

STUDI KELAYAKAN PENGADAAN DAN PENGELOLAAN FASILITAS LABORATORIUM KIMIA & BIOKIMIA DI FIK-UI*

Sri Sugiwati**

Abstrak

Keberadaan laboratorium kimia dan biokimia di FIK-UI diperlukan sebagai perangkat penunjang akademik dalam proses belajar mengajar, sebagai wadah penelitian dan pelatihan, serta untuk melakukan aktivitas yang berorientasi profit. Untuk membangun sebuah laboratorium kimia yang sehat dan aman perlu diadakan studi kelayakan perencanaan dalam merancang laboratorium kimia dan biokimia di FIK-UI. Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi pustaka dan observasi lapangan berupa kunjungan pada beberapa laboratorium kimia dan biokimia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam membangun laboratorium kimia dan biokimia yang sehat dan aman diperlukan prosedur pengoperasian baku yang memperhatikan kesehatan dan keselamatan kerja di laboratorium, ventilasi dan perlengkapan pelindung yang berfungsi baik, penataan bahan kimia dan peralatan laboratorium, serta adanya prosedur pengelolaan pengolahan limbah laboratorium sehingga tidak mencemari lingkungan.

Kata kunci: laboratorium biokimia, laboratorium kimia, pengelolaan laboratorium

Abstract

The existence of chemical and biochemical laboratory at the Faculty of Nursing Science, University of Indonesia become important, because it's function as academic supporting tool in the process of studying, as a place for lecturers and college student to do the researches and exercises and also can be used to do the activities which have profit orientation. In order to build a chemical laboratory which health and safety, it needs the feasibility study about planning in designing the chemical and biochemical laboratory at the Faculty of Nursing Science, University of Indonesia. The methodology which is used in the research is literature study and observation to some chemical and biochemical laboratories. The result of the research showed that to build a chemical and biochemical laboratory which health and safety, it needs to have standard operating procedures that consider about health and safety work in the laboratory, the ventilations and protective equipments which have good function, the arrangement of chemicals and laboratory equipments, and the management of laboratory waste treatment procedure to prevent the environment to be contaminated.

Key words: biochemical laboratory, chemical laboratory, laboratory management

LATAR BELAKANG

Laboratorium merupakan unit fungsional terkecil di Departemen sebagai wadah untuk pengembangan suatu bidang ilmu dan pelaksanaan Tridarma Perguruan Tinggi melalui pengembangan pendidikan, penelitian, dan pembinaan kemampuan/ keahlian SDM serta pemberdayaan masyarakat (Ridwan, 2004). Suatu lembaga pendidikan yang berbasis sains tidak dapat maju dan menjadi pionir di bidangnya bila mengabaikan

keberadaan laboratorium di dalam sistem pembelajarannya. Keberadaan laboratorium kimia sangatlah penting di dalam suatu lembaga pendidikan, terutama di perguruan tinggi untuk dapat mewujudkan pengembangan dan pemanfaatan ilmu kimia secara sinambung (Wahyuningrum, 2004).

Di FIK UI, keberadaan laboratorium kimia dan biokimia menjadi penting. Laboratorium merupakan tempat untuk melakukan kegiatan akademik berupa

praktikum kimia dan biokimia, sebagai wadah bagi staf pengajar dan mahasiswa untuk mengadakan penelitian dan pelatihan, serta dapat diberdayakan untuk melakukan aktivitas yang berorientasi profit.

Laboratorium kimia, seperti layaknya tempat bekerja, harus dapat memberikan kenyamanan, kesehatan dan keamanan kepada semua orang yang bekerja di dalamnya, termasuk pengelola laboratorium itu sendiri. Untuk itu, perlu studi kelayakan mengenai perencanaan dalam merancang laboratorium kimia yang meliputi adanya prosedur pengoperasian baku yang memperhatikan kesehatan dan keselamatan kerja (K3) di laboratorium, adanya ventilasi dan perlengkapan pelindung yang berfungsi baik, adanya penataan dan pengelolaan bahan kimia dan peralatan laboratorium, serta adanya prosedur pengolahan limbah laboratorium (Wahyuningrum, 2004; Kartawira, 2004).

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah laboratorium kimia yang sehat dan aman bagi semua pihak yang bekerja di dalamnya dan sesuai dengan kebutuhan FIK-UI dan menjajaki prosedur pengolahan limbah laboratorium kimia sehingga tidak mencemari lingkungan.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan desain studi pustaka dan observasi lapangan dengan tahapan penelitian: pengumpulan bahan pustaka yang relevan; pemahaman dan analisis terhadap keseluruhan materi yang telah ada guna perancangan sebuah laboratorium yang sehat dan aman dan disesuaikan dengan kebutuhan perawat; observasi lapangan ke beberapa laboratorium kimia dan biokimia; dan perancangan laboratorium kimia dan biokimia untuk FIK-UI. Perancangan meliputi inventarisasi kebutuhan bahan kimia dan peralatan laboratorium, manajemen pengelolaan laboratorium dengan memperhatikan keselamatan dan kesehatan kerja (K3), serta sistem pengolahan dan pembuangan limbah laboratorium.

Studi pustaka dilakukan di beberapa perpustakaan seperti perpustakaan PDII LIPI, perpustakaan Depkes RI, perpustakaan FMIPA-UI, perpustakaan pusat UI,

perpustakaan FK-UI dan perpustakaan FMIPA-IPB serta penelusuran studi pustaka melalui internet. Sedangkan observasi lapangan dilakukan melalui kunjungan langsung ke beberapa laboratorium kimia dan biokimia, seperti laboratorium kimia dan biokimia FMIPA-UI, FMIPA-IPB, FMIPA-UIN Syarif Hidayatullah, serta laboratorium Penelitian Kimia Terapan LIPI.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengadaan laboratorium kimia dan biokimia yang sehat dan aman memerlukan empat komponen penting. Berikut ini akan diuraikan keempat komponen tersebut.

Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) di Laboratorium Kimia

Keselamatan kerja di laboratorium merupakan upaya untuk mencegah terjadinya kecelakaan dan menciptakan lingkungan kerja yang aman, sehat dan nyaman di laboratorium. Keselamatan kerja tersebut dapat diwujudkan dengan berbagai cara, seperti menyiapkan pedoman kerja, baik untuk tindakan pencegahan maupun penanggulangan kecelakaan, menyediakan perlengkapan keselamatan secara lengkap, dan meningkatkan pengetahuan pekerja (laboran, staf pengajar dan mahasiswa) melalui pelatihan-pelatihan dan orientasi keselamatan kerja di laboratorium (Gunawan dan Prasud, 2004).

Pedoman kerja di laboratorium dapat berupa prosedur kerja dalam melakukan suatu percobaan kimia, aturan kerja dan petunjuk pelaksanaan kerja di laboratorium. Pedoman kerja berupa prosedur kerja mempunyai peranan penting dalam mewujudkan keselamatan kerja di laboratorium. Di dalam prosedur ini dapat diuraikan persiapan-persiapan yang harus dilakukan sebelum bekerja di laboratorium, perlengkapan keselamatan kerja yang harus digunakan, serta cara-cara bekerja di laboratorium yang aman. Dengan mengikuti prosedur kerja, para pekerja dapat melakukan percobaan tahap demi tahap secara benar sehingga percobaan akan berlangsung aman dan hasil percobaan yang diperoleh akan memiliki tingkat akurasi yang tinggi.

Untuk menanggulangi (mencegah) risiko terjadinya kecelakaan kerja di laboratorium kimia, perlu dibuat aturan kerja dan petunjuk pelaksanaan kerja di laboratorium kimia.

Potensi bahaya kebakaran memiliki kebolehdadian terbesar di laboratorium kimia, maka pemantauan terhadap sarana pemadam kebakaran mendapatkan prioritas utama. Berikut ini adalah beberapa cara untuk mencegah terjadinya kebakaran di laboratorium kimia:

1. Menyimpan cairan kimia yang mudah menyala dan cairan kimia yang mudah terbakar dalam jumlah minimum.
2. Menutup rapat wadah cairan kimia yang mudah menyala dan cairan kimia yang mudah terbakar, ketika sedang tidak digunakan.
3. Meminimalkan sumber api yaitu dengan tidak merokok di laboratorium.

Pelatihan dan orientasi mengenai keselamatan kerja bagi pekerja di laboratorium dan bagi mahasiswa yang akan melakukan kegiatan praktikum di laboratorium perlu diadakan agar dapat bekerja dengan aman dan mengurangi resiko terjadinya kecelakaan kerja di laboratorium. Materi pelatihan yang diberikan meliputi pengenalan laboratorium dan tempat kerja, potensi bahaya yang ada di laboratorium, perlengkapan keselamatan kerja serta cara-cara bekerja yang aman (Gunawan dan Prasud 2004).

Penanggulangan Kecelakaan

Kecelakaan adalah suatu kejadian yang tidak direncanakan yang dapat menyebabkan luka atau kerugian pada manusia atau benda. Walaupun prosedur kerja telah dibuat dan peralatan kerja tersedia lengkap, namun kecelakaan kerja terkadang masih bisa terjadi.

Untuk menanggulangi kecelakaan yang terjadi perlu dibuat prosedur penanggulangannya. Berikut ini adalah prosedur penanggulangan kecelakaan kerja (Ridwan, 2004): prosedur penanggulangan kecelakaan terkena bahan kimia dan prosedur penanggulangan kebakaran

Prosedur penanggulangan kecelakaan terkena bahan kimia, antara lain jangan panik; mintalah bantuan kepada orang yang berada di dekat anda; beritahu

penanggungjawab laboratorium jika terjadi kecelakaan; bersihkan bagian yang terkena bahan kimia dengan air yang mengalir; jika cairan berbahaya tersedot (belum tertelan), segera muntahkan dan kumur-kumur dengan air bersih dalam jumlah banyak. Selanjutnya minum larutan penetral racun seperti susu dan segera berkonsultasi dengan dokter untuk mendapat perawatan medis; Jika zat tertelan berikan zat penawar sesuai dengan jenis racun/ larutan yang terminum, seperti:

1. Asam: diencerkan dengan minum banyak air diikuti dengan air sadah atau susu.
2. Kaustik alkalis: dilarutkan dengan minum banyak air diikuti dengan minum cuka, lemon atau jus jeruk atau larutan asam laktat/ asam sitrat. Bisa juga dengan minum susu.
3. Garam-garam dari logam berat : berikan susu atau putih telur.
4. Senyawa arsenik atau merkuri : berikan segera obat pemuntah satu sendok teh garam atau $ZnSO_4$ dalam segelas air panas.
Penanganan kecelakaan akibat tumpahan zat kimia, antara lain:
5. Apabila terkena mata : dicuci dengan air dalam jumlah besar selama 15 menit, selanjutnya berkonsultasi dengan dokter untuk memperoleh perawatan medis.
6. Apabila terkena kulit : dicuci dengan air yang banyak dan secepatnya.

Apabila tumpahan mengenai tubuh dalam jumlah besar, segera bilas tubuh dengan air pancuran dalam jumlah besar. Lepaskan pakaian yang terkena senyawa kimia pada saat membilas tubuh. Jangan melepaskan melalui muka. Bila terdapat bagian tubuh yang terkena, segera bilas dengan air dingin selama 15 menit. Bila rasa sakit muncul, cuci daerah tersebut dengan sabun bayi atau air. Jangan menggunakan penetralisir, cream, atau lotion. Segera bawa korban ke rumah sakit.

Prosedur penanggulangan kebakaran: jangan panik; ambil alat pemadam api dan padamkan api; beritahukan ke petugas laboratorium; amankan barang dan dokumen penting; matikan semua peralatan; hubungi petugas pemadam kebakaran bila api membesar.

Ventilasi dan Lemari Asam

Ventilasi yang baik sangat penting untuk melindungi semua orang yang bekerja di laboratorium terhadap kontak singkat dengan bahan-bahan berbahaya dan beracun. Ventilasi juga sama pentingnya untuk melindungi dari berbagai uap, aerosol, atau asap beracun bagi para peneliti, pengelola dan pegawai laboratorium yang dalam waktu lama bekerja di laboratorium. Salah satu perangkat ventilasi yang penting terdapat di dalam laboratorium kimia adalah lemari asam.

Lemari asam adalah tempat dengan ventilasi yang cukup untuk melakukan berbagai aktivitas yang berhubungan dengan bahan kimia, sehingga lingkungan sekitarnya tidak ikut terkontaminasi oleh uap, asap dan aerosol berbahaya yang dihasilkan dalam reaksi. Suatu lemari asam yang berfungsi baik harus memiliki kecepatan penarikan udara 50-80 m/s. Agar lemari asam bekerja lebih efisien, sebaiknya lemari asam ditempatkan lebih dari 7 m dari pintu atau jendela dan jauh dari tempat lalu-lalang orang di laboratorium. Lemari asam tidak boleh digunakan sebagai tempat penyimpanan bahan kimia atau barang lainnya, karena akan mengurangi efisiensi daya ventilasi lemari asam, disamping menciptakan pula situasi tidak aman bagi orang yang bekerja dalam lemari asam (Wahyuningrum 2004).

Penataan Fasilitas Laboratorium

Penataan fasilitas laboratorium menurut Gunawan dan Prasud (2004) mempunyai peranan penting dalam mewujudkan keselamatan dan kelancaran kerja di laboratorium. Laboratorium umumnya memiliki bahan dan peralatan yang cukup beragam baik dari segi jenis maupun potensi bahayanya. Bila pengolahan dan penataannya tidak dilakukan dengan baik, maka akan dapat merugikan kesehatan pekerja maupun lingkungannya bahkan dapat menyebabkan kematian. Untuk dapat mengelola bahan kimia dan peralatan dengan baik, maka setiap bahan dan peralatan yang ada di laboratorium harus diinventarisasi, diketahui klasifikasinya dan ditata dengan benar.

Inventarisasi bahan kimia dapat meningkatkan keamanan dan kelancaran kegiatan di laboratorium.

Setiap bahan kimia yang ada di laboratorium harus didata secara cermat. Pendataan dapat dilakukan dengan mencatat beberapa informasi penting dari bahan kimia seperti nama bahan, rumus kimia, kemurnian, jenis, dan kuantitasnya.

Berdasarkan sifat-sifat bahan, potensi bahaya bahan kimia dapat diklasifikasikan sebagai bahan kimia beracun, bahan korosif, bahan pengoksidasi, bahan mudah meledak dan bahan mudah menyala (Department of Chemistry, University of Maine, 2005). Untuk mengetahui informasi tentang potensi bahaya, pengelolaan, penyimpanan, dan pembuangan tiap bahan kimia, dapat dilihat pada *material safety data sheets* (MSDS).

Selain bahan kimia, peralatan yang digunakan di laboratorium juga mengandung potensi bahaya. Peralatan gelas misalnya merupakan alat yang mudah pecah yang dapat melukai tubuh bila tidak digunakan secara hati-hati. Peralatan listrik memiliki potensi bahaya sengatan arus listrik. Berikut ini adalah tata cara penataan bahan kimia dan peralatan laboratorium (Gunawan dan Prasud 2004).

Penempatan bahan kimia yang tepat akan mengurangi risiko terjadinya kecelakaan. Bahan kimia dapat ditata di tempat penyimpanan berdasarkan potensi bahayanya, misalnya bahan beracun, korosif, mudah meledak, mudah terbakar. Selain itu, dalam penataan bahan juga perlu memperhatikan jenis bahayanya misalnya padat, cair atau gas. Sebagai contoh bahan perklorat dan nitrat merupakan bahan oksidator yang mudah meledak. Bila bereaksi dengan bahan organik, maka dapat menghasilkan ledakan, sehingga dalam penyimpanannya kedua jenis bahan kimia ini tidak boleh berdekatan. Gas metana dan padatan fosfor merupakan bahan yang mudah terbakar sehingga harus ditempatkan jauh dari sumber panas.

Penempatan peralatan dapat dilakukan berdasarkan jenisnya. Peralatan yang mudah pecah seperti tabung reaksi, gelas ukur dan peralatan gelas lainnya sebaiknya ditempatkan dalam lemari tersendiri. Beberapa jenis peralatan gelas yang tidak dapat berdiri dengan stabil perlu disimpan dengan pelindung kayu. Peralatan listrik

dan mekanik juga harus ditempatkan dalam tempat yang terpisah. Apabila menempatkan barang di dalam rak, barang yang berat sebaiknya ditempatkan paling bawah dan barang ringan di atas. Simpan barang dengan rapi dan cantumkan nama alat dan jumlahnya.

Pengelolaan Limbah Laboratorium

Prinsip pembuangan dan pengelolaan limbah laboratorium, antara lain:

1. Sebagian besar bahan kimia tidak diperbolehkan langsung dibuang ke dalam sistem pengairan atau tempat pembuangan sampah.
2. Bahan kimia tertentu (seperti asam dan basa) dapat dibuang ke dalam sistem pengairan, tetapi sebelumnya harus dinetralisasi kemudian dialirkan dengan air yang cukup ke dalam sistem pengairan.
3. Limbah pelarut dalam jumlah kecil dapat dibuang dengan cara menguapkan di dalam lemari asam.
4. Asam dan basa dapat dibuang ke sistem pengairan di bawah kondisi tertentu. Jika asam atau basa tidak mengandung logam berat yang terlarut, asam dan basa dapat dinetralisasi dan kemudian dialirkan ke dalam sistem pengairan dengan air secukupnya. Asam dapat dinetralkan dengan natrium bikarbonat (*baking soda*) atau natrium karbonat (*soda ash*). Basa dapat dinetralkan dengan asam asetat (cuka).
5. Eter bersifat sangat mudah menyala. Tidak diperbolehkan merokok atau mendekati sumber api di dekat eter. Eter dapat bereaksi dengan udara membentuk peroksida yang mudah meledak, sehingga eter tidak boleh disimpan dalam botol gelas, tetapi disimpan dalam wadah logam untuk mencegah terbentuknya peroksida. Untuk membuang eter dalam jumlah sedikit, dapat diuapkan di lemari asam (Black dan Chris 1997).
6. Pada pembuangan limbah padat, tidak boleh dicampur dengan limbah cair.
7. Beberapa bahan kimia tidak boleh bercampur (disatukan) satu sama lainnya dalam satu wadah pembuangan limbah. Hal ini disebabkan karena terjadinya reaksi kimia di antara bahan kimia tersebut, menghasilkan reaksi nyala segera setelah bahan kimia tersebut bercampur atau mengemisikan gas beracun. Berikut ini adalah beberapa bahan kimia yang tidak boleh bercampur satu sama lainnya dalam satu wadah (Black dan Chris 1997): Ammonia dengan halogen; Asam nitrat dengan asam asetat; Asam nitrat dengan asam sulfat; Etil asetat dengan basa kuat; Etilena glikol dengan asam sulfat; 1-butanol dengan asam kuat; Kalium permanganat dengan asam sulfat, gliserol, etilena glikol, benzaldehid; Hidrogen peroksida dengan asam asetat, aseton, asam nitrat, asam sulfat, natrium;
8. Beberapa bahan kimia dengan kategori yang kompatibel dapat disatukan dalam satu wadah pembuangan limbah, di antaranya adalah (University Safety Services 2006): Pelarut organik yang dapat menyala (aseton, metanol, etanol, toluena, ksilena, asetonitril, benzena); Pelarut halogen (halotan, metilen klorida, kloroform, karbon tetraklorida, trikloroetana, trikloroetilena); Asam-asam organik (asam format, asam asetat, asam propionat)
9. Tidak semua bahan kimia aman (diperbolehkan) dibuang ke dalam sistem pengairan.

KESIMPULAN

Pengadaan laboratorium kimia dan biokimia yang sehat dan aman di FIK-UI memerlukan: prosedur pengoperasian laboratorium yang memperhatikan kesehatan dan keselamatan kerja (K3); ventilasi dan lemari asam yang berfungsi baik; penataan fasilitas laboratorium yang meliputi penataan bahan kimia dan penataan peralatan laboratoium; serta prosedur pembuangan dan pengolahan limbah laboratorium sehingga tidak mencemari lingkungan (HH).

* Penelitian dibiayai oleh SP4 Tahun Anggaran 2005

** Sri Sugiwati, S Si., M.Si.: Staf Akademik Kelompok Keilmuan Dasar Keperawatan dan Keperawatan Dasar Fakultas Ilmu Keperawatan Universitas Indonesia

KEPUSTAKAAN

- Black, C & Chris, S. (1997). *Hazardous waste disposal*. Diambil pada 30 Januari 2006 dari <http://www.sierranevada.edu/life/safety/arthaz.htm#solvents>.
- Cornell University. (2001). *Procedures for chemical waste disposal*. Diambil pada 30 Januari 2006 dari <http://www.ehs.cornell.edu/lrs/CHP/07.waste.disposal.htm#Introduction>.
- Department of Chemistry, University of Maine. (2005). *Standard operating guidelines*. Diambil pada 30 Januari 2006 dari <http://chemistry.umeche.maine.edu/safety/guide.html>.
- Gunawan, W. & Prasud (2004). *Keselamatan kerja di laboratorium*. Dalam: Workshop Pengelolaan Laboratorium MIPA PTAIN Se-Indonesia; Jakarta, 19-21 April 2004. Jakarta: Jurusan MIPA Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Kartawira, J. (2004). *Aspek hukum dan teknis pengelolaan pembuangan dan pengolahan limbah laboratorium*. Dalam: Workshop Pengelolaan Laboratorium MIPA PTAIN Se-Indonesia; Jakarta, 19-21 April 2004. Jakarta: Jurusan MIPA Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Ridwan, A. (2004). *Manajemen pengelolaan laboratorium untuk riset dan pelayanan akademik mahasiswa dan manajemen sumber daya manusia untuk pengelolaan laboratorium*. Dalam: Workshop Pengelolaan Laboratorium MIPA PTAIN Se-Indonesia; Jakarta, 19-21 April 2004. Jakarta: Jurusan MIPA Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- University Safety Services. (2006). *Hazardous waste disposal*. Diambil pada 30 Januari 2006 dari <http://www.ucalgary.ca/~ucsafety/waste/wasteproc.htm#overview>
- Wahyuningrum, D. (2004). *Pengenalan, penanganan dan pemeliharaan bahan dan peralatan laboratorium kimia*. Dalam: Workshop Pengelolaan Laboratorium MIPA PTAIN Se-Indonesia; Jakarta, 19-21 April 2004. Jakarta: Jurusan MIPA Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.