

PENGELOLAAN BAHAN PRAKTEK KIMIA

Oleh:
Susila Kristianingrum
Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA UNY

A. PENDAHULUAN

Bahan kimia merupakan salah satu aset yang dimiliki oleh setiap laboratorium. Hampir semua laboratorium menggunakan bahan kimia untuk menunjang operasinya. Bentuknya bermacam-macam ada yang padat, cair, maupun gas. **Bahan-bahan kimia yang bersifat racun keras**, di antaranya: Sublimat, Sianida, Arsen dan senyawanya, Brom, Fosfor putih, Zat radioaktif, Hidrogen fluorida, Air raksa, dan lain-lain. **Asam kuat dan larutan basa yang mudah menguap**, misalnya: Asam sulfat pekat, Asam nitrat pekat, Asam klorida pekat, Amonia pekat, Asam ortofosfat, Asam perklorat. **Zat cair senyawa organik**, misalnya: Eter, Toluena, Kloroform, Etil alkohol, Fenol, dan lain-lain. **Zat berbentuk gas**, misal: Gas klor, Oksigen, Asetilena, dan lain-lain. **Zat padat, bermacam-macam asam, basa, garam, dan unsur**, misal: Asam oksalat, Asam stearat, NaOH, KOH, CaO, NaCl, Serbuk besi, Sn, Cu, dan lain-lain (Tim Supervisi Dirjen Dikti, 2002).

Kombinasi bahan-bahan kimia yang sering meledak di dalam laboratorium kimia pada waktu melakukan percobaan, misalnya (Regina Tutik P dan Susila Kristianingrum., 2007):

1. Natrium atau kalium dengan air
2. Amonium nitrat, serbuk seng dengan air
3. Kalium nitrat dengan natrium asetat
4. Nitrat dengan ester
5. Peroksida dengan magnesium, seng atau aluminium

B. BAHAN KIMIA RAMAH LINGKUNGAN (*GREEN CHEMISTRY*)

Bahan kimia ramah lingkungan merupakan falsafah perancangan produk dan proses yang mengurangi atau meniadakan penggunaan dan terciptanya bahan berbahaya. Dua belas prinsip bahan kimia ramah lingkungan dalam daftar berikut bisa diterapkan ke semua laboratorium dan digunakan sebagai panduan untuk merancang dan melaksanakan eksperimen yang bijak. Bahan-

bahan kimia tersebut masing-masing mempunyai simbol bahaya di botolnya. Simbol bahaya dari bahan kimia dan contoh penempatan bahan kimia ditunjukkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Simbol bahaya dari bahan kimia dan contoh penempatan bahan kimia

DUA BELAS PRINSIP BAHAN KIMIA RAMAH LINGKUNGAN (GREEN CHEMISTRY) (Paul Anastas dan John Warner, 1998):

- 1. Cegah limbah.** Rancang sintesis kimia yang tidak menyisakan limbah apa pun yang harus diolah atau dibersihkan.
- 2. Rancang bahan kimia dan produk yang lebih aman.** Rancang produk kimia yang sangat efektif, namun hanya mengandung sedikit racun atau tidak sama sekali.
- 3. Rancang sintesis bahan kimia yang tidak terlalu berbahaya.** Rancang sintesis untuk menggunakan dan menghasilkan zat dengan toksisitas rendah atau tidak beracun sama sekali bagi manusia dan lingkungan.
- 4. Gunakan bahan mentah yang dapat diperbarui.** Hindari menghabiskan bahan mentah dan bahan mentah untuk industri. Bahan mentah untuk industri yang dapat diperbarui dibuat dari produk pertanian atau limbah dari proses lainnya. Bahan mentah untuk industri yang tidak dapat diperbarui ditambang atau terbuat dari bahan bakar fosil (yaitu, minyak tanah, gas alam, batu bara).
- 5. Gunakan katalis, bukan reagen stoikiometrik.** Katalis digunakan dalam jumlah kecil dan dapat melakukan reaksi tunggal beberapa kali. Katalis tersebut sebaiknya reagen stoikiometrik, yang digunakan dalam jumlah berlebihan dan hanya bekerja sekali.

- 6. Hindari derivatif kimia.** Derivatif menggunakan reagen tambahan dan menghasilkan limbah. Hindari menggunakan kelompok penghambat atau pelindung atau modifikasi apa pun.
- 7. Maksimalkan ekonomi atom.** Rancang sintesis sehingga produk akhir mengandung proporsi maksimal bahan awal. Hanya boleh ada sedikit, jika ada, atom yang terbuang.
- 8. Gunakan pelarut dan kondisi reaksi yang lebih aman.** Hindari menggunakan pelarut, bahan pemisah, atau bahan kimia tambahan lainnya. Jika bahan ini diperlukan, gunakan bahan kimia yang tidak berbahaya.
- 9. Tingkatkan efisiensi energi.** Jalankan reaksi kimia pada suhu ruang dan tekanan bila memungkinkan.
- 10. Rancang bahan kimia dan produk agar terurai setelah digunakan.** Produk kimia yang terurai menjadi zat yang tidak berbahaya setelah digunakan tidak berakumulasi di lingkungan.
- 11. Analisis langsung (dalam waktu nyata) untuk menghindari polusi.** Sertakan pemantauan dan kendali langsung (waktu nyata) dalam proses selama sintesis untuk membatasi atau menghilangkan pembentukan produk sampingan.
- 12. Batasi potensi terjadinya kecelakaan.** Rancang bahan kimia dan bentuknya (padat, cair, atau gas) untuk meminimalkan potensi terjadinya kecelakaan akibat bahan kimia, termasuk ledakan, kebakaran, dan pelepasan ke lingkungan.

C. PRAKTIKUM SKALA MIKRO

Metode pengurangan bahaya yang berhasil adalah melakukan reaksi kimia dan prosedur laboratorium lainnya dalam skala yang lebih kecil, atau *berskala mikro*. Dalam bahan kimia berskala mikro, jumlah bahan yang digunakan dikurangi menjadi 25 hingga 100 mg untuk zat padat dan 100 hingga 200 μ L untuk cairan, dibandingkan jumlah biasa, yaitu 10 hingga 50 g untuk zat padat atau 100 hingga 500 mL untuk cairan. Penggunaan tingkat skala mikro menghemat berton-ton limbah dan jutaan dolar. Di samping itu, pekerjaan berskala mikro mengurangi bahaya kebakaran dan kemungkinan terjadinya kecelakaan serta tingkat keparahan kecelakaan yang memaparkan pegawai pada bahan kimia berbahaya.

D. PENGGUNAAN PELARUT DAN BAHAN LAIN YANG LEBIH AMAN

Laboratorium lebih aman dan terjamin jika mereka mengganti dengan bahan kimia yang tidak berbahaya, atau kurang berbahaya bila memungkinkan.

1. Bisakah kita mengganti bahan ini dengan bahan lain yang memiliki potensi bahaya lebih kecil bagi pelaku eksperimen dan lainnya?
2. Bisakah kita mengganti bahan ini dengan bahan yang mengurangi atau meniadakan limbah berbahaya serta biaya pembuangannya. Beberapa contoh bahan pengganti ditunjukkan dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Contoh bahan pengganti untuk bahan kimia yang toksik

Bahan Kimia Toksik	Pengganti
Kloroform	Heksana
Karbon tetra klorida	Heksana
1,4-Dioksan	THF (tetrahidrofuran)
Benzena	Sikloheksana atau toluena
Xylena	Toluena
2-Butanol	1-Butanol
p-Diklorobenzena	Naftalena, Asam stearat, Asam Laurat

E. PEMBELIAN DAN PEMESANAN BAHAN KIMIA

Bagian dari pembelian bahan kimia adalah analisis masa pakai dan biayanya. Biaya pembelian hanyalah bagian awalnya. Biaya penanganan, dari segi manusia dan keuangan, serta biaya pembuangan juga harus diperhitungkan. Tanpa analisis ini, pesanan bisa jadi rangkap dan bahan kimia tak terpakai bisa jadi bagian signifikan dari limbah berbahaya di laboratorium.

1. Mengapa pemesanan bahan kimia sesuai kebutuhan dan dalam wadah kecil?
2. Bisakah limbah tersebut dikelola dengan sangat baik? Karakterisasi limbah yang sesuai dan metode pembuangan yang tepat harus diidentifikasi sebelum bahan kimia dipesan.

Jika memungkinkan, gunakan sistem pemesanan terkomputerisasi untuk melacak informasi tentang pengiriman, riwayat pembelian, dan distribusi bahan kimia ke seluruh gedung. Misalnya, pemesanan terpusat mungkin membantu pelacakan bahan yang mudah terbakar, letak prekursor obat terlarang, dan bahan kimia yang perlu diperhatikan (*chemicals of concern*, COC). Pikirkan penyimpanan terpusat dari Lembar Data Keselamatan Bahan (*Material Safety Data*

Sheet) pada jaringan komputer. Data MSDS untuk setiap bahan kimia harus selalu tersedia bagi semua karyawan (Moran, L. and Masciangioli, T., 2010)..

F. PENYIMPANAN BAHAN KIMIA

Ikuti panduan umum ini saat menyimpan bahan kimia dan peralatan bahan kimia (Moran, L. and Masciangioli, T., 2010):

1. Sediakan tempat penyimpanan khusus untuk masing-masing bahan kimia dan kembalikan bahan kimia ke tempat itu setelah digunakan.
2. Simpan bahan dan peralatan di lemari dan rak khusus penyimpanan.
3. Amankan rak dan unit penyimpanan lainnya. Pastikan rak memiliki bibir pembatas di bagian depan agar wadah tidak jatuh. Idealnya, tempatkan wadah cairan pada baki logam atau plastik yang bisa menampung cairan jika wadah rusak. Tindakan pencegahan ini utamanya penting di kawasan yang rawan gempa bumi atau kondisi cuaca ekstrem lainnya.
4. Hindari menyimpan bahan kimia di atas bangku, kecuali bahan kimia yang sedang digunakan. Hindari juga menyimpan bahan dan peralatan di atas lemari. Jika terdapat sprinkler, jaga jarak bebas *minimal 18 inci dari kepala sprinkler*.
5. Jangan menyimpan bahan pada rak yang tingginya lebih dari 5 kaki (~1,5 m).
6. Hindari menyimpan bahan berat di bagian atas.
7. Jaga agar pintu keluar, koridor, area di bawah meja atau bangku, serta area peralatan keadaan darurat tidak dijadikan tempat penyimpanan peralatan dan bahan.
8. Labeli semua wadah bahan kimia dengan tepat. Letakkan nama pengguna dan tanggal penerimaan pada semua bahan yang dibeli untuk membantu kontrol inventaris.
9. Hindari menyimpan bahan kimia pada tudung asap kimia, kecuali bahan kimia yang sedang digunakan.
10. Simpan racun asiri (mudah menguap) atau bahan kimia pewangi pada lemari berventilasi. Jika bahan kimia tidak memerlukan lemari berventilasi, simpan di dalam lemari yang bisa ditutup atau rak yang memiliki bibir pembatas di bagian depan.
11. Simpan cairan yang mudah terbakar di lemari penyimpanan cairan yang mudah terbakar yang disetujui.
12. Jangan memaparkan bahan kimia yang disimpan ke panas atau sinar matahari langsung.

13. Simpan bahan kimia dalam kelompok-kelompok bahan yang sesuai secara terpisah yang disortir berdasarkan abjad. Contoh wadah bahan kimia ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Wadah tertutup dan pelabelan yang tepat berkontribusi pada praktik manajemen yang baik.

14. Ikuti semua tindakan pencegahan terkait penyimpanan bahan kimia yang tidak sesuai.

15. Berikan tanggung jawab untuk fasilitas penyimpanan dan tanggung jawab lainnya di atas kepada satu penanggung jawab utama dan satu orang cadangan. Kaji tanggung jawab ini minimal setiap tahun.

G. PENUTUP

Bahan kimia dewasa ini harganya semakin mahal, oleh karena itu diperlukan penanganan atau pengelolaan dengan benar dan cermat. Bahan kimia sangat berbahaya bagi kesehatan penggunanya. Dalam hal penyimpanan dan pemakaiannya perlu diperhatikan, sehingga pemahaman tentang *green chemistry* dan praktikum skala mikro sangat diperlukan.

H. DAFTAR PUSTAKA:

<http://www.kimianet.lipi.go.it/database.cgi/depandatabase&&1&1098595676>.

Moran, L. and Masciangioli, T. (2010). *Chemical Laboratory Safety and Security A Guide to Prudent Chemical Management*. Washington DC: The National Academies Press.

Paul Anastas dan John Warner. (1998). *Green Chemistry: Theory and Practice*. New York: Oxford University Press.

Regina Tutik P dan Susila Kristianingrum. (2007). *Diktat Kuliah Manajemen Laboratorium*. Yogyakarta: FMIPA UNY.

Tim Supervisi Dirjen Dikti. (2002). *Bahan Ajar Pelatihan Manajemen Laboratorium*. Jakarta: Dirjen Dikti Proyek Peningkatan Manajemen Pendidikan Tinggi.



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

SERTIFIKAT

Nomor : 254/UN34.13/K/LL/2011

Diberikan kepada :

SUSILA KRISTIANINGRUM, M.Si.

Yang telah berpartisipasi aktif sebagai :

PEMATERI

**PELATIHAN PENGELOLAAN LABORATORIUM KIMIA
BAGI KEPALA LAB/PENGELOLA LAB KIMIA SMA/MA
Tanggal 17 September 2011 – 8 Oktober 2011 di FMIPA UNY**


Dekan FMIPA UNY

Dr. Hartono
NIP. 19620329 198702 1 002

Yogyakarta, 8 Oktober 2011
Ketua Jurusan Pendidikan Kimia

Dr. Suyanta
NIP. 19660508 199203 1 002