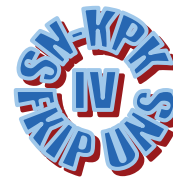


MAKALAH PENDAMPING : PARALEL A



SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA IV
"Peran Riset dan Pembelajaran Kimia dalam Peningkatan Kompetensi Profesional"
Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP UNS
Surakarta, 31 Maret 2012



DESAIN PENGOLAHAN LIMBAH KIMIA LABORATORIUM DENGAN PRINSIP *REDUCE, REUSE, DAN RECYCLE* (STUDI DI FAKULTAS TARBİYAH IAIN WALISONGO SEMARANG)

Anissa A. Putri¹

aadiwena@yahoo.com

¹Program Studi Tadris Kimia Fakultas Tarbiyah IAIN Walisongo Semarang Kampus II
Jalan Prof. Dr. Hamka Km. 1 Ngaliyan Semarang Jawa Tengah

ABSTRAK

Sumber penghasil limbah bahan beracun dan berbahaya (B3) dapat berasal dari industri, pertambangan, transportasi, rumah sakit, laboratorium kimia, rumah tangga, dan proses alam. Masing-masing sumber limbah B3 tidaklah selalu berasal dari hasil proses industri, tetapi dapat berasal dari kegiatan di laboratorium seperti pemeliharaan atau pencucian alat, bahan kimia kedaluwarsa, tumpahan B3, dan buangan produk yang tidak memenuhi spesifikasi (*off-spec*). Meskipun limbah laboratorium kimia volumenya masih relatif kecil dibandingkan dengan limbah industri, namun dari limbah ini justru mengandung jenis B3 yang sangat bervariasi dengan konsentrasi yang relatif tinggi. Oleh karena itu, limbah ini harus dikelola secara benar agar tidak menimbulkan pencemaran lingkungan dan gangguan kesehatan masyarakat. Sejalan dengan hal tersebut, maka melalui studi literatur akan dikaji berbagai metode tentang pengelolaan limbah yang dapat diterapkan khususnya di lingkungan Fakultas Tarbiyah IAIN Walisongo Semarang. Dari studi ini diharapkan dapat membantu institusi dalam merancang keberlangsungan proses pendidikan di lembaga dan menerapkan prinsip *green chemistry* di dalam kegiatan pendidikannya.

Kata Kunci: *Pengolahan, Limbah B3, Laboratorium*

PENDAHULUAN

Limbah dapat dikatakan sebagai benda bergerak yang diinginkan oleh pemiliknya untuk dibuang atau pembuangannya dengan cara yang sesuai, yang aman untuk kesejahteraan umum dan untuk melindungi lingkungan. Di era sekarang ini sudah menjadi pengetahuan umum bahwasanya limbah merupakan zat yang sudah tidak dipakai lagi dan cenderung beefek negatif pada lingkungan. Selama ini limbah dikenal karena merupakan suatu buangan sebagai sisa yang dapat dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik yang dipandang tidak bermanfaat. Padahal, tidak hanya ranah industri yang dapat menghasilkan limbah yang dipandang

berbahaya bagi kehidupan makhluk hidup, akan tetapi limbah sisa hasil aktivitas dari

laboratorium baik yang ada di rumah sakit, institusi pemerintah, sekolah, maupun universitas.

Kegiatan belajar mengajar di tingkat pendidikan tinggi membutuhkan suatu penunjang berupa sarana yang dapat memenuhi kebutuhan vital untuk terselenggaranya pendidikan yang berkualitas. Adanya laboratorium merupakan salah satu fasilitas yang dapat digunakan untuk memenuhi sarana kegiatan pembelajaran, terutama dalam kegiatan praktikum untuk program studi eksak. Pada pemenuhan kegiatan pembelajaran tersebut, salah satu upaya yang dilakukan oleh Fakultas Tarbiyah IAIN Walisongo yang sejak tahun 2004

membuka program studi kependidikan umum berupaya mendirikan laboratorium pendidikan untuk mempelajari IPA (kimia, fisika, dan biologi). Penggunaan laboratorium skala sederhana dilakukan secara kontinyu setiap semesternya. Contohnya, pada laboratorium kimia digunakan untuk kegiatan praktikum dan penelitian mahasiswa. Meski demikian, penggunaan rutin laboratorium belum diimbangi dengan pengelolaan limbah sebelum dilakukan pembuangan langsung ke lingkungan.

Laboratorium pendidikan kimia di tingkat pendidikan tinggi maupun sekolah merupakan penghasil limbah cair, padat maupun gas dengan jumlah dan frekuensi limbah laboratorium yang termasuk kecil, sedangkan kandungan bahan pencemar termasuk bervariasi dan bahkan ada yang mengandung bahan buangan berbahaya yang berasal dari sisa kegiatan praktikum maupun penelitian. Limbah padat di laboratorium kimia relatif kecil, biasanya berupa endapan atau kertas saring terpakai, sehingga masih dapat diatasi. Demikian pula limbah yang berupa gas umumnya dalam jumlah kecil, sehingga relatif masih aman untuk dibuang langsung di udara. Tetapi berbeda dengan limbah cair yang dihasilkan dari laboratorium kimia yang berlokasi di sekitar kawasan hunian padat penduduk, yang dapat membahayakan kesehatan makhluk hidup dan lingkungan karena ada resapan limbah ke dalam air tanah. Meskipun hasil buangan limbah sisa praktikum relatif kecil daripada limbah pada industri maupun rumah sakit, akan tetapi dapat terjadi akumulasi jumlah residu hasil praktikum atau penelitian yang dapat menumpuk begitu saja dan tentu saja membahayakan lingkungan dan makhluk hidup.

Laboratorium Pendidikan Kimia Fakultas Tarbiyah IAIN Walisongo difungsikan secara utuh hampir 7 tahun terakhir. Penggunaannya sampai saat ini masih sebatas pada kegiatan praktikum yang cukup memadai untuk menunjang kegiatan perkuliahan dan penelitian sederhana yang dilakukan oleh mahasiswa. Laboratorium ini terletak di gedung laboratorium pendidikan, di mana kompleks kampus merupakan daerah padat penduduk. Penggunaan laboratorium selama bertahun-tahun dengan jumlah mahasiswa yang semakin meningkat ternyata belum dibarengi dengan fasilitas pengelolaan limbah laboratorium. Selama ini, khusus untuk limbah laboratorium sisa

praktikum yang berbentuk cair, dilakukan dengan pengenceran sampel dan langsung dibuang pada saluran air yang tentu saja akan menghasilkan air limbah.

Air limbah laboratorium merupakan cairan apa saja yang berasal dari tempat pencucian. Pada kasus yang ideal biasanya mengandung sedikit air. Pada praktik sehari-hari, limbah ini biasanya mengandung larutan berair yang telah terlebih dahulu dinetralkan menjadi pH 6-8 dan tidak mengandung logam-logam berat. Selama pembuangan air limbah, ambang batasnya harus sesuai dan ternyata peneliti dilarang melakukan kegiatan pengenceran air limbah dalam usaha untuk mencapai nilai ambang batas. Walaupun indikasi pencemaran lingkungan belum terdeteksi dari kegiatan praktikum ini, akan tetapi sangat perlu dilakukan pengkajian yang diawali dengan studi literatur sebagai upaya pencegahan dari dampak negatif limbah pengelolannya sesuai prinsip *reduce*, *reuse*, dan *recycle* yang dapat memberikan manfaat secara ekonomis dan mengurangi dampak ekologis yakni pencemaran.

DESAIN PENANGANAN LIMBAH SISA PRAKTIKUM

Pentingnya Pengolahan Limbah Bahan Beracun dan Berbahaya (B3)

Pemerintah telah mengeluarkan Peraturan Pemerintah (PP) No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Di dalam PP tersebut pemerintah melakukan pengendalian pengelolaan air dan pengendalian pencemaran air. Untuk pelaksanaan pengendalian pencemaran air, pemerintah menetapkan daya tampung beban dan persyaratan pembuangan air limbah, selain itu juga melakukan inventarisasi dan identifikasi sumber pencemaran, memantau kualitas air dan sumber pencemar. Menurut Undang-Undang Republik Indonesia No. 32 tahun 2009, yang dimaksud dengan Bahan Beracun dan Berbahaya (B3) adalah zat, energi, dan/atau komponen lain karena sifat, konsentrasi, dan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan dan/atau merusak lingkungan hidup, dan/atau membahayakan lingkungan hidup, kesehatan serta kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lain. Sehingga diperlukan *treatment* khusus dalam menangani buangan hasil laboratorium sebelum dibuang ke saluran air. Salah satu alternatif dalam sistem pengolahan air

limbah tersebut adalah sistem lahan basah buatan. Selama ini, pengembangan sistem lahan basah buatan bagi laboratorium kimia yang terdapat pada tataran pendidikan tinggi masih kurang, sehingga dengan penelitian diharapkan masing-masing instansi dapat menerapkan sistem ini untuk pengolahan limbah. Air limbah laboratorium adalah cairan apa saja yang berasal dari tempat pencucian.

Prinsip Pengolahan *Reduce, Reuse, dan Recycle* pada Limbah B3

Prinsip hirarki pengelolaan limbah adalah suatu prinsip yang memberikan pedoman tentang tahapan-tahapan dalam pengelolaan limbah mulai dari yang lebih prioritas hingga yang tidak prioritas. Berbagai perjanjian lingkungan internasional, yaitu Konvensi Basel dan Konvensi Stockholm, serta peraturan pengelolaan limbah diberbagai negara, seperti pada *European Community* yang mengharuskan penghormatan terhadap prinsip ini. Peraturan perundang-undangan Indonesia, seperti Undang-undang Nomor 18 tahun 1999 tentang Pengelolaan Sampah dan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 18/1999 jo PP 85/1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) juga menegaskan prinsip yang sama. Upaya pengelolaan pertama akan berpengaruh pada keberhasilan dari upaya pengelolaan kedua dan selanjutnya. Begitu pula pilihan satu upaya pengelolaan yang tidak prioritas harus memperhatikan upaya pengelolaan lainnya yang lebih prioritas. Dengan demikian diharapkan melalui penerapan prinsip hirarki pengelolaan limbah ini dapat mengurangi jumlah limbah secara signifikan mulai dari sumbernya sampai ketempat pembuangan akhir.

Langkah pertama dalam penanganan limbah adalah dengan mencegah timbulnya limbah. Apabila pencegahan tidak dapat dilakukan, maka cara selanjutnya adalah berupaya melakukan minimisasi atau pengurangan limbah (*waste minimization/reduce*). Upaya minimisasi limbah ini juga dapat dilakukan dengan cara menerapkan produksi bersih. Penggunaan teknologi yang terbaik yang tersedia (*best available technology /BAT*) dapat membantu mengurangi konsumsi energi dan sumber daya alam secara signifikan yang pada akhirnya dapat mengurangi timbulnya limbah. Langkah selanjutnya adalah pemanfaatan dengan cara penggunaan kembali (*reuse*). *Reuse* adalah penggunaan

kembali limbah dengan tujuan yang sama tanpa melalui proses tambahan secara kimia, fisika, biologi, dan/atau secara termal. Contoh sederhana dari konsep *reuse* ini adalah menggunakan sisi kertas yang masih kosong dari kertas bekas untuk menulis atau untuk membuat amplop. Langkah berikutnya adalah pemanfaatan dengan cara *recycle*, yaitu mendaur ulang komponen-komponen yang bermanfaat melalui proses tambahan secara kimia, fisika, biologi, dan secara termal yang menghasilkan produk yang sama ataupun produk yang berbeda. Contoh sederhana dari konsep *recycle* ini adalah mengolah kertas bekas yang sudah tidak dipakai lagi untuk dijadikan kertas hasil daur ulang (*recycled paper*) dengan suatu proses tertentu (Aminudin, 2009). Secara umum, permasalahan limbah yang dihasilkan dari laboratorium di suatu institusi telah dipikirkan oleh para peneliti di bidang ilmu lingkungan. Peneliti di luar negeri senantiasa menerapkan prinsip *green chemistry*, yakni dengan mengaplikasikan *chemical* yang ramah lingkungan sebagai praktik untuk menerapkan *green life* dengan prinsip *reduce, reuse, and recycle*.

Limbah sisa kegiatan dari laboratorium kimia dapat berbentuk padat, cair, maupun gas. Dari ketiga bentuk limbah tersebut, masing-masing memiliki karakter tersendiri dalam penanganannya. Indikasi pencemaran air dapat kita ketahui baik secara visual maupun pengujian. Indikasi pencemaran air dapat teramati maupun teruji dari perubahan pH (tingkat keasaman / konsentrasi ion hidrogen) air normal yang memenuhi syarat untuk suatu kehidupan memiliki pH netral dengan kisaran nilai 6.5 – 7.5. Air limbah laboratorium yang belum terolah dan memiliki pH diluar nilai pH netral, akan mengubah pH air sungai dan dapat mengganggu kehidupan organisme di dalamnya. Hal ini akan semakin parah jika daya dukung lingkungan rendah serta langsung meresap ke dalam air tanah. Limbah dengan pH asam / rendah bersifat korosif terhadap logam. Yang kedua adalah terjadi perubahan warna. Apabila air berubah kondisi dan warnanya maka diketahui bahwa air tersebut telah tercemar. Yang ketiga adalah timbulnya endapan, koloid dan bahan terlarut. Untuk limbah padat anorganik yang dapat dihilangkan dengan cara daur ulang dan pengolahan sebelum pembuangan ke lingkungan. Hal utama yang harus dilakukan adalah mengurangi penggunaan bahan kimia

berbahaya (*reduce*). Yang kedua adalah pengelolaan bahan buangan sisa praktikum yang kelak dapat digunakan kembali (*reuse*) sebagai penetral limbah bahan buangan yang memiliki karakteristik wujud cair dan bersifat khusus. Yang ketiga adalah proses daur ulang (*recycle*) terhadap limbah yang masih memungkinkan dapat dimanfaatkan kembali. Teknologi pengolahan air limbah adalah kunci dalam memelihara kelestarian lingkungan hidup. Selama ini dikenal tiga metode pengolahan air limbah secara umum, yaitu pengolahan secara fisika, secara kimia dan secara biologi. Untuk suatu jenis air buangan tertentu, ketiga metode pengolahan tersebut dapat diaplikasikan secara mandiri maupun kombinasi. Pada umumnya, sebelum dilakukan pengolahan lanjutan terhadap air limbah, dilakukan terlebih dahulu pengolahan secara fisika agar terjadi pengendapan awal dengan tujuan untuk memisahkan bahan yang mudah mengendap. Pengolahan air limbah secara kimiawi dapat dilakukan untuk menghilangkan partikel koloid melalui koagulasi dan flokulasi serta proses adsorpsi maupun degradasi limbah melalui peristiwa fotokatalisis. Usulan Widjanti (2009) dipandang dapat diterapkan pada pengelolaan limbah di Fakultas Tarbiyah IAIN Walisongo. Secara sederhana alat pengolah limbah cair yang berasal dari laboratorium pendidikan kimia dapat dibuat sendiri. Alat ini terdiri atas 6 bak penampung (kontainer) limbah cair dan bak/ tabung kaca yang di dalamnya disusun lapisan-lapisan zat yang dapat menyerap/mengikat anion dan kation yang terdapat di dalam limbah sehingga limbah hasil olahan bebas dari bahan kimia berbahaya. Bahan penyusun lapisan berturut-turut dari bawah ke atas adalah (1) resin penukar anion (2) resin penukar kation, (3) zeolit sebagai adsorben dan (4) kerikil. Diantara kedua lapisan diberi penyekat digunakan dacron dengan ketebalan 0,75 cm. Di dasar tabung diberi kran. Dacron berfungsi untuk menahan massa padat yang ada di atasnya sehingga tidak keluar melalui kran. Zeolit berfungsi menyerap zat warna, anion, kation, dan zat organik yang tidak diikat oleh resin penukar anion maupun kation. Resin penukar anion berfungsi untuk mengikat anion sedang resin penukar kation berfungsi untuk mengikat kation. Mekanisme kerja alat pengolah limbah adalah sebagai berikut:

1. Limbah cair ditampung pada bak penampung. Penampungan dapat dilakukan secara manual atau dapat dilakukan dengan bantuan pompa
2. Jika kran pada bak penampung limbah dibuka maka limbah akan mengalir ke kontainer I yang berisi kerikil. Kerikil berfungsi sebagai penyaring kasar untuk memisahkan padatan tersuspensi dari limbah
3. Limbah yang telah melewati kontainer I akan mengalir berupa tetesan limbah ke kontainer II yang berisi zeolit. Zeolit berfungsi menyerap zat warna, anion, kation, dan zat organik yang tidak diikat oleh resin penukar anion maupun kation.
4. Setelah limbah melewati kontainer II limbah akan mengalir ke kontainer III yang berisi resin penukar kation dan resin penukar anion. Resin ini berfungsi untuk menukar ion yang ada pada resin dengan ion-ion yang ada pada limbah cair. Dengan demikian ion-ion dalam limbah akan terjerap ke dalam zeolit, resin penukar kation dan resin penukar anion.

Proses penyerapan ion-ion dalam limbah cair terjadi pada kontainer II dan III. Setelah melewati Kontainer III, limbah akan menetes ke kontainer IV sebagai penampung limbah yang telah terolah. Pada kontainer IV dilengkapi dengan kran untuk mengeluarkan limbah yang telah terolah. Limbah yang telah terolah diharapkan dapat aman dibuang ke lingkungan. Uji kimiawi yang dilakukan memperlihatkan bahwa perangkat alat ini dapat menurunkan bahkan menghilangkan berbahaya dalam limbah cair (Widjanti, 2009).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aminudin, C., 2009, *Prinsip Hirarki Pengelolaan Limbah*, <http://cecepaminudin.info/?p=78> diakses pada tanggal 9 Maret 2012.
- [2] Anonymous, *Waste Minimization Manual Analytical*, Alberta Environmental Protection.
- [3] Moran, L., dan Masciangioli, T., 2010, *Keselamatan dan Keamanan Laboratorium Kimia Panduan Pengelolaan Bahan Kimia dengan*

- Bijak*, The National Academies Press, Washington.
- [4] Larson, S., Croteau, T.J., and Gilbreth, R., 2010, *Wastewater Laboratory Quality Assurance Program Guidelines*, State of New Hampshire Department of Environmental Services, Concord.
- [5] Turang, Y.Y., 2006, *Pengelolaan Bahan Kimia Sisa Analisis Laboratorium (Studi Kasus PT Pupuk Kaltim Bontang)*, *Tesis*, Program Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro, Semarang.
- [6] Widjajanti, E., 2009, *Penanganan Limbah Laboratorium Kimia*, PPM Prodi Pendidikan Kimia UNY, Yogyakarta.