiga, kasa asbes, pembakar spiritus, dan jepit tabung

2. Alat-alat yang sering dicuci
Alat-alat ini disimpan pada tempat tersendiri, sehingga siswa mudah mengambilnya.

Contoh alat-alat ini adalah : gelas kimia, corong, tabung reaksi.

3. Alat volumetri
Alat ini agak sulit disimpan sehingga lebih baik dibuatkan tempat khusus untuk menyimpan buret dan pipet.

B. Prinsip-Prinsip Penyimpanan Alat

1. Zat dan bahan dasar alat harus diketahui.
2. Berat alat harus diperhatikan. Alat yang berat harus diletakan di bagian bawah.
3. Alat-alat yang sering digunakan harus diletakan pada tempat yang mudah dicapai.
4. Kepekaan alat harus diperhatikan seperti sifat alat dan lingkungannya.
5. Penyimpanan harus menjamin tidak terkontaminasinya alat dengan uap atau zat kimia.
6. Pisahkan penyimpanan alat berdasarkan golongan bahan dasarnya.
7. Alat yang terdiri dari perangkat set, apabila disimpan harus lengkap, walaupun terpisah harus berdekatan, sehingga mudah mencarinya.
8. Alat listrik yang mempunyai arus, dalam menyimpan arus, harus dibuang dulu atau diputuskan dari sumber arusnya.
9. Tempat penyimpanan alat harus disesuaikan dengan bentuknya.
10. Alat-alat yang mahal harus disimpan di tempat yang aman.

Sedangkan untuk keperluan inventarisasi dan praktikum kimia, perlu dikenal nama, bentuk dan klasifikasinya serta penggunaannya, seperti sebagai berikut :

1. Mengetahui nama alat.
2. Mengetahui perlengkapan tambahannya.
3. Mengetahui kegunaan pokok alat tersebut.
4. Mengetahui spesifikasi alat tersebut.
5. Mengetahui toleransi alat tersebut.
6. Mengetahui dan dapat menggunakan kerja alat.
7. Dapat menguji bekerjanya alat tersebut.

C. Penyimpanan Bahan-Bahan Kimia

a. Bahan kimia yang berupa padatan

Bahan ini disimpan dalam botol gelas atau plastik yang bermulut lebar, mempunyai mulut yang rapat dan diberi etiket yang jelas, tidak mudah luntur dan tidak mudah lepas. Penyimpanannya dilakukan di lemari dengan pintu yang diberi kaca tembus pandang. Bagian yang lebih berat disimpan di bagian bawah. Bahan yang terbuat dari bahan yang sama, disatukan.

b. Bahan kimia yang berupa cairan/larutan

Bahan ini disimpan dalam botol gelas yang bermulut kecil, volume cairan dalam botol adalah $\frac{3}{4}$ nya sehingga $\frac{1}{4}$ bagian botol dapat untuk kondensasi larutan. Jangan menggunakan botol plastik untuk menyimpan larutan yang bersifat asam atau basa kuat, serta yang bersifat sebagai pelarut, kecuali air. Zat yang peka cahaya harus disimpan dalam botol berwarna gelap.

Penyimpanan pada rak, harus terbuka dan mudah untuk menggunakannya. Bagian yang lebih berat ditaruh pada bagian bawah. Botol untuk penyimpanan bahan yang terbuat dari zat yang sama, dikelompokkan jadi satu.

c. Bahan kimia yang berupa gas

Bahan ini harus disimpan di tempat yang dingin dan jauh dari api. Tangki gas diusahakan jangan sampai jatuh atau bergulir. Generator gas harus diatur kembali setelah dipakai, sebab, timbulnya gas dapat memecahkan alat. Dalam memindah-mindahkan harus hati-hati,



Gamba IV.1. Lemari alat gelas/kaca dan logam di bagian bawah (photo hasil kunjungan ke Lab. Kimia, UM Malang, 25 Mei 2010)

1. Penempatan bahan-bahan di laboratorium

Zat-zat terbagi pada beberapa jenis yaitu :

a. Zat cair/larutan stock (persediaan)

Penyimpanan zat yang termasuk jenis ini misalnya asam sulfat, asam nitrat, amonia, dan zat organik, bisa dilakukan di dalam lemari asam.

b. Zat padat stock

Zat jenis ini dapat disimpan di bufet zat atau rak dan hindarkanlah dari tercampurnya dengan cairan.

c. Zat cair atau larutan yang akan cepat digunakan

Jenis zat ini harus disimpan pada botol besar dan diletakan di bawah.

d. Zat padat yang akan cepat digunakan

Zat ini harus disimpan pada rak-rak zat padat.

Cara penyimpanan zat-zat pada rak

Cara penyimpanan zat/bahan kimia dipertimbangkan dari berbagai segi, salah satunya dari segi segi wujudnya. Zat padat dipisahkan dari zat cair/larutan. Penyimpanannya diklasifikasikan atas dasar abjad nama depan unsur dalam Bahasa Indonesia. Contohnya dapat dilihat pada tabel V.1.

Tabel IV.1 : Klasifikasikan zar-zat kimia atas dasar abjad nama depan unsur

Klas	Macam zat	Kode abjad/rak
I	Asam-asam	Asam dan basa zat organik
II	Basa-basa	Asam dan basa zat organik
III	Garam	
	Garam amonium	A
	Garam aluminium	A
	Garam barium	B
dst	dst	dst

D. Penyimpanan Bahan Beracun, Bahan Yang Mudah Terbakar, Campuran Berbahaya Dan Bahan Yang Mudah Meledak

1. Bahan beracun :

Contohnya : HgCl_2 (sublimat), persenyawaan sianida, persenyawaan arsen, gas CO_2 , persenyawaan sulfur dan nitrat.

2. Bahan yang mudah terbakar

Contohnya : gas H_2 , CO , CH_4 , C_2H_2 , C_2H_4 , C_6H_6 , NH_3 , H_2S , HCN , N_2 , CO_2 , PH_3 , alkil logam, boran (BH_3), CS_2 . Cairan organik seperti eter, aseton, benzena, alkohol, metanol, terpentin, kerosin, naftalen dan minyak bakar.

3. Bahan yang mudah meledak

Contohnya : Na, K, NH_4NO_3 , serbuk seng dengan air, KNO_3 dengan CH_3COONa .

- a. Nitrat dengan ester, peroksida dengan Mg, Zn atau Al.
- b. Klorat dengan asam sulfat.
- c. Asam nitrat dengan Zn, Mg atau logam lainnya.
- d. Halogen dengan amonia (NH_3) dan merkuri oksida dengan sulfur (S).
- e. Posfor dengan asam nitrat (HNO_3) atau dengan KClO_3 .

Tercampurnya zat-zat tersebut di atas akan menimbulkan ledakan apabila tidak hati-hati menyimpannya. Seperti prinsip-prinsip yang telah dipelajari di depan, maka penyimpanan harus terpisah dari lawan zatnya untuk menghindarkan ledakan.



Gambar IV. 2. Lemari/rak bahan-bahan kimia dan sebagian perangkat ringan distilasi
(photo hasil kunjungan ke Lab. Kimia UM, Malang, 25 Mei 2010)

BAB V.

PERAWATAN ALAT-ALAT KIMIA DI LABORATORIUM

Kompetensi yang diharapkan setelah mempelajari materi tentang Alat-alat Kimia Di Laboratorium, meliputi:

1. Dapat mengklasifikasikan jenis-jenis alat laboratorium kimia
2. Dapat memahami dan mengetahui sumber kerusakan alat
4. Memahami cara merawat alat berdasarkan atas jenisnya
5. Memahami cara perawatan alat-alat permanen dan perlengkapan laboratorium kimia lainnya.
6. Memahami cara penyimpanan dan perawatan alat-alat Kimia

A. Klasifikasi alat-alat di Laboratorium Kimia

Perawatan adalah kegiatan pemeliharaan terhadap alat dan bahan yang sudah ada di laboratorium berdasarkan pertimbangan pengetahuan alat dan bahan serta proses dan resiko yang ditimbulkannya dengan tujuan pokok alat dan bahan tetap baik, dapat digunakan setidaknya-tidaknya nilai penyusutan tidak terlalu menurun dratis dan kadar kekuatan daya gunanya masih baik. Penyimpanan yang baik merupakan bagian dari kegiatan perawatan, namun karena menyangkut aspek jenis alat dan bahan serta sifat dari alat dan bahan itu, maka kegiatan penyimpanan harus mendapat pertimbangan yang khusus. Beberapa golongan alat dan bahan dasar alat tersebut adalah sebagai berikut :

Alat-alat Praktikum Kimia **Golongan I : Alat-Alat Gelas dan Perabotan mudah pecah**, seperti ditunjukkan pada gambar IV.1 s/d gambar IV.6.



(a)



(b)

Gambar V.1. Alat-alat gelas dan cara penirisannya (a dan b) (diambil dari Website : *Equipment Chemistry Laboratory, Google, 2010*)

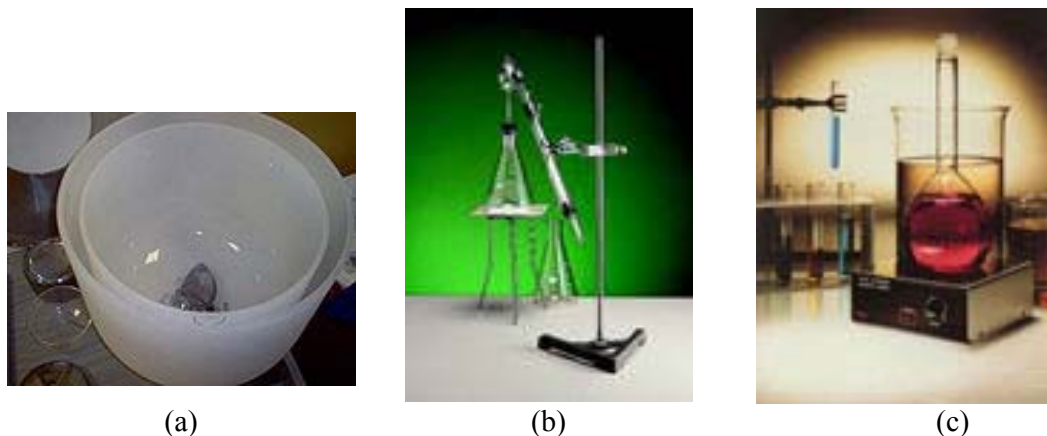


(a)



(b)

Gambar V.2. Penyiapan bahan dan alat-alat gelas untuk praktikum (diambil dari Website : *Equipment Chemistry Laboratory, Google, 2010*)



Gambar V. 3. (a) Alat dari bahan polietilen untuk pembuatan adonan/sluri dan (b) Rakitan untuk penampungan ditilat (c) pemanasan dengan penangas minyak (diambil dari Website : *Equipment Chemistry Laboratory, Google, 2010*)

Beberapa daftar alat dan perabotan mudah pecah untuk katagori **golongan I**, meliputi :

1. Gelas piala atau gelas beker
2. Corong pnyaring
3. Pipet pengukuran
4. Pipet ukur
5. Buret
6. Labu erlenmeyer
7. Batang pengaduk dari gelas
8. Tabung reaksi
9. Gelas ukur
10. Labu ukur atau labu takar
11. Termometer
12. Labu dasar bulat/godog
13. Botol pencuci
14. Botol pereaksi mulut lebar
15. Kaca arloji
16. Botol pereaksi mulut sempit
17. Tabung pengering
18. Pipet kaca
19. Pipet tetes
20. Pipet bengkok.

Alat-alat praktikum Kimia **Golongan II**: terdiri atas alat logam dan rangkaian beberapa alat elektronik yang merupakan alat-alat untuk penelitian, seperti ditunjukkan dalam daftar.

Daftar beberapa peralatan praktikum dan penelitian kimia **golongan II** meliputi :

1. Neraca biasa lengan tiga
2. Pembakar
3. Tang cawan
4. Kasa kawat
5. Ring besi
6. Klem pemegang
7. Klem buret
8. Standar/statif
9. Jepit tabung
10. Jepit
11. Sikat tabung
12. Pemadam kebakaran
13. Voltmeter dan pH meter
14. Neraca analitik elektrik
15. Mikroskop
16. Spektrometer

Golongan III : Alat-alat yang terbuat dari kayu

Contoh-contohnya :penjepit tabung reaksi, rak tabung reaksi, standar pipet, standar tabung/rak tabung, standar corong, rak alat dan zat, rak pengering labu dan rak buret.

Golongan IV : Alat-alat yang terbuat dari bahan porselin

Contoh-contohnya :cawan panggang/penguap, lumpang dan alu, bak pembakar porselin, segitiga, tungku listrik, plat tetes dan lain-lain.

Golongan V : Alat-alat yang terbuat dari plastik

Contoh-contohnya : gelas kimia plastik 500 mL dan 1 liter, alas gelas ukur, pompa isap air suling, botol semprot, selang plastik dan suntikan plastik.

Golongan VI : Alat-alat yang terbuat dari karet

Contoh-contohnya : selang karet, sumbat botol, pipet tetes, sarung tangan dan lain-lain.

Golongan VII : Alat-alat yang terbuat dari bahan logam dan alat-alat listrik

Contoh-contohnya : transformator, adaptor, power supply, amperemeter, ohmmeter, volt meter, multimeter, neraca listrik, pemanas listrik, penangas listrik, pengaduk listrik, stabilisator tegangan, kipas listrik dan bel listrik.

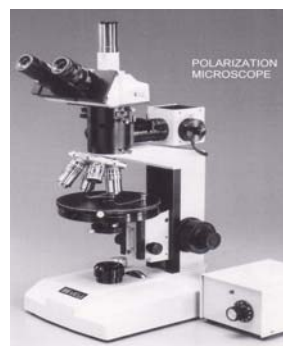


(a)



(b)

Gambar V.4. Rangkaian (a) Voltmeter dan (b) Rangkaian elektroda untuk pengukur pH maupun daya hantar (diambil dari *brosur katalog alat Analisis Kimia, 2010*)



(a)



(b)

Gambar V.5. Alat micropolarisator dan (b) ultrasound untuk menyediakan partikel nano (diambil dari *MIT Website, Chemistry Equipment Laboratory, 2007*)

Golongan VIII : Alat-alat optik

Contoh-contohnya : mikroskop, refraktometer, kalorimeter, teropong, lensa dan cermin, filter cahaya, kamera spektrometer, ditunjukkan pada gambar IV.6.



(a)



(b)

Gambar V.6. (a) Rangkaian alat untuk pengukuran resistansi dan (b) spektrometer Inframerah (diambil dari *MIT Website, Chemistry Equipment Laboratory, 2007*)

Berdasarkan golongan alat-alat tersebut, maka cara perawatan adalah dengan mempertimbangkan kemungkinan mudah rusak bahan dasarnya di samping mudah rusak konstruksi atau rangkaianannya.

B. Sumber Kerusakan Alat

Semua alat-alat, cepat atau lambat akan mengalami kerusakan bahan ataupun konstruksinya, oleh karenanya perlu diketahui beberapa sumber kerusakan alat tersebut.

1. Udara sebagai penyebab kerusakan

Udara yang mengandung oksigen dan uap air akan membuat barang-barang yang terbuat dari besi akan menjadi berkarat atau terkorosi, sedangkan barang terbuat dari seng, tembaga, kuningan dan lain-lain akan menjadi kusam. Menghindarinya : hindarkan barang tersebut kontak langsung dengan udara, mengecet barang tersebut dengan mani/ Pb_3O_4 , memoles dengan vaselin, gemuk/lemak atau dipernis. Jelas yang terbaik adalah menyepuh/melapisi barang tersebut dengan logam tahan karat seperti krom dan nikel. Kelembaban juga menyebabkan terjadinya jamur pada lensa berbagai kualitas yang biasanya tersusun dengan lensa canada atau balsam canada yang dapat ditumbuhi jamur.

Bahan kimia higroskopis harus disimpan dalam botol yang tertutup rapat, karena kesalahan menutup akan menjadikan bahan berair dan berubah menjadi larutan. Bahan yang mudah teroksidasi pun demikian misalnya : besi (II) sulfat berwarna hijau muda yang akan segera menjadi besi (III) sulfat, kristal berwarna merah muda.

2. Penyebab kerusakan karena : air, asam, basa dan cairan lainnya

Air. Semua alat dan bahan yang terkena atau disimpan dalam keadaan berair atau basah akan cepat rusak. Oleh karenanya, simpanlah alat dan bahan dalam keadaan kering.

Asam. Cairan yang bersifat asam mempunyai daya merusak yang lebih hebat dari pada air. Hindarkan alat dan bahan dari asam ini. Asam yang bersifat gas seperti HCl lebih ganas lagi, sebab bersama udara akan mudah terbawa dan pindah tempat. Cara yang paling baik dalam mencegah kerusakan alat dan bahan kimia yang disebabkan oleh asam adalah dengan mengisolasi asam tersebut ke dalam lemari asam.

Basa. Pengaruhnya sama dengan asam, sehingga pencegahannya pun tidak berbeda. Contoh basa yang sering menyebabkan kerusakan adalah air garam dan garam-garam alkali lainnya.

3. Penyebab kerusakan karena panas atau suhu

Alat-alat akan memuai dan pemuaiannya tidak teratur sehingga alat tidak dapat berfungsi. Hal ini terjadi jika terkena panas yang tinggi. Pengaruh lainnya adalah : alat elektronika akan kurang peka, memacu oksidasi logam, merusak cat dan merusak perangkat lunak lainnya (tetapi di daerah tropis tidak begitu terasa).

4. Penyebab kerusakan karena pengaruh mekanis

Bahan-bahan yang mudah pecah (gelas), mudah lentur atau berubah bentuk (plastik, karet dan lain-lain), tali, akan rusak bila terbentur, tertarik ataupun terkena tekanan yang besar. Oleh karenanya, hindarkanlah dari kejadian tersebut.

5. Penyebab kerusakan karena sinar

Hindarkanlah alat atau bahan dari sinar matahari langsung dengan memasang tirai pada jendela laboratorium. Contoh bahan-bahan yang mudah rusak atau tereduksi oleh sinar uv dari matahari adalah : KMnO_4 , AgNO_3 kristal. Bahan tersebut harus disimpan dalam botol berwarna gelap.

6. Penyebab kerusakan karena api

Api merupakan bahaya yang sering menimbulkan kebakaran besar atau kecil yang menyebabkan kerusakan alat. Tiga komponen yang menyebabkan terjadinya kebakaran adalah :

- a. Adanya bahan bakar
- b. Adanya panas yang tinggi yang dapat mengubah bahan bakar menjadi uap
- c. Adanya oksigen di udara atau disekeliling kita.

Oksigen yang mudah bereaksi dengan bahan bakar yang berupa uap, yang sudah mencapai titik bakarnya, akan menimbulkan api. Maka, untuk menghindarkan terjadinya kebakaran diusahakan untuk meniadakan salah satu komponen dengan menyimpan bahan yang mudah terbakar pada tempat dingin, sehingga tidak mudah naik suhunya dan tidak mudah menjadi uap.

7. Penyebab kerusakan karena sifat bahan kimia itu sendiri

Sifat bahan kimia misalnya asam mudah bereaksi dengan basa, logam alkali dengan air akan menimbulkan ledakan dan api (eksplosif). Asam sulfat yang ditetaskan pada kalium klorat padat dan gula pasir akan menimbulkan api. Begitu juga Kristal KMnO_4 yang ditetesi gliserin dan lain-lain. Mengatasinya : hindarkanlah mereaksikan bahan tersebut secara langsung, tapi menggunakan larutan encernya dulu.

C. Cara Merawat Dan Menyimpan Alat-Alat Laboratorium

1. Alat-alat dari gelas

Kemungkinan kerusakan yang terjadi pada alat-alat gelas adalah karena pecah, terbakar, jatuh dan terbentur benda lain. Untuk pemanasan suhu tinggi, gunakanlah gelas pyrex, alat gelas tebal sekali-kali jangan dipanaskan. Dalam menggunakan botol untuk menyimpan bahan kimia atau larutan zat kimia harus diperhatikan bahwa tutup botol tidak boleh terbuat dari logam. Tetapi gunakanlah tutup botol plastik, karet atau gabus dan yang lebih baik lagi dari kaca. Tetapi ingat, tutup botol zat dan larutan NaOH tidak boleh terbuat dari kaca.

2. Alat dari bahan logam

Resiko alat dari bahan logam adalah perkaratan/korosi karena oksigen di udara dan kelembaban air.

Perawatannya adalah dengan cara mengecat seluruh permukaan logam atau diberi vaselin, pelumas atau pelicin (minyak kelapa). Penjagaannya, alat harus selalu kering bila tidak dicat/dilumas. Hal ini dilakukan setelah dipakai dan penyimpanan harus di tempat kering yang bisa dibuat dengan memasang lampu atau zat higroskopis seperti CaCl_2 dan silika gel. Penyimpanan jangan di ruang asam atau di dekat zat kimia yang bersifat asam.

3. Alat dari bahan porselin

Kerusakan alat dari bahan porselin karena mekanis seperti jatuh, terbentur, terpukul besi. Porselin yang pada waktu penggunaannya mengalami pemijarannya, harus dihindarkan dari percikan air. Bahayanya, dapat pecah secara tiba-tiba. Dan bahaya lainnya adalah dapat merusak zat.

4. Alat dari bahan plastik

Resiko kerusakan alat yang terbuat dari plastik tergantung dari jenis plastiknya. Pada umumnya plastik dapat bereaksi dengan asam, basa atau garam anorganik. Sedangkan zat-zat yang melarutkan plastik adalah aseton, kloroform dan lain-lain. Plastik tidak tahan panas baik panas dari bahan kimia maupun panas dari api. Oleh karenanya, bahan dari plastik harus dihindarkan dari zat organik tertentu dan dari panas.

5. Alat dari kertas

Alat dari kertas umumnya berupa : poster, chart, peta, sistem periodik unsur dan alat peraga lainnya. Alat-alat ini akan mudah pucat/pudar warnanya bila terkena panas baik panas matahari maupun panas api. Sehingga, alat-alat ini

perlu dilapisi atau dilaminating, dan dihindarkan dari panas langsung. Alat dari bahan ini bila tidak digunakan lagi sebaiknya disimpan dalam lemari.

6. Alat dari bahan kayu

Kerusakan alat dari bahan kayu adalah rapuh, berjamur atau terbakar. Rapuh bila berada dalam kondisi lembab atau basah, kena asam, basa atau larutan garam atau juga bahan organik. Tidak sedikit juga alat yang terbuat dari kayu rusak karena dimakan rayap, bubuk, jamur dan lain-lainnya. Pencegahannya adalah : lapisi kayu dengan cat, pernis atau disemprot dengan insektisida.

7. Alat-alat dari bahan karet

Alat dari bahan karet ini mudah rusak karena asam, basa dan bahan organik yang menyebabkan karet lengket sesamanya. Demikian juga minyak bumi dan sejenisnya, dapat mengembungkan karet sehingga sifat elastisitas karet menjadi hilang. Oleh karena, hindarkan karet dari panas dan pelarut organik serta larutan basa.

8. Alat listrik

Beberapa perawatan terhadap alat listrik dan listrik adalah sebagai berikut :

a. Listrik

Jaringan listrik yang terdapat di laboratorium umumnya sudah direncanakan sedemikian rupa. Hindarkanlah penambahan ateker atau lampu baru. Dan kalau pun dilakukan, gunakanlah kabel yang tebal dan baik serta mintalah bantuan jasa instalator listrik. Sekering yang telah putus kawatnya janganlah diganti dengan kawat lain, karena muatan kawat tidak selalu sama. Namun, gunakanlah sekering baru dengan ukuran ampere yang sama. Hati-hatilah dengan listrik karena dapat menimbulkan resiko kematian.

b. Alat listrik

Alat-alat listrik yang ada di laboratorium di antaranya adalah : lemari es (kulkas), kompor listrik, fan listrik, radio dan lain-lainnya. Penggunaannya, periksalah voltasenya sebelum digunakan dan jika voltasenya berbeda dengan voltase AC di laboratorium, ubahlah terlebih dahulu voltasenya.

c. Alat-alat optik

Alat-alat ini terdiri dari beberapa lensa, contohnya : mikroskop, teropong, lensa, kamera dan lain-lain. Penyimpanannya harus dilakukan di tempat yang kering dan berilah zat higroskopis untuk menyerap air atau gunakan lampu pengering. Beberapa zat higroskopis yang dapat digunakan adalah : CuCl_2 anhidrous, CuSO_4 anhidrous, silika gel dan lain-lain.

Khususnya untuk perawatan kamera yang mempunyai lensa yang sangat peka dengan uap air dan debu, sebaiknya kamera ditempatkan pada toples atau botol besar. Jika tidak ada botol besar, gunakanlah plastik tebal yang ditusuk-tusuk dengan jarum untuk ventilasi.

D. Cara Perawatan Alat-Alat Permanen Dan Perlengkapan Lainnya

1. Lemari asam

Lemari asam harus dicat rata dengan sirlak atau pernis atau zat yang berwarna seperti kayu. Kotoran putih-putih pada lemari asam disebabkan oleh uap yang korosif. Kotoran ini dapat dilap atau dibersihkan dengan amonia atau spiritus untuk bagian kacanya. Lubang-lubang yang ada hendaklah ditutup agar daya hisap lemari asam tersebut menjadi besar. Botol-botol harus ditutup rapat dan sisa uap yang ada dikeluarkan dulu sebelum generator penghisap dimatikan. Sebaiknya generator penghisap itu selalu dihidupkan agar uap yang korosif senantiasa terbuang. Namun, panas generator harus selalu diperhatikan karena dapat menimbulkan kebakaran. Kipas yang mempunyai blower dari generator sebaiknya dipilih yang mempunyai switch 110 dan 220 v. Sehingga, bila laboratorium mengalami perubahan tegangan, mudah menyesuaikan.

Bagian lantai lemari asam harus selalu dalam keadaan bersih. Kotoran yang berwarna dapat dilap dengan amplas duco.

Pipa gas yang terbuat dari besi mudah berkarat. Untuk itu, maka perlu dicat dengan cat kuning atau cat khusus pipa.

Kondisi penghisap yang baik adalah pada kondisi yang tidak terlalu besar, lemari dapat tertutup. Daya hisap lemari asam dapat diperiksa dengan membakar kertas di dalamnya, lalu lihatlah arah api. Bila asap cepat naik, berarti daya hisap lemari asam tersebut baik. Perlu diketahui bahwa macetnya lemari asam adalah sumber malapetaka bagi pernapasan orang dan bagi alat. Dalam ruang laboratorium sebaiknya dipasang lebih dari satu lemari asam.

2. Kebersihan alat kaca

Sebelum disimpan, alat kaca harus berada dalam keadaan bersih dan kering. Beberapa pembersih kaca adalah sebagai berikut :

- a. Larutan deterjen yang dibuat dengan cara : 20 gr deterjen dilarutkan dalam air sampai 1 liter, lalu ditambah asam nitrat (HNO_3) pekat. Ketika akan digunakan, 20 mL larutan tersebut diencerkan terlebih dahulu menjadi 1 liter.
- b. Natrium dikromat dalam asam sulfat yang dibuat dengan cara : melarutkan 10 gr natrium dikromat dalam 15 mL air secara berhati-hati, karena reaksinya eksotermis. Kemudian tambahkan asam sulfat, H_2SO_4 pekat sehingga volumenya 100mL. Perlakukan asam ini sebagai asam pekat.
- c. Kalium permanganat yang dibuat dengan cara : melarutkan 10 gr kalium permanganat di dalam 1 liter air dengan sedikit pemanasan. Larutan ini dibasakan dengan menambah natrium karbonat, Na_2CO_3 1M sebelum digunakan. Dengan larutan, lemak yang melekat dapat dihilangkan dengan merendamnya selama satu malam. Noda kotor MnO_2 yang timbul harus dibersihkan hati-hati menggunakan asam klorida, HCl pekat, lalu dibilas dengan air.

Larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dapat digunakan untuk membersihkan noda perak nitrat AgNO_3 dan iodium, I_2 . Kotoran bekas KMnO_4 dapat dicuci dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ atau asam oksalat $(\text{COOH})_2$.

Untuk semua jenis kotoran hendaknya dicuci mulai dari urutan pembersih kaca a, b, dan c.

3. Kebersihan bak dan lantai

Bak dan lantai terbuat dari bahan yang sama, oleh karenanya, perlakuan pencuciannya sama. Untuk keadaan biasa dapat digunakan deterjen atau sabun biasa yang dicampur air untuk pel. Kotoran yang melekat dapat dihilangkan secara mekanik dengan menggosok menggunakan batu kambang atau amplas duco. Setelah pencucian, bagian yang rusak harus diganti dan dicat dengan cat yang sama.

E. Perawatan dan Penyimpanan Bahan-bahan Kimia

Bahan-bahan kimia dalam hal perawatannya digolongkan menurut keadaan fasenya yaitu : padatan, larutan atau gas. Dari segi penggunaannya, dikenal ada larutan induk dan larutan pereaksi langsung pakai.

1. Padatan biasa yang tidak higroskopis dan tidak menyublim

Perawatan padatan biasa yang tidak higroskopis dan tidak menyublim dapat dilakukan dengan menyimpan zat ini di dalam botol bermulut lebar yang bertutup baik. Usahakan etiketnya atau labelnya tidak mudah lepas dan hurupnya tidak mudah luntur atau menguap. Debu pada botol sebaiknya dilap. Pengambilan zat harus menggunakan sendok/spatula. Hindarkanlah kemungkinan masuknya debu, air maupun uap.

2. Padatan higroskopis

Perawatan padatan higroskopis dilakukan dengan menyimpannya dalam kaleng tertutup atau tempat lain yang tertutup rapat. Sumbatnya diselimuti lagi dengan plastik dan diikat erat-erat.

Contoh zat ini adalah NaOH dan KSCN .

3. Padatan mudah menguap atau menyublim

Perawatan Padatan mudah menguap atau menyublim dilakukan dengan menyimpan zat ini di dalam botol gelas atau plastik dengan tutup yang rapat dan tidak terlalu penuh. Sisa ruangan kosong kira-kira $\frac{1}{4}$ nya untuk kemudahan menyublim. Contoh zat yang termasuk golongan ini adalah : Iodium, amonium karbonat dan kamfer.

4. Padatan yang peka cahaya

Perawatan untuk padatan yang peka cahaya dilakukan dengan menyimpan zat ini di dalam botol gelap atau botol yang tidak tembus cahaya.

Contoh yang termasuk zat ini adalah : perak nitrat dan kalium permanganat.

5. Padatan yang peka air

Penanganan untuk padatan yang peka air dapat dilakukan dengan melarutkannya dalam minyak tanah atau kerosin.

Contohnya adalah logan Na, K dan Li.

6. Padatan peka oksigen atau udara

Penanganan zat ini dilakukan dengan merendamnya di dalam air yang terdapat pada botol gelas. Jangan menggunakan tempat dari kaleng karena mudah bocor dan bisa mengakibatkan kebakaran.

Contoh yang termasuk zat ini adalah posfor.

7. Campuran padatan

Penyimpanan untuk kelompok zat ini dilakukan dengan menghindari penempatan padatan ini dalam keadaan tercampur, terutama campuran oksidator dan katalisator dengan bahan yang mudah terbakar. Contoh zat yang termasuk golongan ini adalah : $KClO_3$, MnO_2 dengan gula pasir.

8. Cairan atau larutan biasa

Penyimpanan zat ini dilakukan menutupnya di dalam botol yang rapat dan menghindarkan masuknya debu. Pergunakan pipet untuk mengambil isinya bila digunakan atau dengan jalan menuang di mana etiketnya menghadap ke dalam tangan.

Contohnya adalah : alkohol, asam asetat dan larutan garam. Isi botol tidak boleh penuh. Sisakan $\frac{1}{4}$ nya untuk berkondensasi.

9. Cairan atau larutan mudah menguap

Penyimpanan kelompok zat ini dilakukan dengan menggunakan botol yang mempunyai tutup rapat, karena larutan ini mudah bertambah volumenya dan kadarnya turun. Contoh yang termasuk zat ini adalah asam sulfat.

10. Cairan yang mudah menguap

Penyimpanan cairan yang mudah menguap dilakukan dengan menggunakan botol yang mempunyai tutup rapat. Sisakan $\frac{1}{4}$ botol untuk kondensasi. Jauhkan dari panas.

Contoh golongan zat ini adalah : NH_4OH , HCl , CH_3COOH dan alkohol.

11. Cairan yang mudah terbakar

Penyimpanan cairan yang mudah terbakar dapat dilakukan dengan menjauhkannya dari api atau panas. Contoh yang termasuk kelompok zat ini adalah : eter, metanol, etanol, bensin dan minyak tanah.

12. Gas

Penyimpanan gas dilakukan dengan menjauhkan tabung gas dari api atau panas. Gunakan kran yang spuyernya baik. Lebih baik ditempatkan di tempat yang dingin. Contohnya adalah : gas He, N_2 , CO_2 .

BAB VI

RAKITAN ALAT PERCOBAAN, TATA TERTIB PRAKTIKUM DAN FORMAT LAPORAN

Kompetensi yang diharapkan setelah mempelajari materi tentang Rakitan Alat Percobaan, Tata Tertib Praktikum Dan Format Laporan, meliputi:

1. Mengetahui cara teknik merakit peralatan kimia untuk percobaan dan preparasi (pembuatan senyawa atau gas)
2. Mengetahui cara-cara melakukan proses reaksi dengan pemanasan ataupun tanpa pemanasan
3. Dapat merakit alat-alat gelas untuk kegiatan-kegiatan; sintesis dan karakterisasi senyawaan kimia, pembuatan gas, titrasi, ekstraksi, distilasi, penyaringan, penguapan, titrasi, dll.
4. Memahami isi tata tertib praktikum kimia di laboratorium
5. Memahami hal-hal khusus tentang bahan kimia yang umum digunakan dalam praktikum kimia
6. Memahami tata cara dan tata tulis pembuatan laporan praktikum sementara maupun laporan praktikum lengkap

A. Rakitan Alat-Alat Untuk Kegiatan Praktikum

Pelaksanaan praktikum/percobaan di laboratorium bukanlah pekerjaan tanpa persiapan (*insidental work*). Kelancaran dan keberhasilan suatu percobaan merupakan perencanaan dan perancangan yang serius dan matang. Oleh karenanya sangat penting diketahui dan dikuasai perancangan dalam suatu percobaan, perancangan dalam percobaan tersebut yang meliputi : prosedur atau kaedah kerja dalam suatu proses, mengetahui jenis dan sifat-sifat bahan yang akan diperlakukan dalam proses, perhitungan untuk proses, kondisi atau keadaan dalam melakukan proses percobaan, perlakuan sebelum dan sesudah proses dilakukan.

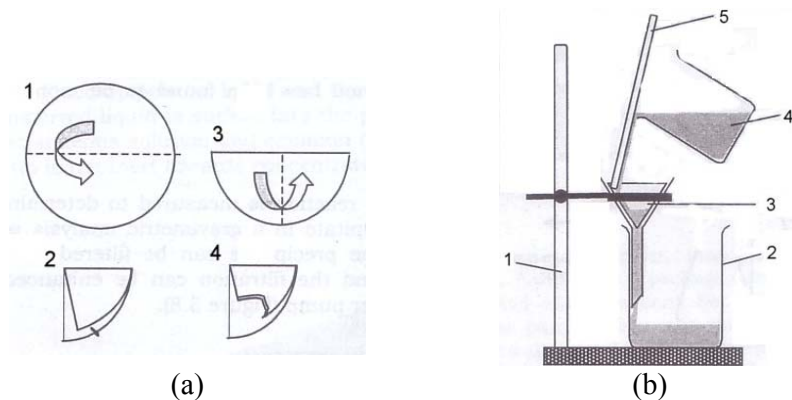
Beberapa teknik dan cara persiapan sebelum proses percobaan dan setelah proses percobaan dapat dicermati dalam gambar-gambar VI.1 s/d gambar VI.7.

1. Beberapa peralatan dan kondisi bahan perlu diperhatikan sebelum preparasi

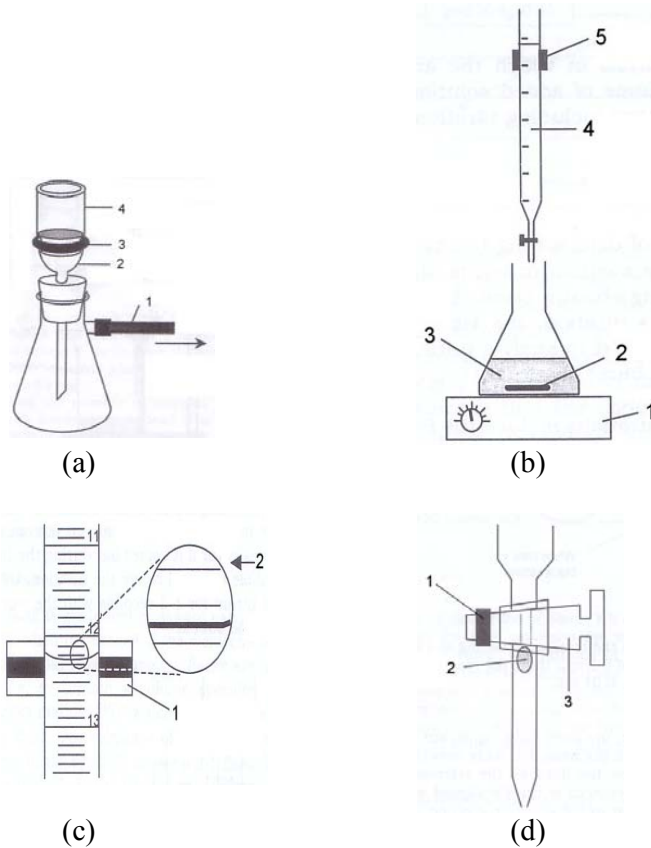


Gambar VI.1 Alat-alat dan bahan untuk persiapan percobaan (diambil dari *Website, Alat-alat Praktikum Kimia, Google, 2008*)

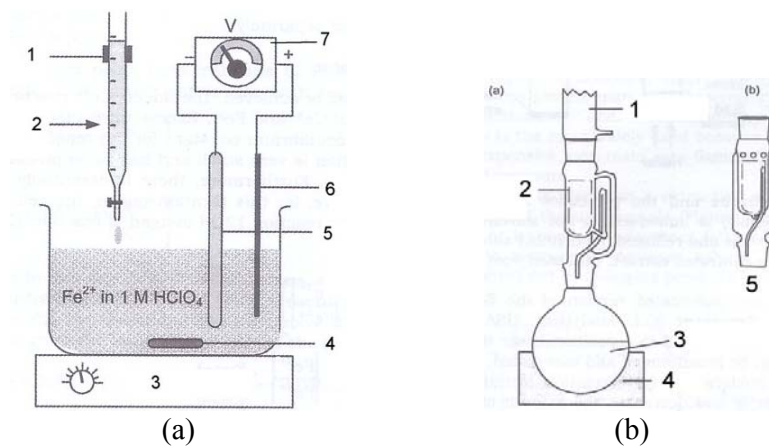
2. Beberapa teknik penyiapan yang perlu diperhatikan sebelum preparasi



Gambar VI.2 (a) Urutan penyiapan kertas saring untuk penyaringan dan (b) rangkaian teknik penyaringan endapan dengan corong biasa.

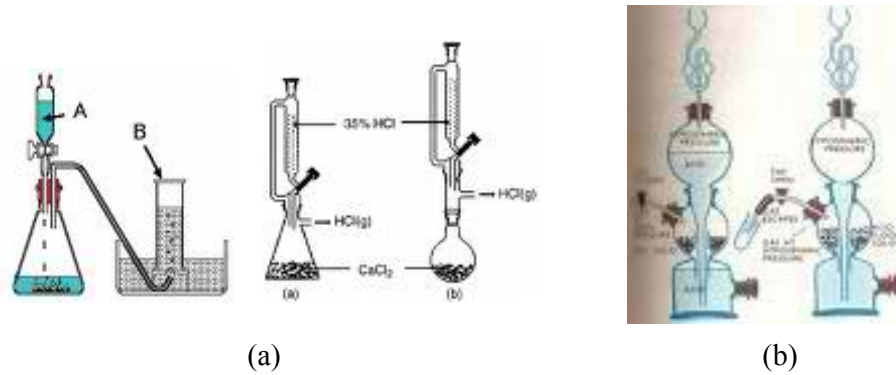


Gambar VI.3 (a). Rangkaian alat-alat gelas pnyaringan dengan corong Buchner, (b). Urutan merangkai alat untuk titrasi (c). Urutan yang perlu dicermati untu ketelitian titrasi

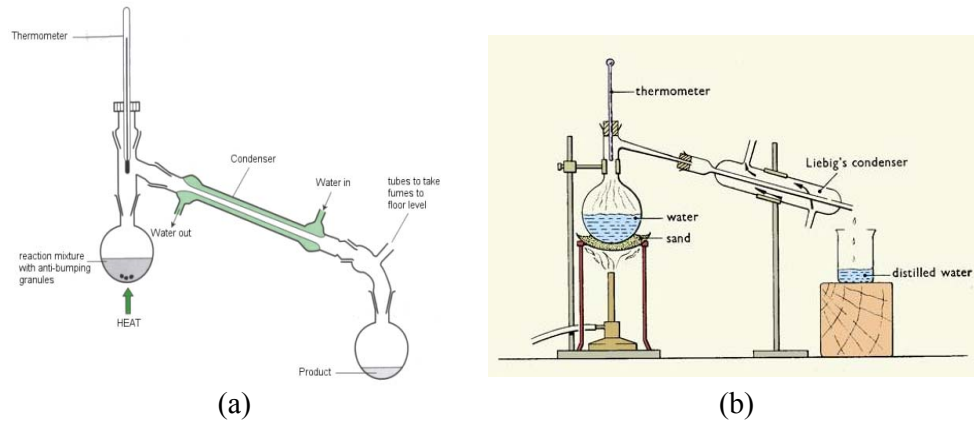


Gambar VI.4. (a) Urutan merakit dan pengamatan dalam proses titrasi secara elektrik dan pengamatan buret (b) Urutan rakitan alat pada teknik ekstraksi menggunakan Shocklet

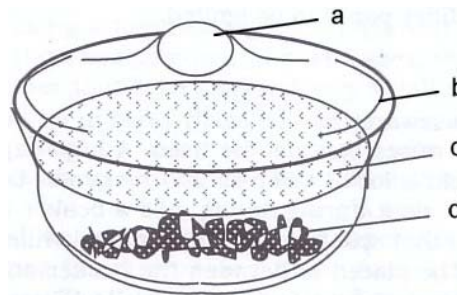
B. Perakitan Alat-Alat Untuk Preparasi Kimia (distilasi dan pembuatan gas)



Gambar VI.5. Rakitan alat untuk (a) Pembuatan gas dengan alat ampul dan erlenmeyer (b) metode pembuatan gas dengan alat Kipp dan (diambil dari Website, (c) Alat-alat Praktikum Kimia, Google, 2008)



Gambar VI.6. Rakitan alat (a) distilasi uap-cair inert, dan (b) distilasi cairan tidak inert (diambil dari Website, Alat-alat Praktikum Kimia, Google, 2008)

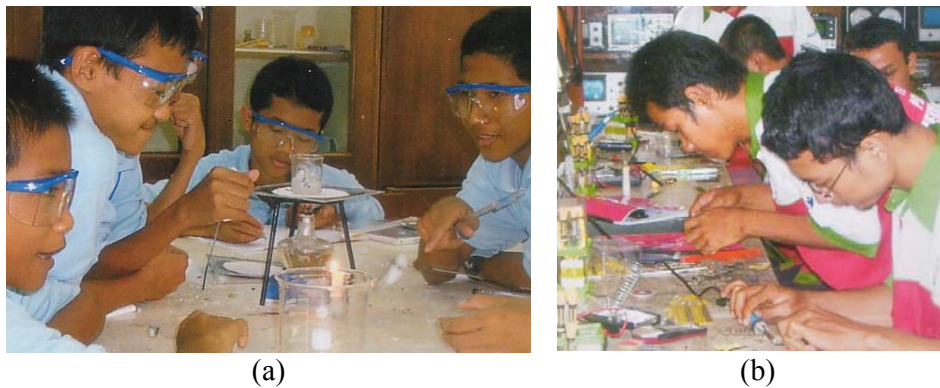


Gambar VI. 7. Urutan cara penyimpanan zat dalam desikator, perhatikan (b) perlu diberi vaselin untuk menghindari masuknya gas dan kemudahan membuka tutup, (d) absorbent molekul air berupa silika gel atau batu kapur CaCO_3

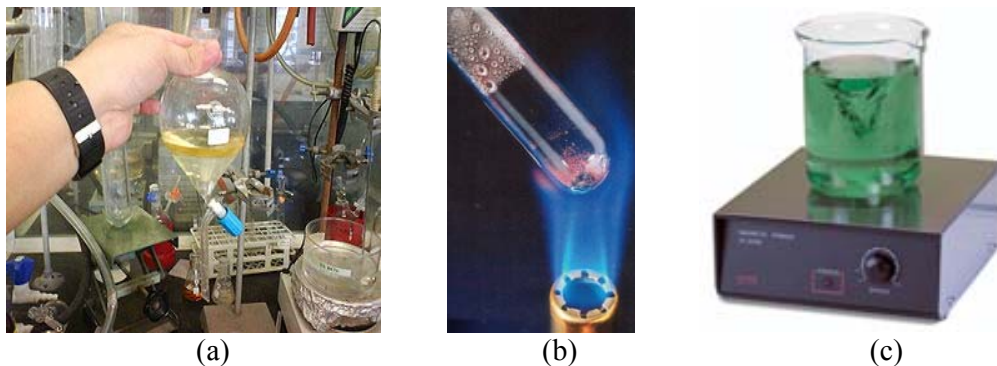
C. Ketrampilan Dan Kerjasama Dalam Praktikum

Praktikum di sekolah merupakan kerja kelompok yang terdiri atas maksimum 5 orang anggota, sehingga dituntut kemampuan kerjasama antara anggota kelompoknya. Oleh karenanya dalam kelompok kerja tersebut sudah seharusnya diadakan pembagian tugas dan *job description* masing-masing dalam beberapa bagian kerja yang disusun secara berurutan sesuai prosedur/metode (kaedah kerja). Jika pekerjaan itu merupakan pekerjaan ringan dan tunggal, seperti pengamatan, penulisan dan penaksiran atau penghitungan, maka dapat dilakukan oleh satu orang saja, sedangkan jika pekerjaan memiliki beban kerja berat dan memerlukan keterlibatan lebih dari 3 orang maka hendaklah dibuat pembagian kerja masing-masing. Hal ini dimaksudkan agar terlatih bekerjasama dalam organisasi kelompok akademik, sehingga tersusun suatu langkah kebersamaan mematangkan ide untuk memecahkan problema teknis.

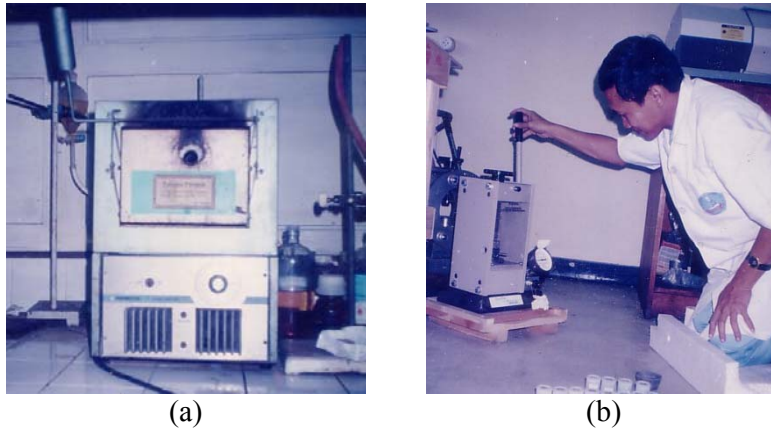
Beberapa bagian kerja tersebut perlu mengangkat seorang ketua kelompok, penulis, pengamat, menjaga pekerjaan, dan kerja rutin melakukan kerja bergantian jika hal tersebut merupakan hal rutin, seperti membersihkan peralatan, mengambil aquadest, mengisi pelarut dalam pemurnian pelarut organik menggunakan kawat logam Na, mengambil zat pendingin (*liquid nitrogen*, N_2), dan pencucian peralatan gelas dalam larutan (alkohol + $K_2Cr_2O_7$). Beberapa proses pengamatan dan kerja yang memerlukan teknis ditunjukkan dalam gambar VI. 8 s/d VI.10.



Gambar VI.8. Pengamatan reaksi dan perakitan alat (a) SMP dan (b) SMK (diambil dari brosur *ORBIT – Orang Tua Bimbing Terpadu, Republika, 2008*)



Gambar VI.9. (a) Ekstraksi dan (b) pemanasan langsung dan (c) menggunakan hotplate (diambil dari *Website, Alat-alat Praktikum Kimia, Google, 2008*)



Gambar VI.10. (a) Rakitan tungku pirolisis dan (b) kerja penyediaan pelet KBr untuk FTIR (foto-foto: hasil karya magang penelitian di ITB, 1995)

D. Tata Tertib Praktikum Kimia Di Laboratorium

Bagi semua pelaksana kegiatan yang dilakukan di laboratorium kimia, sangat penting memperhatikan petunjuk umum ataupun petunjuk khusus dalam melakukan praktikum. Berikut ini diperinci tentang petunjuk umum praktikum kimia dan petunjuk khusus praktikum kimia yang biasanya disebut sebagai tata tertib praktikum kimia.

1. Petunjuk umum praktikum kimia

- 1) Jagalah selalu kebersihan baik kebersihan tempat kerja, maupun kebersihan alat-alat yang digunakan, terutama alat yang terbuat dari kaca/gelas.
- 2) Biasakan untuk memeriksa alat-alat (tabung reaksi, gelas piala, erlenmeyer, labu ukur, buret dan sebagainya) sebelum praktikum dimulai untuk mengetahui kalau terdapat kerusakan atau keretakan, kekurangan dalam jumlah, kurang bersih dan sebagainya.
- 3) Bila terdapat kerusakan atau keretakan atau juga kekurangan, segera melapor kepada laboran sebelum praktikum dimulai. Bila terdapat kekurangbersihan, maka dibersihkan terlebih dahulu.
- 4) Walaupun tampaknya alat dari gelas sudah bersih, cucilah terlebih dahulu sebelum percobaan dimulai sampai bersih benar. Pencucian menggunakan sabun atau deterjen dan air leding yang akhirnya dibilas dengan aquadest.
- 5) Biasakan sebelum melakukan praktikum, para praktikan telah mempelajari isi petunjuk praktikum sebaik-baiknya, terutama mempelajari persamaan reaksi, teori dan hukum-hukum yang berkaitan, sehingga tiap percobaan, dilakukan dengan cukup pemahaman. Perubahan yang akan terjadi dan bahaya (reaksi eksoterm, eksplosif, irritant, dan beracun), dapat diketahui sebelumnya.

- 6) Tiap percobaan hendaknya dilakukan atas petunjuk asisten pembimbing. Para praktikan melaporkan hasil pengamatannya kepada asisten pembimbingnya, masing-masing sekali percobaan yang diinstruksikan asisten pembimbingnya masing-masing. Laporan ini adalah laporan sementara, sedangkan laporan resminya atau laporan lengkapnya, dikerjakan di rumah (pada waktu lain).
- 7) Lima belas (15) menit sebelum waktu praktikum dimulai, praktikum harus siap dengan rencana praktikum di laboratorium. demikian juga lima belas (15) menit terakhir sebelum praktikum selesai, praktikan hendaknya menghentikan percobaannya. Waktu ini digunakan untuk membersihkan tempat kerja, alat-alat yang dipakai dan memeriksa jumlah dan macamnya. Bila terdapat kerusakan pada alat yang dipakai, segera dilaporkan kepada laboran untuk diadministrasikan lebih lanjut.
- 8) Hal-hal lain mengenai bahan-bahan kimia (*chemicalien*)

- a. Pengambilan larutan-larutan dari botol

Jangan membiasakan diri untuk meletakkan botol-botol sampai berderet di meja, terlebih lagi botol-botol itu dalam keadaan tidak tertutup. Biasakan tiap selesai mengambil suatu larutan dari botol, segera ditutup dan dikembalikan ke tempatnya semula. Tutup botol jangan sampai tertukar antara satu dengan yang lainnya.

Pada waktu menuangkan larutan dari botol, peganglah etiket botol itu. Jika larutan yang diambil terlalu banyak, maka kelebihannya jangan dikembalikan ke dalam botol semula, tetapi dapat ditempatkan pada botol lain atau diberikan pada teman praktikan yang memerlukannya, atau dibuang saja di bak pencuci dan disiram dengan air sampai betul-betul hilang.

- b. Pemakaian zat-zat atau larutan-larutan

Biasakan pemakaian zat-zat dalam jumlah sedikit (0,5 sampai 5 gr; 1 sampai 5 cc larutan), tindakan ini merupakan suatu penghematan, juga pengamatan pada reaksi yang terjadi, akan lebih jelas dan kurang atau tidak berbahaya jika dibandingkan dengan penggunaan zat yang banyak.

- c. Pemanasan larutan-larutan

Peganglah tabung reaksi dengan menggunakan pemegang tabung reaksi dan mulut tabung reaksi diarahkan pada tempat kosong yang sekiranya tidak berbahaya jika terjadi semburan zat yang dibakar, dan tidak membahayakan teman lainnya atau diri sendiri.

Bila pemanasan menggunakan tabung, maka tabung harus selalu digerakkan atau digoyang-goyangkan. Dan bila pemanasan menggunakan gelas piala, gelas beker atau erlenmeyer, maka gelas-gelas ini diletakkan di atas kasa kawat berasbes yang dipasang di atas kaki tiga. Larutan di dalamnya diaduk-aduk dengan batang gelas pengaduk dan nyala pembakar tidak langsung mengenai gelas.

d. Penggojokan larutan

Bila dilakukan dalam tabung reaksi, jangan melakukan penggojokan dengan menutup mulut tabung reaksi dengan menggunakan jari dan membolak-balikannya, melainkan dengan cara menuangkan berulang kali ke tempat lainnya. Namun bila larutan dalam gelas piala atau erlenmeyer, penggojokan dilakukan dengan cara menggoyang-goyangkan gelas tersebut secara melingkar.

e. Pencucian alat-alat tempat reaksi

Sebelum alat-alat dicuci, buanglah terlebih dahulu zat yang ada di dalamnya, ke dalam bak pencuci dan gerojoklah segera bak pencuci dengan air leiding.

Isilah alat itu dengan air leiding, gojok-gojoklah dan tuangkan airnya ke dalam bak pencuci. Selanjutnya isilah alat tersebut dengan sabun/deterjen. Gosoklah dengan sikat sampai bersih. Cuci dengan air leiding dan akhirnya dibilas dengan aquadest.

Bila dinding alat tersebut masih kotor, pilihlah bahan pelarut yang tepat untuk itu. Misalnya, noda endapan $Mn(OH)_3$ atau MnO_2 , dapat dihilangkan dengan larutan asam oksalat + asam sulfat encer yang panas atau hangat. Campuran ini juga dapat membersihkan kotoran karena senyawa ferri.

f. Perhatikanlah sifat-sifat zat, gas dan larutan berikut ini agar waspada dalam menggunakannya.

1) Gas-gas *irritant*/meradang atau merangsang

Gas-gas ini mengganggu kesehatan dan meracuni badan dengan jalan mengadakan perangsangan secara kimia pada kulit, selaput lendir pernapasan, jaringan paru-paru, selaput lendir mata dan rongga mulut. Dalam konsentrasi kecil, zat atau gas ini menyebabkan bersin atau batuk. Sedangkan dalam konsentrasi yang lebih besar, akan menimbulkan kerusakan jaringan paru-paru. Gas-gas itu adalah : sulfur dioksida (SO_2), amoniak (NH_3) nitrogen dioksida (N_2O_4), klor (Cl_2), fosgen ($COCl_2$), hidrogen fluorida (HF), fluor (F_2) dan uap brom (Br_2).

2) Gas-gas beracun (*chemical asphyxiants*)

Gas ini mengganggu kesehatan badan karena secara fisik mengganggu atau menghalangi penyerapan oksigen ke dalam tubuh di dalam paru-paru. Gangguan ini timbul bila konsentrasi gas tersebut dalam udara pernapasan, bertambah besar, sehingga konsentrasi oksigen di udara menurun.

Contoh gas-gas tersebut adalah : karbondioksida (CO_2), nitrogen (N_2), metana (CH_4), etilen (C_2H_4), hidrogen (H_2) dan helium (He)

3) Gas-gas dengan daya pembius (*narcotic effect*)

Gas-gas ini mempunyai efek pembius (mengantuk, tertidur, pembiusan dan tak sadarkan diri), daya anestesia (daya

menghilangkan rasa. Gas ini sangat efektif untuk membius dalam konsentrasi besar.

Contoh gas-gas yang termasuk kelompok ini adalah : karbon tetra klorida (CCl_4), triklor etilena (C_2HCl_3), benzena (C_6H_6), eter ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$), kloroform (CHCl_3), formalin (HCOH).

4) Zat-zat beracun (*Toxic*).

Zat ini adalah senyawa dari logam-logam berat seperti Hg (air raksa), Be (berilium), Pb (plumbum), Ba (barium), Sb (stumbium), As (arsen), Cu (cuprum), zat-zat organik seperti anilin dan nitrobenzena.

Zat-zat ini masuk ke dalam tubuh melalui kulit, mulut secara absorpsi.

5) Zat-zat yang merusak kulit

Sebagian zat organik menyebabkan dermatitis dan alergi misalnya zat organik aromatis (amina dan senyawa nitro), dapat menyebabkan kanker beberapa tahun kemudian. Begitu juga asbes yang berbentuk seperti wool.

6) Zat-zat yang sifat reaksinya sangat kuat dan eksplosif

Yang termasuk kelompok zat ini misalnya : asam kuat dan basa kuat, oksidator dengan serbuk logam atau reduktor, logam alkali tanah, logam alkali dengan asam, air dan pelarut yang mengandung halogen (F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2), hidrida logam, hidrokarbon dengan halogen dan asam nitrat dengan alkohol.

2. Petunjuk khusus praktikum kimia

- 1) Eksperimen-eksperimen yang tidak diperkenankan dilarang untuk dilakukan
- 2) Prosedur eksperimen harus tepat diikuti. Bila ada yang meragukan, harus dicari kejelasannya dalam literatur kimia.
- 3) Peristiwa yang menimbulkan kerusakan harus segera dicari jalan keluarnya. Bila ada praktikan yang terluka, segeralah diberi pertolongan pertama, dan apabila lukanya parah, segeralah menghubungi rumah sakit bagian gawat darurat.
- 4) Dilarang merokok, minum dan makan di dalam laboratorium apalagi sewaktu praktikum dilaksanakan, kecuali ada tempat khusus.
- 5) Tidak boleh mengambil atau membawa alat atau bahan dari laboratorium, kecuali ada izin.
- 6) Jangan menyimpan zat-zat yang berbahaya pada sembarang tempat dan tanpa etiket atau label.

- 7) Simpanlah zat dan alat pada tempat semestinya. Tas, map dan semacamnya, tidak diperkenankan diletakan di atas meja eksperimen atau praktikum. Barang-barang berharga sebaiknya tidak dipakai dalam melakukan praktikum.
- 8) Jagalah kebersihan lorong-lorong setiap saat. Jangan ada air yang menggenang ataupun peccahan kaca dan lain-lain.
- 9) Praktikan harus menggunakan jas praktikan selama praktik di laboratorium.
- 10) Jangan membiarkan air dalam keadaan mengalir khususnya air leiding.
- 11) Jangan meninggalkan rangkaian alat percobaan atau percobaan kecuali memang ada prosedur eksperimennya.
- 12) Segala tumpahan zat, kaca atau larutan harus segera dibersihkan, terutama tumpahan larutan yang mudah terbakar, cairan merkury (Hg). Asam atau basa kuat, sebelum dibersihkan harus dinetralkan terlebih dahulu dengan perlakuan khusus.
- 13) Bila meninggalkan eksperimen atau percobaan yang berbahaya, sebaiknya diberitahukan atau dititipkan pada teman lainnya atau staf pembimbing.
- 14) Percobaan atau eksperimen yang menghasilkan zat-zat beracun atau berbau busuk, harus dilakukan di dalam lemari asam, karena daya racunnya tinggi. Khusus untuk benzena tidak boleh digunakan sebagai pelarut kecuali untuk ekstraksi.
- 15) Cairan atau larutan yang mudah terbakar, tidak boleh dipanaskan dalam wadah terbuka, di dalam api atau di atas plat listrik yang panas.
- 16) Hati-hatilah dalam menggunakan dan menangani cairan yang mudah menguap dan terbakar atau beracun, seperti karbon disulfida (CS_2), eter, minyak bumi, aseton, alkohol dan lain-lain.
- 17) Secara khusus, hindarkanlah nyala api di dekat cairan atau zat yang mudah menguap dan terbakar karena suhu pembakaran uapnya di bawah suhu sumber pembakaran yang panas, dan selalu tambahkan kepingan batu pemanas atau kepingan gips atau batu didih sebelum cairan itu dipanaskan (bila cairan ini dipanaskan).
- 18) Bekas-bekas pelarut atau larutan harus diolah atau dilunakkan terlebih dahulu sebelum dibuang ke dalam bak cuci. Tidak dibenarkan membuang zat atau cairan beracun atau yang mudah terbakar, ke dalam bak atau saluran air.
- 19) Padatan dan kertas saring tidak boleh dibuang pada bak cuci, tetapi pada bak khusus yang disediakan.
- 20) Bila terdengar alarm api atau kebakaran, hentikan eksperimen yang sedang dilakukan, termasuk aliran gas, stop kontak listrik dan segeralah keluar dari laboratorium. jangan masuk ruangan sebelum ada izin masuk.

- 21) Seorang praktikan harus mengetahui dengan seyakini-yakinnya lokasi kran induk dan saklar induk. Bila terdapat kerusakan, segera diperbaiki karena fungsinya sangat penting sebagai pembantu pemadam.
- 22) Bila terjadi kebakaran, usahakan memadamkannya dengan tabung elpiji atau jika kebakaran kecil, dapat menggunakan pasir atau karung yang basah. Dan pada saat yang sama semua eksperimen harus dihentikan.
- 23) Semua zat yang tersimpan di rak atau lemari zat harus diberi label atau keterangan seperlunya serta harus ditutup atau disumbat dengan penyumbat yang tidak bereaksi. Sedangkan etiket atau label hendaknya tertulis : nama, tanggal pembuatan, tanggal akan digunakan dan sifat zat serta nama dan rumus kimia zat, jika ada.
- 24) Dilarang menangani alat atau bahan yang belum bisa menggunakan atau memakainya.
- 25) Hati-hatilah menangani arus listrik atau sirkuit dengan voltase 50 volt ke atas.
- 26) Hati-hatilah menggunakan alat-alat yang berat dan besar.
- 27) Laboratorium mikrobiologi, daerah radioaktif dan laser, harus diatur tersendiri dalam ruangan khusus. Jika untuk praktikum, semua peserta praktik harus sudah paham serta menyetujui aturan dan perjanjian jika terjadi kecelakaan.
- 28) Tidak boleh mengadakan percobaan atau eksperimen sendiri, akan tetapi harus bersama dua orang atau lebih atas izin staf atau pembimbing.
- 29) Bila menggunakan zat, hati-hatilah, apakah sudah betul sesuai dengan yang dikehendaki, karena kesalahan memilih reagen, berarti suatu kegagalan kerja.
- 30) Penggunaan reagen harap secukupnya. Jangan terlalu berlebihan sehingga dapat mengaburkan penyelidikan.
- 31) Tiap alat-alat dan reagen dalam percobaan, harus diletakan sedemikian rupa sehingga tidak membahayakan.
- 32) Jangan bercakap-cakap atau bergurau dengan teman lain di laboratorium.
- 33) Semua percobaan yang menghasilkan gas harus dilakukan di lemari asam.
- 34) Amatilah dan catat hasil pengamatan dan laporkan secepatnya pada asisten pembimbing dan tanyakan apa yang tidak dimengerti dalam melaksanakan praktikum.

E. Format Laporan

Dalam suatu institusi pada umumnya memiliki kekhasan dan keseragaman bentuk dan format laporan kerja maupun laporan praktikum, namun secara umum laporan praktikum sementara berisi tentang tujuan dan cara kerja, hasil kerja dan pengesahkan hasil kerja.

Sistematika/susunan laporan lengkap berisi tentang tujuan, kajian pustaka, metode kerja, hasil (perhitungan, pengamatan, gambar, catatan) dan pembahasan hasil kerja. Laporan ini sebaiknya memiliki bentuk dan format laporan ditentukan sesuai kekhasan praktikum yang dilakukan. Sebagai contoh beberapa format laporan praktikum adalah sebagai berikut :

1. Format laporan sementara

(dilaporkan setelah praktikum selesai/belum diolah atau dilaporkan perhitungan yang ada atau reaksi yang seharusnya).

LAPORAN SEMENTARA PRAKTIKUM KIMIA

Nama praktikan	: 1.....	No.Mhs	:
	: 2.....	No.Mhs	:
	dst		
Kelompok nomor	:	Meja No	:
Prog/jurusan	:	Fak.	:
Nomor percobaan	:	Tanggal	:
Asisten pemb.	:		

1. Tujuan :
2. Alat dan Bahan :
 - a. Alat
 - b. Bahan
3. Cara kerja
Berisi keterangan tentang cara kerja dan diagram blok atau skema.
4. Pengamatan
Penimbangan, pembacaan buret/skala dan pengukuran zat atau kejadian menggunakan indra atau alat pengukur berat, volume dan waktu.
5. Perhitungan dan persamaan reaksi
6. Catatan
Penjelasan mengenai hal-hal yang menyimpang.

Mengetahui,
Asisten pembimbing

Kota tempat kerja, hr-bln-thn
Praktikan

.....

.....

2. Format laporan lengkap/resmi praktikum kimia

LAPORAN PRAKTIKUM

Kimia :

Nama praktikan	:	No.Mhs	:
Kelompok	:	Meja No	:
Prog/Jurusan	:	Fak.	:
No. Percobaan	:	Tanggal	:
Asisten Pembimbing	:		

- 1 Tujuan :
- 2 Alat dan Bahan :
 - a. Alat
 - b. Bahan
- 3 Dasar teori
 - Garis besar dari percobaan.
 - Teori yang mendasari percobaan.
 - Reaksi-reaksi yang terjadi/ada.
 - Penyimpangan atau kejanggalan lain.
 - dll
- 4 Cara kerja
 - Keterangan cara kerja/prosedur.
 - Diagram blok.
 - Sket atau gambar rangkaian alat.
- 5 Pengamatan
 - Pembacaan dan pengukuran skala, berat, panjang, volume, voltase, suhu dan waktu, menggunakan alat pengukur.
 - Pengukuran dengan indra (peraba, perasa, pendengar, penglihat)
- 6 Perhitungan dan persamaan reaksi/ pembahasan
 - Penghitungan sampai menggunakan empat angka signifikan di belakang koma.
 - Persentase (%), dihitung sampai 0,01%.
- 7 Kesimpulan
 - Hasil atau pendapatan-pendapatan hasil percobaan.
- 8 Daftar pustaka

Menyetujui,
Asisten pembimbing

Kota tempat kerja, hr-bln-thn
Praktikan

.....

.....

BAB VII

PENANGANAN LIMBAH LABORATORIUM KIMIA

Kompetensi yang diharapkan setelah mempelajari materi tentang Penanganan Limbah Laboratorium Kimia, meliputi:

1. Mengetahui pengertian dan prinsip penanganan limbah kimia dari laboratorium
2. Mengetahui cara-cara melakukan proses pengelolaan limbah sesuai persyaratan standar
3. Mengetahui dasar hukum/yuridis keharusan penanganan/ pengelolaan limbah kimia dalam lingkungan kerja
4. Mengetahui nilai ambang batas (*Threshold Limited Value*) bahan kimia berbahaya/racun yang di-izinkan terjadi setelah pembuangan ke lingkungan
5. Memahami setiap intruksi kerja dalam laboratorium
6. Memahami hal-hal khusus tentang bahan kimia yang umum digunakan dalam praktikum kimia
7. Memahami tata cara dan metode pembuangan limbah kimia dari laboratorium
8. Mengetahui cara-cara penangan dan pembuangan limbah tumpahan sesuai persyaratan standar.
9. Mengetahui resiko dan penanganan kecelakaan karena limbah laboratorium kimia

A. Pengertian Limbah

Limbah menurut Recycling and Waste Management Act (undang-undang di Jerman sebagai KrW-/AbfG) didefinisikan sebagai benda bergerak yang diinginkan oleh pemiliknya untuk dibuang atau pembuangannya dengan cara yang sesuai, yang aman untuk kesejahteraan umum dan untuk melindungi lingkungan.

Asal limbah kimia di area pendidikan dan pengajaran. Adanya bahan kimia di sekolah maupun universitas atau lembaga pendidikan kimia dimulai dari pemberian bahan yang diperlukan dari gudang bahan kimia kepada pekerja atau mahasiswa yang mengambil mata kuliah praktek kimia di laboratorium. Bahan tersebut digunakan untuk sintesis maupun analisis. Karena tujuan penggunaannya maka terbentuk bahan awal, produk samping, pelarut yang digunakan dan bahan kimia yang terkontaminasi, dimana bahan ini harus diurai atau dibuang jika daur ulangnya tidak mungkin dilakukan. Berlawanan dengan limbah industri, limbah kimia dari laboratorium di universitas yang terbentuk biasanya dalam jumlah kecil dari campuran yang sangat kompleks. Intinya, hal ini menyatakan jumlah limbah yang berarti, yang harus dibuang dari universitas dengan menggunakan dananya sendiri.

1. Air limbah yang terbentuk di laboratorium

Air limbah laboratorium adalah cairan apa saja yang berasal dari tempat pencucian. Pada kasus yang ideal biasanya mengandung sedikit air. Pada praktek sehari-hari, limbah ini biasanya mengandung larutan berair yang telah terlebih dahulu dinetralkan menjadi pH 6 sampai 8 dan tidak mengandung logam-logam berat.

Selama pembuangan air limbah, ambang batasnya harus sesuai dan biasanya nilai ini diberikan oleh pejabat pengurus air limbah yang berwenang. Harus dipatuhi bahwa dilarang mengencerkan air limbah dalam usaha untuk mencapai nilai 3 ambang batas ini. Sebagai contoh Tabel VII.1 hingga Tabel VII.3 menyajikan nilai ambang batas (*Threshold Limited Value, TLV*) untuk polutan yang berbeda di *Technical University of Braunschweig*, Jerman. Bila hasilnya melebihi nilai tersebut maka biaya perlakuan air limbah akan membengkak. Jika nilai ambang batas melebihi dua kalinya, maka permasalahan ini akan dibawa ke pengadilan.

Senyawa yang diijinkan untuk dibuang ke dalam air limbah adalah senyawa yang tidak terdapat dalam tabel berikut, tidak digolongkan sebagai senyawa berbahaya, dan jika bahan tersebut tidak berbahaya untuk lingkungan dan untuk pengoperasian instalasi pengolahan air limbah.

2. Parameter dasar yang penting untuk kualitas air limbah

Air limbah laboratorium yang akan dibuang harus dipastikan memiliki resiko minimal dengan parameter yang di-izinkan, sebagai berikut :

- a. Nilai pH dari air limbah harus berkisar antara 6,0 sampai 10,5
- b. Temperatur tidak melebihi 35°C
- c. Toksisitas air limbah harus lebih kecil dari nilai yang dapat mempengaruhi proses
- d. biologi pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), pembuangan lumpur atau penggunaan lumpur.

- e. Konsentrasi zat warna dalam air limbah harus kurang dari nilai yang dapat menyebabkan perubahan warna pada IPAL umum.
- f. Nilai ambang batas untuk fenol dibuat rendah (0,025 mg/L air limbah) karena senyawa ini dapat menyebabkan rasa-sakit yang sangat susah dihilangkan selama pemurnian air.
- g. Nilai ambang batas untuk senyawa yang menggunakan oksigen seperti natrium sulfit, garam besi (II) dan tiosulfat ditetapkan 50 mg/L air limbah.

Tabel VII.1. Senyawa anorganik – Nilai Ambang Batas (TLV) untuk Anion

No.	Anion	TLV (mg/L)
1	Sianida (CN ⁻)	10
2	Sianida, yang mudah dilepaskan	0,5
3	Fluorida	25
4	Sulfat (SO ₄ ²⁻)	300
5	Sulfida (S ²⁻)	1,0

Tabel VII.2. Senyawa anorganik – Nilai Ambang Batas (TLV) untuk Kation

No.	Kation	TLV (mg/L)
1	Antimoni	0,25
2	Arsen	0,05
3	Barium	1,0
4	Timbal	0,5
5	Cadmium	0,05
6	Kromium,	total 0,5
7	Kromium (VI)	0,1
8	Kobalt	1,0
9	Tembaga	0,5
10	Nikel	0,5
11	Merkuri	0,025
12	Perak	0,25
13	Zinc	2,5
14	Tin	0,5

3. Prinsip-prinsip yang dipertimbangkan dalam pembuangan Limbah

Limbah dari bahan yang berbeda dibuang pada tempat yang berbeda, cara yang sesuai bergantung pada tipe percobaan yang dilakukan dan bahan kimia yang digunakan. Beberapa tipe limbah berbahaya yang dihasilkan tidak dapat dibuang dalam bentuk aslinya dan harus diolah terlebih dahulu. Bantuan proses yang sesuai, limbah tersebut dapat dihilangkan sifat racunnya di tempat bahan tersebut dihasilkan. Keuntungan dari penghilangan sifat racun juga mengurangi resiko kontaminasi pada pekerja yang tidak berpengalaman dalam menanganinya bila terjadi kecelakaan dengan limbah ini, oleh karena itu hal ini juga untuk menghindari resiko terhadap kontaminasi lingkungan.

Tabel VII.3. Nilai Ambang Batas (TLV) Untuk Parameter Gugus Dan Senyawa Organik

No	Parameter golongan	TLV (mg/L)
1	Senyawa halogen organik yang dapat diserap (AOX = Adsorbable Organic Halogen Compound)	0,5
2	Hidrokarbon terhalogenasi yang volatil (VOX = Volatile Organic Halogenated Hydrocarbons)	0,25
3	Hidrokarbon terhalogenasi yang volatil, senyawa tunggal	0,05
	Senyawa Organik	
6	Hidrokarbon alifatis	10
7	Minyak dan pelumas, dapat disabunkan	125
8	Hidrokarbon aromatis polisiklis (PAH = Polycyclic Aromatic Hydrocarbons)	0,025
9	Aromatis, total	0,05
10	Benzena	0,0025
11	Etil benzena	0,025
12	Toluena	0,025
13	Ksilena	0,03
14	Stirena	0,03

Catatan: larutan berair yang tersisa setelah ekstraksi dengan diklorometana atau kloroform harus dibuang sebagai limbah berbahaya (mengandung hidrokarbon terklorinasi, VOX) atau harus dibuat tidak volatil dengan menggunakan metoda yang sesuai.

B. Konsep Manajemen Limbah

Konsep dasar utama dalam pengelolaan limbah adalah menghindari, mengurangi (minimalisasi) dan membuang limbah laboratorium se-aman mungkin tanpa resiko.

1. Upaya awal menghindari terbentuknya limbah (*initiation avoid waste*)
Pembentukan limbah pada langkah yang sangat awal lebih baik sudah diperhitungkan, hal ini juga merupakan tujuan utama dari *recycling and waste management act* yang dikemukakan pada tahun 1996 (nama lengkapnya: undang-undang untuk manajemen daur ulang dan menyelamatkan limbah buangan yang aman terhadap lingkungan).
2. Pemakaian bahan yang tetap (*Consistence usefull*)
Riset dan pengembangan (R & D), penghasil, pengolah dan pemroses atau penyebar produk bahan mempunyai komitmen untuk menghindari limbah. jika tidak mungkin untuk dihindari maka jumlah limbah harus dikurangi dengan pengumpulan terpisah dan pengukuran daur ulang.
3. Limbah tanpa resiko (*Free Risk Waste*)
Mempertimbangkan bahwa jumlah limbah yang masih tersisa harus dibuang sebagai bahan "tanpa resiko" terhadap kesehatan dan lingkungan.

4. Limbah daur ulang (*Waste Recycling*)
Pembuangan limbah yang efisien jika memungkinkan harus mempertimbangkan penggunaan kembali limbah laboratorium (daur ulang), misalnya: untuk bahan kimia yang telah digunakan setelah melalui prosedur daur ulang yang sesuai. sebagai contoh, hal ini paling sesuai untuk pelarut yang telah digunakan. pelarut organik seperti etanol, aseton, kloroform dan dietil eter dikumpulkan di dalam laboratorium secara terpisah dan diperlakukan dengan distilasi.
5. Memperhitungkan bahan kimia yang ramah kehidupan (*Green Chemistry Method*).
selama semua pengerjaan (dalam hal ini: percobaan kimia) dimana terbentuk sejumlah besar limbah harus diperiksa dengan hati-hati, apakah mungkin untuk mengurangi jumlah limbah dengan penggunaan pengukuran yang sesuai (misal: kondisi reaksi lainnya, penurunan skala volume reaksi). hanya dalam kasus dimana pengurangan jumlah limbah lebih lanjut tidak mungkin secara prophylaxis dan pengukuran daur ulang, maka cara lama untuk pembuangan limbah harus dilakukan.



Gambar VII.1 Penyiapan dan Pengemasan limbah kimia cair dalam drum (diambil dari Google, *Chemical Waste Laboratory Management*, 2010)

C. Dasar Yuridis Pengelolaan Pembuangan Limbah

Beberapa dasar yuridis dalam upaya pembuangan limbah agar tidak mengancam kemandirian pekerja telah disusun dalam Perlindungan Pekerja (*Labour Protection Act, Declaration Of Human Righth, Jenewa*), KUHP (kitab undang-undang hukum pidana), - kelalaian memberi informasi bahaya pada karyawan termasuk perbuatan kriminal dengan hukuman penjara kurungan, Jamsotek (Jaminan Sosial Tenaga Kerja), intruksi kerja (*operating instruction*), sesuai dengan bidang kerjanya masing-masing, telah ditetapkan oleh pemerintah pusat dan daerah melalui Departemen Hukum dan HAM, serta Kementerian yang terkait (Kementerian Tenaga Kerja, Kementerian Perindustrian, dan Kementerian Pendidikan).

Secara terperinci dan detail aturan yang mendasari keharusan penanganan/pengelolaan limbah dan mempunyai kekuatan hukum internasional adalah:

1. *Chemical Act dan Ordinance on Hazardous Substances.*
2. *Legal Conditions for Handling of Hazardous Substances*
3. *Technical Guidelines for Safety in Chemical Lab Courses*
4. *Regulation for Safety and Health Protection while Handling of Hazardous Substances at Universities (GUV 19.17)*
5. *Ordinance on Flammable Liquids (VbF)*
6. *Intructions for Prevention of Accidents and for Occupational Safety,*
7. *Guidelines for Laboratories,*
8. *Hazardous Waste Laws, Instructions for Handling of Gas Cylinders*

Instruksi Ordinance on Hazardous Substances dan Annexes-nya untuk penanganan senyawa berbahaya, Safety data sheets, Technical Guideline untuk senyawa berbahaya dan prosedur umum lain yang dapat diterima untuk pekerjaan keselamatan, kebersihan dan kesehatan, Informasi tambahan dari prosedur, dan Accident leaflets after transport regulations as supplement tentang kecelakaan kerja dalam transportasi bahan kimia.

D. Intruksi Kerja

Bekerja di laboratorium dan penanganan senyawa-senyawa berbahaya dapat menyebabkan resiko tertentu pada kesehatan orang yang berada di laboratorium. Terbentuknya reaksi yang tidak diinginkan juga dapat membahayakan lingkungan. Setelah 2020 dari Ordinance on Hazardous Substances orang-orang yang bertanggung jawab harus merumuskan suatu intruksi kerja dengan memperhatikan resiko yang dapat terjadi pada tempat kerja dan senyawa yang terkait.

Intruksi-intruksi kerja ini harus meliputi resiko-resiko untuk manusia dan lingkungan yang mungkin ditimbulkan dari pekerjaan yang berhubungan dengan senyawa-senyawa berbahaya tertentu ditempat kerja serta mengandung langkah-langkah pencegahannya. Salah satu hal penting adalah petunjuk untuk pembuangan limbah-limbah berbahaya yang dihasilkan.

Intruksi kerja harus ditulis dalam suatu bentuk dan bahasa yang mudah dimengerti oleh staf yang berkerja di tempat tersebut dan ditempelkan pada lokasi yang sesuai pada tempat kerja.

Hasil Konferensi International Perlindungan Buruh Di Jenewa 1985, tentang: Keselamatan Kerja Di Laboratorium. Intruksi Teknis TRGS 555 (*Operating Instructions and Introduction of the Staff* setelah 2020 dari *Ordinance on Hazardous Substances*) mengandung rekomendasi untuk meningkatkan intruksi kerja dan untuk mengatur rapat-rapat pendahuluan bersama staf di jajarannya.

D. 1. Tujuan Penulisan Intruksi Kerja

Tujuan utama penulisan intruksi kerja untuk meminimalkan resiko pada manusia dan lingkungan. Oleh karena itu, intruksi kerja harus tersedia untuk semua karyawan setiap saat.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan:

1. Tidak terselip di ujung laboratorium, sehingga membantu sebagai penasihat untuk tugas dan problem sehari-hari.
2. Tidak mengandung formulasi-formulasi resmi dari hukum atau dekrit yang sulit dimengerti.
3. Mengandung catatan praktis dari peraturan ini untuk kegiatan rutin di laboratorium.

D.2 . Hal-hal Yang Perlu Di-Informasikan Dalam Intruksi Kerja

Tindakan perlindungan yang diambil selama penanganan senyawa berbahaya harus mempertimbangkan secara khusus mengenai rekomendasi resiko dan keselamatan (R&S-phrases) informasi lanjut dari prosedur yang dituliskan dalam lembar keselamatan.

Seluruh informasi yang diperlukan dapat diberikan dalam bentuk instruksi eksperimen atau berupa prosedur kerja standar jika resiko dan tindakan pencegahan telah tersedia dengan baik.

Laboratorium yang baik adalah laboratorium yang tidak hanya memperhatikan masalah ketelitian analisa saja. Akan tetapi laboratorium yang baik juga harus memperhatikan masalah pembuangan limbah. Limbah yang dibuang sembarangan, jika masuk ke badan air tanah dan mengalir ke pemukiman penduduk akan menimbulkan bahaya. Terutama logam-logam berat. Jika tidak ditangani dengan baik dapat membahayakan makhluk hidup dan merusak lingkungan. Oleh karenanya beberapa hal penting untuk diperhatikan dalam intruksi kerja laboratorium, antara lain :

- a. Area kerja, tempat kerja, bidang aktivitas
Bidang aplikasi didefinisikan oleh pengidentifikasian perusahaan, area kerja, tempat kerja, dan bidang aktivitas. Untuk bidang-bidang aktivitas yang mirip dengan resiko yang sebanding, maka dapat dirumuskan suatu intruksi kerja yang umum.
- b. Nama senyawa berbahaya
Seluruh senyawa berbahaya diberidafatar tersendiri. Jika beberapa senyawa memiliki karakter resiko yang sama dan memerlukan penanganan pencegahan yang sama, maka dapat dijadikan dalam satu kelompok tertentu.
- c. Resiko terhadap manusia dan lingkungan
Kemungkinan resiko yang dapat ditimbulkan selama penanganan senyawa dideskripsikan oleh daftar R-phrases, yang mungkin juga dilengkapi dengan informasi tambahan dari prosedur. Akan menjadi lebih menguntungkan jika diberi simbol berbahaya.
- d. Tindakan dan intruksi pencegahan
Tindakan pencegahan yang diperlukan dapat dibagi lagi menjadi tiga kelompok: tindakan secara organisasi dan secara teknik peralatan pencegahan perorangan, kesehatan tempat kerja dan pekerjaan. Jika diperlukan, pembatasan dan limitasi pekerjaan dari person tertentu serta penggunaan senyawa-senyawa tertentu sebaiknya diberi penjelasan.

- e. Tindakan dalam keadaan darurat
Tindakan pencegahan dalam keadaan darurat (kebakaran, peledakan, keluarnya senyawa yang berbahaya) terutama mengandung informasi yang berhubungan dengan alat pemadam kebakaran yang tidak sesuai, tindakan pencegahan teknik tambahan, peralatan pencegahan perorangan, dan tindakan yang akan dilakukan untuk menghindari polusi lingkungan.
- f. Pembuangan yang sesuai
Agar tindakan pencegahan terlaksana, maka harus diberikan informasi-informasi mengenai peralatan pencegahan perorangan, wadah pembuangan, tempat-tempat pengumpulan, agen penyerap, agen pembersih serta prosedur-prosedurnya.

E. Metode Pembuangan Limbah Laboratorium Kimia

1. Pembuangan Langsung Dari Laboratorium.
Metoda pembuangan langsung ini dapat diterapkan untuk bahan-bahan kimia yang dapat larut dalam air. Bahan-bahan kimia yang dapat larut dalam air dibuang langsung melalui bak pembuangan limbah laboratorium. Untuk bahan kimia sisa yang mengandung asam atau basa harus dilakukan penetralan, selanjutnya baru bisa dibuang. Untuk bahan kimia sisa yang mengandung logam-logam berat dan beracun seperti Pb, Hg, Cd, dan sebagainya, endapannya harus dipisahkan terlebih dahulu. Kemudian cairannya dinetralkan dan dibuang.



Gambar VII.2. Pengemasan/Packaging limbah kimia cair yang akan dibuang untuk meminimalisir pengaruh kepada lingkungan (diambil dari *Google, Chemical Waste Laboratory Management*, 2010)

2. Pembakaran Terbuka.
Metoda pembakaran terbuka dapat diterapkan untuk bahan-bahan organik yang kadar racunnya rendah dan tidak terlalu berbahaya. Bahan-bahan organik tersebut dibakar ditempat yang aman dan jauh dari pemukiman penduduk.
3. Pembakaran Dalam Insenerator.
Metoda pembakaran dalam insenerator dapat diterapkan untuk bahan-bahan toksik yang jika dibakar ditempat terbuka akan menghasilkan senyawa-senyawa yang bersifat toksik.
4. Dikubur Di Dalam Tanah
Proses ini dilakukan dengan perlindungan tertentu agar tidak merembes ke badan air. Metoda ini dapat digunakan untuk cairan maupun padatan yang telah dikemas (*packing*)

F. Penanganan dan Pemusnahan Bahan Kimia Tumpahan

Disamping metoda-metoda yang telah disebutkan diatas, terdapat beberapa jenis tumpahan bahan kimia sisa yang perlu mendapatkan perlakuan khusus sebelum dibuang keperairan. Bahkan diantaranya perlu dimusnahkan sebelum dibuang. Diantara bahan-bahan kimia tersebut antara lain:

1. Tumpahan Asam-asam Anorganik
Tumpahan asam-asam anorganik seperti HCl, HF, HNO₃, H₃PO₄, H₂SO₄ haruslah diperlakukan dengan penanganan khusus. Bahan tumpahan tersebut permukaannya ditutup dengan NaHCO₃ atau campuran NaOH dan Ca(OH)₂ dengan perbandingan 1:1. Selanjutnya diencerkan dengan air supaya berbentuk bubuk dan selanjutnya dibuang kebak pembuangan air limbah.
2. Basa Akali dan Amonia
Tumpahan basa-basa alkali dan ammonia seperti amonia anhidrat, Ca(OH)₂, dan NaOH dapat ditangani dengan mengencerkannya dengan air dan dinetralkan dengan HCl 6 M. Kemudian diserap dengan kain dan dibuang.
3. Bahan-Bahan Kimia Oksidator
Tumpahan bahan-bahan kimia oksidator (padat maupun cair) seperti amonium dikromat, amonium perklorat, asam perklorat, dan sejenisnya dicampur dengan reduktor (seperti garam hypo, bisulfit, ferro sulfat) dan ditambahkan sedikit asam sulfat 3 M. selanjutnya campuran tersebut dinetralkan dan dibuang.
4. Bahan-Bahan Kimia Reduktor
Tumpahan bahan-bahan kimia reduktor ditutup atau dicampurkan dengan NaHCO₃ (reaksi selesai) dan dipindahkan ke suatu wadah.. Selanjutnya kedalam campuran tersebut ditambahkan Ca(OCl)₂ secara perlahan-lahan dan air (biarkan reaksi selesai). Setelah reaksi selesai campuran diencerkan dan dinetralkan sebelum dibuang ke perairan.

Pemusnahan bahan reduktor (seperti Natrium bisulfit, NaNO₂, SO, Na₂SO₂) dapat dipisahkan antara bentuk gas dan padat. Untuk gas (SO₂), alirkan kedalam larutan

NaOH atau larutan kalsium hipoklorit. Untuk padatan, campurkan dengan NaOH (1:1) dan ditambahkan air hingga terbentuk slurry. Slurry yang terbentuk ditambahkan kalsium hipoklorit dan air dan dibiarkan selama 2 jam. Selanjutnya dinetralkan dan dibuang ke perairan.

5. Perlakuan Khusus Pada Pembuangan Limbah Kimia Dari Laboratorium

Dianjurkan untuk mendetoksifikasi sejumlah kecil limbah bahan kimia berbahaya di laboratorium oleh staff yang berkompeten. Keterangan lebih rinci tentang prosedur yang dapat digunakan terdapat pada cara pengerjaannya. Tipe limbah berbahaya berikut selalu terjadi pada pekerjaan di laboratorium. Oleh karena itu, berikut ini diberikan beberapa informasi untuk mengolah dan membuangnya.

a. Bahan Kimia Sisa:

Sebagai bahan kimia sisa, hanya bahan berikut yang dapat dibuang yaitu jika

- 1) penyusunnya telah diketahui
- 2) tidak digolongkan sebagai bahan yang mudah meledak, dan
- 3) tidak bersifat radioaktif

Semuanya harus tidak mengandung penyusun yang sangat beracun seperti dibenzodioksin dan furan terpoliklorinasi (PCDD/F), bifenil terpoliklorinasi (PCB) atau bahan untuk perang.

Wadah limbah harus diberi label dengan benar meskipun pada wadah yang kecil. Bejana kecil dan vial yang digunakan untuk produk reaksi dari pekerjaan lab dapat dikumpulkan dalam wadah untuk bahan padatan dan diberi keterangan, contohnya: sebagai “produk sintesis dari pekerjaan lab kimia anorganik dalam vial). Jika bahan kimia tidak diketahui (misal : dalam bejana tanpa label), dianjurkan untuk mengelusidasi tipe dari senyawa yang tersebut.

Bahan kimia yang telah digolongkan pada golongan limbah tertentu harus dibuang sesuai dengan golongan tersebut. Sebagai contoh adalah asam klorida. Bahan ini dimasukkan ke dalam kelompok limbah “asam anorganik, campuran asam dan mordants. Artinya, HCl harus tidak dibuang sebagai bahan kimia sisa/residu.

Bahan kimia lama yang disimpan di dalam bejana tertutup sebaiknya ditawarkan kepada kelompok atau institusi lain untuk kepentingan yang lain. Bahan ini dapat dibuang hanya jika tidak ada seorangpun yang tertarik untuk memilikinya dalam jangka waktu yang telah ditentukan.

Terdapat pula pengambilan kembali bahan kimia dan pelarut dalam jumlah besar oleh pembuat bahan kimia tersebut. Sebagai contoh, Perusahaan Merck menawarkan suatu layanan dengan nama Retrologistics.

Bahan kimia yang dikirimkan akan diuji kondisinya dan tipe serta jumlahnya didokumentasikan. Kandungan dari bejana kecil dengan bahan kimia yang diketahui akan digabungkan menjadi jumlah yang lebih besar. Setelah analisis dan kontrol kualitas, senyawa tersebut akan digunakan dalam produksi dan

sintesis. Jika penggunaan kembali tidak dimungkinkan, bahan kimia tersebut akan dibuang menurut aturan yang telah ditetapkan.

b. Asam Anorganik, Campuran Asam dan Mordant

Nilai pH dari larutan ini harus di bawah 6. Larutan asam berair ini harus bebas dari :

- 1) sianida (jika tidak, maka akan terbentuk hidrogen sianida)
- 2) ion amonium (maks. 0,1 mol/L diijinkan),
- 3) tipe senyawa organik lainnya (misal : pelarut, lemak dan minyak)

Asam yang telah digunakan yang mengandung asam nitrat (misalnya campuran asam nitrat) harus dinetralkan dan kemudian dibuang sebagai "dibersihkan dan dicuci dengan air"

Larutan asam yang tidak mengandung logam berat atau bahan berbahaya lainnya dapat dinetralkan dengan natrium hidroksida atau natrium hidrogen karbonat dalam jumlah molar yang sama dan kemudian dibuang ke dalam air limbah laboratorium.

c. Basa, Campuran Basa dan Mordant

Limbah golongan ini merupakan limbah cair dengan pH di atas 8. Larutan basa hidroksida berair ini harus bebas dari:

- 1) sianida
- 2) ion amonium (maks. 0,1 mol/L, jika tidak akan terjadi pelepasan amonia)
- 3) tipe senyawa organik lainnya (misal : pelarut, lemak dan minyak)

Larutan basa yang tidak mengandung logam berat atau bahan berbahaya lainnya dapat dinetralkan dengan asam klorida dengan jumlah molar yang sama dan kemudian dibuang ke dalam air limbah laboratorium.

d. Air Dari Pembersihan Dan Pencucian yang mengandung garam logam

Limbah golongan ini mengandung larutan berair dari garam logam yang harus bebas dari :

- 1) sianida
- 2) ion amonium (maks. 0,1 mol/L diijinkan), dan
- 3) tipe senyawa organik lainnya (misal : pelarut, lemak dan minyak)

Untuk larutan berair ini dimungkinkan terjadinya pengurangan volume yang nyata dengan menggunakan pengukuran konsentrasi.

G. Intruksi Kerja dan Penanganan Kecelakaan Karena Limbah Kimia

Resiko bahan kimia pada manusia dan lingkungan telah diorganisasikan dalam bentuk data sheet pada *Material Safety Data Sheet* (MSDS), namun demikian perlu diperhatikan pada penekanan informasi resiko (r-phrases) pada label!

1. Intruksi Kecelakaan karena Senyawa Kimia Toksik dan Sangat Toksik

Misalnya: asetonitril, arsenik, benzena, asam kloro asetat, metanol, metil iodida, kalium sianida, merkuri dan garamnya, tetrakloro metana, garam uranium. Bahan toksik dan sangat toksik dapat termasuk ke dalam tubuh melalui pernafasan,

tertelan maupun melalui kulit. Dengan terjadinya kontak, bahkan dalam jumlah yang sangat kecil sekalipun dari bahan toksik dan sangat toksik ini, maka terdapat suatu resiko yang serius terhadap kerusakan kesehatan termasuk *intoxication* (mabuk) yang membawa kematian. Bahan toksik dan sangat toksik tidak boleh masuk ke lingkungan.

Tindakan Pencegahan, Instruksi, Dan Tindakan Higienik

Hindari segala macam bentuk kontak dengan kulit. Jangan membaui dan mencicipi bahan. Bekerjalah dengan menggunakan suatu *fume hood* (uap penyegar) untuk bahan toksik dan sangat toksik. Selalu memakai baju pelindung, sarung tangan pelindung, dan kaca pelindung! Cucilah tangan dan wajah secara reguler.

Tidak diperbolehkan untuk bekerja dengan bahan toksik dan sangat toksik dalam wadah yang mudah pecah diatas 5 liter. Pengecualian dapat dilakukan jika tindakan pencegahan khusus telah dilakukan, seperti, menggunakan suatu tangki penjepit. Perhatikan instruksi khusus untuk penanganan merkuri!

Tindakan Dalam Kasus Emergensi

Bersihkan dengan cermat kulit yang terkontaminasi. Secara berlahan bukalah pakaian yang terkontaminasi. Bersihkan padatan bahan toksik dan sangat toksik yang tertumpah, serap cairan bahan toksik dan sangat toksik yang tertumpah dengan absorbent, dan buang bahan toksik dan sangat toksik dengan cara yang dipebolehkan.

Pertolongan Pertama

Kulit: Cucilah segera dengan air, sabun, atau poliglikol (seperti Roticlean), gunakan *shower* emergensi, jika diperlukan.

Mata: Bilaslah mata dengan suatu shower mata sekurang-kurangnya 10 menit, kemudian pergilah ke ophthalmologist (spesialis mata).

Tertelan: Induce vomiting.

Terhirup: Udara segar, istirahat, *heat*.

Dalam kasus yang serius hubungi dokter via telepon emergensi (yang ada tercantum dalam buku telephone daerah terdekat) Jika dimungkinkan, tunjukkan tabung/label/*vornit* bahan kepada dokter.

Penbuangan Yang Semestinya

Bahan toksik dan sangat toksik harus dibuang dengan cara yang aman berdasarkan informasi yang diperbolehkan oleh produser (perusahaan yang membuat).

2. Instruksi Kerja Untuk Bahan Berbahaya Hidrogen Florida, Asam Hidroflorik

Asam hidroflorik bersifat sangat toksik jika terhirup, tertelan, dan kontak dengan kulit. Asam hidroflorik menyebabkan *cauterization* (pembakaran) serius.

Resiko Pada Manusia Dan Lingkungan

Hidrogen florida berpengaruh terhadap kulit, mata, dan saluran pernafasan jika terdapa sebagai gas jenuh, cairan, dan dalam larutan berair. Karena sifat lipofiliknya yang tinggi, maka penyerapan dalam tubuh dapat terjadi dengan cepat. Ion florida menahan ion Ca dan Mg dalam tubuh dan menghalangi enzim penting

menghasilkan gangguan metabolik yang membahayakan dan akut, serta kerusakan ginjal dan hati. Ciri khas *cauterization* oleh HF adalah rasa sakit yang amat sangat, periode *latency* hingga mencapai dua hari. Terjadinya degenerasi pada jaringan kulit menyebabkan sulitnya proses penyembuhan luka (*adscesses*). Terhirupnya senyawa ini mula-mula akan membawa kepada iritasi pada saluran pernafasan atas, Laryngitis, Brinchitis dan kehilangan sebagian indra penciuman. Terhirupnya 50-100 ppm HF di udara selama 30-60 menit dapat membawa kepada kematian. Rentetan kejadian penyerapan dosis yang melebihi ambang batas membawa kepada kerusakan Florolisis. Hidrogen florida berbahaya terhadap perairan – Water Hazard Class 2.

Tindakan Pencegahan, Instruksi, Dan Tindakan Higienik

Simpan dalam tabung tertutup rapat pada tempat yang beraerasi baik. Jangan menghirup uap/aerosol. Selalu memakai baju pelindung, sarung tangan pelindung, dan kaca pelindung/pelindung wajah. Ketika terjadi kontak dengan mata, bilaslah dengan shower mata dan kemudian pergilah ke ophthalmologist (spesialis mata). Dalam kasus kecelakaan dan kontak berlebihan bersegeralah kedokter atau layanan pertolongan (rujukan juga pada tindakan pertolongan pertama)

Tindakan Dalam Kasus Emergensi

Pelepasan Senyawa: Dalam kasus pelepasan HF bebas-air, maka segera evakuasi laboratorium. Jika tersedia, gunakan pelindung pernafasan (filter: ABEK Kombi) dan aerasikan/ventilasikan laboratorium. Asam hidroflorik akan tercampur dengan *lime milk* (rujuk juga pada tindakan pembuangan). Kejadian kebakaran: evakuasi laboratorium dan lakukan tindakan pemadaman berdasarkan bahan-bahan yang mudah terbakar yang ada di tempat. HF tidak terbakar dengan sendiri, tetapi terdapat resiko terhadap terhirupnya HF yang mengandung uap atau aerosol. Gunakan masker pernafasan selama melawan api, atau hubungi pemadam kebakaran.

Pertolongan Pertama

Kulit: Cucilah segera (jika perlu dalam sedetik) dengan air yang banyak, lalu oleskan gel kalsium glukonat pada kulit, dan hubungi dokter.
Mata: Bilaslah mata dengan suatu shower mata sekurang-kurangnya 15 menit, bukalah klopak mata dengan ibu jari dan telunjuk, gerakkan mata ke segala arah, kemudian pergilah ke ophthalmologist (spesialis mata).
Terhirup: Udara segar, *heat*, segera gunakan *Auxilason*, hubungi dokter
Pakaian: Bersegeralah melepaskan pakaian yang terkontaminasi (dalam hitungan detik)

Penbuangan Yang Semestinya

Limbah yang mengandung HF akan diteteskan secara hati-hati ke dalam *lime milk* kemudian dikumpulkan dalam tabung berlabel khusus.

Konsekuensi dari ketidak-taatan. Kerja yang mengabaikan instruksi keselamatan yang telah dituliskan di atas dapat membawa kepada kerusakan kesehatan yang serius (kerusakan jaringan kulit, pembakaran yang menyakitkan, sulitnya penyembuhan luka, *cauterization* (pembakaran) saluran pernafasan, dan *arrhythmia*) atau kematian orang yang terkena.

GLOSARI

Istilah	Keterangan
Analisis Kimia	Orang yang ahli dan dibekali ilmu analisis kimia, sifat-sifat bahan, analisa kualitatif maupun kuantitatif-nya.
<i>Allergy</i>	Keracunan jika suatu bahan kimia menimbulkan gejala sakit karena alergi, misal : asma, dermatitis, batuk akut.
<i>Anaesthetic Effect</i>	Bahan kimia yang mempunyai daya pembius tinggi menyebabkan hilang rasa/mati rasa
<i>AOX</i>	<i>Adsorbable of Organic Halogen Compound</i> , Senyawa Organohalogen yang dapat diserap.
<i>Autoignition temperature</i>	Bahan kimia yang mudah menyala secara spontan di udara bebas dengan sendirinya
<i>Bacterizable</i>	Bahan yang mudah mengalami kerusakan karena bakteri.
<i>CAS</i>	<i>Chemical Abstract Service</i> , Jasa layanan abstrak kimia yang memberi nomor registrasi pada setiap penemuan sintesis suatu bahan baru.
<i>Ceiling Limit</i>	Batas maksimum konsentrasi dalam ppm (part per million) yang tidak dilewati dalam rentang waktu 15 menit.
<i>Chemicalien</i>	Bahan-bahan Kimia
<i>Chemical asphyxiants</i>	Gas-gas beracun, mengganggu kesehatan karena menghalangi penyerapan oksigen di alveoli dalam pernafasan di paru-paru.
<i>Collaps</i>	Pingsan, tidak sadarkan diri karena pengaruh kejiwaan atau keracunan
<i>Corrosive</i>	Bahan yang mudah bereaksi dan merusak jaringan organik maupun anorganik dari alat maupun tubuh.
Detektor	Alat untuk mendeteksi sesuatu berdasarkan pemanfaatan radiasi logam atau adanya radiasi cahaya.
Efek sinergis	Keracunan dari suatu bahan kimia yang akan terasa jika bahan tersebut dalam bentuk campuran/dikombinasikan
<i>Endothermic</i>	Reaksi kimia yang memerlukan panas untuk dapat bereaksi.
<i>Exothermic</i>	Reaksi kimia yang mengeluarkan kalori/panas.
<i>Explosive</i>	Bahan yang mudah meledak pada temperatur kamar
<i>Evaporated</i>	Bahan yang mudah menguap.
<i>Formulir kontrol</i>	Formulir/Borang untuk mengecek atau mengontrol kondisi, jumlah zat atau alat, serta untuk mengetahui sirkulasinya dalam penggunaan dan pinjam-meminjam.
<i>Flamable</i>	Bahan yang mudah menyala jika kontak dengan udara
<i>Flash point</i>	Titik suhu terendah dimana bahan uap dapat menyala oleh api.
<i>Green Chemistry</i>	Suatu aktifitas produksi industri kimia sehari-hari yang memperhitungkan aspek optimalisasi dan efektifitas atom-atom yang bereaksi dengan prinsip produksi yang ramah lingkungan.
<i>Hazardous Substance</i>	Bahan yang berbahaya.
<i>Harmful</i>	Bahan yang uapnya menimbulkan kerusakan pernafasan

Hiperkes	Himpunan Perawat Kesehatan
Higienik	Suatu tindakan yang memperhatikan elemen-elemen kesehatan.
<i>Hydrizable</i>	Mudah mengadakan hidrolisa, peruraian dengan air.
<i>Hydrizable after dilution</i>	Mengalami hidrolisa setelah dilakukan pengenceran dan pelarutan, misal : garam-garam hygroscopic atau menyerap air, CuSO_4 , dan HgSO_4 .
<i>Hygroscopic</i>	Sifat bahan yang mudah menyerap molekul air, contoh : silika gel, CaCl_2 , CuSO_4 , dan HgSO_4 .
Indikator	Suatu bahan untuk menunjukkan sifat kekhususan suatu zat atau larutan, misal: indikator pH, indikator adanya anion, indikator adanya kation tertentu dalam suatu sampel.
Instruksi Kerja	Suatu lembaran cara kerja dan penanganan alat atau bahan yang harus tempel di dekat material tersebut, agar diperhatikan oleh siapa saja yang berada dan bekerja di tempat tersebut untuk menghindari kecelakaan dan pengulangannya jika terjadi kecelakaan
<i>Irritating</i>	Bahan yang mudah menyebabkan kerusakan pada lapisan permukaan kulit, mata dan organ pernafasan
Jamsotek	Jaminan Sosial Tenaga Kerja
Kebun Biologi	Kebun yang berfungsi sebagai tempat untuk aktifitas praktikum dan percobaan biologi sehingga bersifat juga sebagai media dimana terdapat semua alat dan bahan sgar biologi fauna dan flora, maupun pengamatan aktifitas microba.
Keracunan akut	Keracunan yang menimbulkan rasa sakit sangat cepat dan menyebabkan dampak permanen atau fatal, kematian.
Keracunan kronis	Keracunan karena kontak dengan suatu bahan kimia dalam waktu yang telah lewat lama dan baru terasa jika terulang, gejalanya tidak langsung terlihat.
Laboran	Orang yang bekerja di laboratorium dalam kegiatan untuk mempersiapkan alat dan bahan-bahan yang akan digunakan eksperimen, praktek, dan penelitian ilmiah.
Laboratorium	Suatu tempat atau ruangan khusus dimana satu eksperimen atau percobaan ilmiah dapat dilaksanakan dan diamati.
LD ₅₀	<i>Lethal Dose Fifty</i> , dosis bahan kimia dalam miligram per kilogramnya yang dapat membunuh makhluk hidup sebanyak 50% sampel percobaan/populasi
LC ₅₀	<i>Lethal Concentration Fifty</i> , Konsentrasi bahan kimia di udara yang dinyatakan dalam ppm yang dapat membunuh 50% sampel percobaan/populasi
Limbah	Benda atau barang habis pakai yang bergerak dan di-inginkan oleh pemiliknya untuk dibuang dengan cara yang sesuai.
Media pandang	Alat-alat laboratorium yang berfungsi sebagai alat untuk aktifitas percobaan/eksperimen langsung atau peraga
<i>Mordant</i>	Bahan kimia yang sangat berbahaya, beracun dan mematikan dalam jumlah konsentarsi berapapun, biasanya asam-asam pekat, atau basa pekat, logam berat dan gas beracun akut.
<i>MSDS</i>	<i>Material Safeti Data Sheet</i> , suatu daftar data yang memuat frase/istilah kecelakaan, penjelasan dan cara penanganannya

<i>Narcotic Effect</i>	Bahan-bahan kimia yang memiliki daya membius, mengantuk, tertidur, atau tak sadarkan diri, menghilangkan rasa (anaesthetic).
<i>OSHA</i>	<i>Occupation Safety and Health Administration</i> , daftar yang menyatakan bahwa suatu bahan kimia berbahaya pada penggunaan normal ataupun kondisi darurat.
<i>Oxydizable</i>	Bahan yang mudah mengalami oksidasi dengan udara bebas dalam kondisi kamar STP (standard Temperatur and Pressure, 1 Atmosphere dan 25° C).
<i>PAH</i>	<i>Polycyclic Aromatic Hydrocarbon</i> , Hidrokarbon aromatis polisiklik/ring banyak
<i>PEL</i>	<i>Permissive Exposure Limit</i> , batas kontak dengan bahan kimia yang di-izinkan agar tidak menimbulkan reaksi cepat.
ppm	Part per million, jumlah zat terlarut dalam miligram per liter
<i>Poluted</i>	Bahan yang mudah mencemari lingkungan.
<i>Photochemical</i>	Bahan yang mudah berubah karena pengaruh cahaya.
<i>Reduceable</i>	Bahan yang mudah mengalami reduksi dengan udara bebas dalam kondisi kamar STP (standard Temperatur and Pressure, 1 Atmosphere dan 25° C).
<i>Ready Made</i>	Bahan yang harus digunakan dalam keadaan segar atau baru disediakan atau baru dibuat
<i>Ready Mix</i>	Bahan yang harus dicampur jika akan digunakan
<i>Risk phrase</i>	Resiko bahaya, sebagai simbol huruf atau tanda yang melambangkan pernyataan resiko bahaya.
<i>Shortterm Exposure Limit</i>	Batas kontak dengan bahan kimia dalam jangka pendek dengan batas konsentrasi ppm dalam waktu 15 menit
<i>Safety Precaution</i>	Pernyataan atau keterangan cara mengatasi bahaya.
<i>Schedulling</i>	Penjadualan, pengaturan kerja yang langkah-langkahnya disertai waktu pelaksanaannya.
SKS	Satuan kredit semester, jumlah materi yang harus ditempuh oleh seorang pelajar/mahasiswa untuk menyelesaikan suatu materi pelajaran/kuliah tertentu setiap semesternya. Menurut definisi Kemendiknas Republik Indonesia No: 232/U/2000, pasal 1 no 14 ; bahwa 1 sks adalah 50 menit tatap muka, 50 menit terstruktur dan 50 menit kerja mandiri.
<i>Soluble</i>	Mudah larut dalam pelarut utama air dan pelarut organik.
<i>TLV</i>	<i>Threshold Limited Value</i> , Nilai ambang Batas yang di-izinkan agar tidak menimbulkan keracunan akut atau tidak mencemari lingkungan hidup.
<i>Toxic</i>	Bahan beracun dan mematikan.
<i>VOX</i>	<i>Volatile Organic Halogenated Hydrocarbon</i> , Hidrokarbon Terhalogenasi yang mudah menguap.

DAFTAR BACAAN

- Anonim, 2003, *Safety in Academic Chemistry Laboratories, Volume 1 Accident Prevention For College and University Student*, 7th Edition, American Chemical Society, Washington DC, USA.
- , website Alat-alat Praktikum Kimia, Google Indonesia: *Gambar Alat-alat Untuk Praktikum Kimia*, diakses tanggal 29-12-2008.
- , website Pengelolaan Limbah Laboratorium Kimia, Google Indonesia : *Waste Treatment Disposal*, diakses tanggal 10 Juni 2010
- , website Kimia Indonesia <http://www.chem-is-try.com>: *Pengelolaan Limbah Laboratorium Kimia*, diakses tanggal 10 Juni 2010
- , 2000. *Science Teaching* ; Jeulin (Katalog Alat-alat Praktikum Kimia, Fisika dan Biologi di Perguruan Tinggi), Evreux cedex, France.
- Creedy, John, 1976A, *Laboratory Manual For Schools And Colleges*, Heinemann Educational Book Ltd.
- Djupri, P., 1981, *Pengelolaan Laboratorium IPA*, Depdikbud, Penerbit Penataran Lokakarya P3G, , Jakarta.
- Genda, P., M.Amin, 1982, *Pengelolaan Laboratorium IPA*, FKIE IKIP Yogyakarta, Yogyakarta.
- Jahya, R., 1981, *Petunjuk Praktikum Ilmu Kimia 1 dan 2 untuk SMA*, Depdikbud, Jakarta.
- Keputusan Mendiknas RI: NOMOR 232/U/2000: tentang Pedoman Penyusunan Kurikulum Pendidikan Tinggi Dan Penilaian Hasil Belajar Mahasiswa Pasal 1 Nomor urut 14, Jakarta
- Willis, D., Ratna, 1986, *Pengelolaan Pengajaran Kimia*, Modul 712, Depdikbud Universitas Terbuka, Jakarta.
- Vogel, Arthur I, 2007. *A Textbook of Qualitative Inorganic Analysis*, Longman Green and Co, London
- , Website Kesehatan dan Kedokteran: Jevuska, <http://www.jevuska.com/topic/laboratory+waste+treatment.html>, diakses tanggal 14 Juni 2010

RIWAYAT HIDUP



Kancono anak ke-2 (empat bersaudara) dari Ibu Pensiunan Guru SD. Lahir di Cilacap Provinsi Jawa-Tengah, tanggal 26 Desember 1959. Menikah dengan Titik Widiyanti (1988), dikarunia 4 (empat) orang anak yakni: Herdani Kantiastuti, Hertami Panji Sriyogo, Herayu Muftia Laras Rahayu, Hertyas Baktiar Rahmadi.

Pendidikan Sekolah Dasar hingga Sekolah Menengah Atas diselesaikannya di Kota Gombong, Kebumen, Jawa-Tengah. Sedangkan S1 bidang Pendidikan Kimia dari IKIP Yogyakarta (1984), S2 Kimia Anorganik dari UGM dan S3 Kimia Material dari *Universite de Montpellier II*, Perancis (2001).

Pada tahun 1987 hingga sekarang sebagai staf pengajar pada Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, FKIP UNIB. Jabatan yang pernah diembannya: Ketua Prodi Pendidikan Kimia FKIP - UNIB (1994 – 1998), Sekretaris Pengganti di Program Studi Pendidikan Kimia, FKIP - UNIB (2007 – 2008). Sejak Agustus 2009 hingga sekarang menjabat sebagai Sekretaris II Program Pascasarjana Pendidikan IPA, FKIP - UNIB.

Minat penelitian yang dilakukan dalam lima tahun terakhir : dalam bidang kimia material, sebagai ketua peneliti antara lain; *Pengaruh Charge Transfer Complexes (CTC) Dari Tetracyanoquiodimethane (TCNQ) Dan Oligotiofena Terhadap Sifat Bahan Berpori Berbasis Silikon* (Hibah Fundamental, DPPM Dikti, 2009-2010), selain itu juga melakukan penelitian dalam bidang kependidikan.

Karya dan beberapa tulisan berupa Bahan Ajar / Modul, antara lain; *Antologi Puisi Cyber Sastra* (2000), *Kimia Koordinasi dan Aplikasinya dalam Keseharian* (2003), *Kimia Zat Padat* (2004), *Kimia Anorganik, sebuah ringkasan* (2005), *Kimia Material untuk Calon Guru Kimia* (2006), *Elektrokimia* (2007), *Kinetika Kimia Pembahasan Soal-soal* (2008). Sedangkan buku dalam persiapan cetak tahun 2010: *Pengelolaan Laboratorium*, dan *Preparasi Kimia untuk Pekerja dan Laboran Kimia*.

Kegiatan training dan lain-lain yang pernah diikuti, antara lain : Pelatihan Analisis Spektroskopi (1995), *Total Quality Management* (1995), Pelatihan Analisis dan Elusidasi Struktur Senyawa Kimia (1996), Workshop Pendidikan dan Sistem Informatika (2005), Pengelolaan Siswazah di Malaysia (2007). Kegiatan lainnya: pernah menjadi Konsultan Pengembangan Jurusan Kimia, pada Fakultas Sains dan Teknologi, Universiti Malaysia Terengganu (UMT), Kuala Terengganu, Terengganu Darul Iman, Malaysia (2003 – 2007), menjadi Detaser Dikti untuk Universitas Muria Kudus (UMK), Kudus Jawa-Tengah (2009).

Keutamaan buku ini

Buku tentang laboratorium kimia ini merupakan pegangan yang sangat perlu dimiliki oleh mahasiswa sains, guru sains, laboran sains, peneliti sains, dosen kimia dan siapapun yang berkecimpung dalam kegiatan kimia di dalam maupun di luar laboratorium kimia dalam pendidikan maupun di suatu perusahaan.

Buku sejenis tentang pengelolaan laboratorium kimia masih sangat jarang ditemukan di toko-toko buku maupun perpustakaan. Materi dalam penyusunan buku ini diambil dari kebutuhan akan pengetahuan laboratorium yang aplikatif dari pengalaman mengelola laboratorium sekolah maupun analisis kimia di perusahaan kimia.

Kekhasan buku ini terletak pada materi yang disajikan sesuai kondisi kekinian dan sistematikanya yang disusun begitu padat mewakili aspek-aspek kegiatan pengelolaan laboratorium kimia. Rujukan diambil dari data dan berita, jurnal website maupun blog yang diharapkan dapat mendatangkan inspirasi bagi pengelolaan laboratorium, terutama tentang penanganan peralatan kimia untuk karakterisasi dan manajemen kecelakaan serta penanganan limbah dari laboratorium kimia.



FKIP PERSS 2010

ISBN :