

## **PENANGANAN LIMBAH LABORATORIUM KIMIA\*)**

Endang Widjanti

Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA UNY

### **Pendahuluan**

Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik(rumah tangga), yang lebih dikenal sebagai sampah, yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki lingkungan karena tidak memiliki nilai ekonomis. Bila ditinjau secara kimiawi, limbah ini terdiri dari bahan kimia Senyawa organik dan Senyawa anorganik. Dengan konsentrasi dan kuantitas tertentu, kehadiran limbah dapat berdampak negatif terhadap lingkungan terutama bagi kesehatan manusia, sehingga perlu dilakukan penanganan terhadap limbah. Tingkat bahaya keracunan yang ditimbulkan oleh limbah tergantung pada jenis dan karakteristik limbah.

Karakteristik limbah dipengaruhi oleh ukuran partikel (mikro), sifatnya dinamis, penyebarannya luas dan berdampak panjang atau lama. Sedangkan kualitas limbah dipengaruhi oleh volume limbah, kandungan bahan pencemar dan frekuensi pembuangan limbah. Berdasarkan karakteristiknya, limbah industri dapat digolongkan menjadi 4 yaitu limbah cair, limbah padat, limbah gas dan partikel serta limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) Untuk mengatasi limbah diperlukan pengolahan dan penanganan limbah. Pada dasarnya pengolahan limbah ini dapat dibedakan menjadi: pengolahan menurut tingkatan perlakuan pengolahan menurut karakteristik limbah.

Laboratorium kimia sekolah merupakan salah satu penghasil limbah cair, padat maupun gas. Kuantitas dan frekuensi limbah laboratorium sekolah termasuk kecil, sedangkan kandungan bahan pencemar termasuk bervariasi dan bahkan ada yang mengandung bahan buangan berbahaya. 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

---

\*)disajikan dalam Kegiatan PPM Prodi Dik Kim, 13 Nopember 2009

kecil, sehingga relatif masih aman untuk dibuang langsung di udara. Tetapi berbeda dengan limbah cair, umumnya laboratorium sekolah berlokasi di sekitar kawasan hunian, sehingga akumulasi limbah cair yang meresap ke dalam air tanah dapat membahayakan lingkungan sekitar. Ulasan dalam makalah ini terbatas pada penanganan limbah cair yang berasal dari laboratorium kimia sekolah.

### **Indikasi Pencemaran Air**

Indikasi pencemaran air dapat kita ketahui baik secara visual maupun pengujian. Indikasi pencemaran air yang dapat diamati maupun diuji meliputi :

1. 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 didalamnya. 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.
2. Perubahan warna, bau dan rasa air normal dan air bersih tidak akan berwarna, sehingga tampak bening / jernih. Bila kondisi air warnanya berubah maka hal tersebut merupakan salah satu indikasi bahwa air telah tercemar. Timbulnya bau pada air lingkungan merupakan indikasi kuat bahwa air telah tercemar. Air yang bau dapat berasal dari limbah atau dari hasil degradasi oleh mikroba. Mikroba yang hidup dalam air akan mengubah organik menjadi bahan yang mudah menguap dan berbau sehingga mengubah rasa.
3. Timbulnya endapan, koloid dan bahan terlarut Endapan, koloid dan bahan terlarut berasal dari adanya limbah yang berbentuk padat. Limbah yang berbentuk padat, bila tidak larut sempurna akan mengendap didasar sungai, dan yang larut sebagian akan menjadi koloid dan akan menghalangibahan-bahan organik yang sulit diukur melalui uji BOD karena sulit didegradasi melalui reaksi biokimia, namun dapat diukur menjadi uji COD.

Adapun komponen pencemaran air pada umumnya terdiri dari bahan buangan padat, bahan buangan organik dan bahan buangan anorganik. Limbah anorganik adalah limbah yang tidak dapat diuraikan oleh organisme detrivor atau diuraikan tetapi dalam jangka waktu yang lama. Bahan yang diuraikan berasal dari sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui, seperti mineral, minyak bumi dan berasal dari proses industri, seperti botol, plastik, dan kaleng. Limbah organik dapat dimanfaatkan baik secara langsung (contohnya untuk makanan ternak) maupun secara tidak langsung melalui proses daur ulang (contohnya pengomposan dan biogas). Limbah anorganik yang dapat di daur ulang, antara lain adalah plastik, logam, dan kaca. Namun, limbah yang dapat didaur ulang tersebut harus diolah terlebih dahulu dengan cara sanitary landfill, pembakaran (incineration), atau penghancuran (pulverisation).

### **Pengolahan Limbah Cair yang Berasal dari Laboratorium Kimia Sekolah**

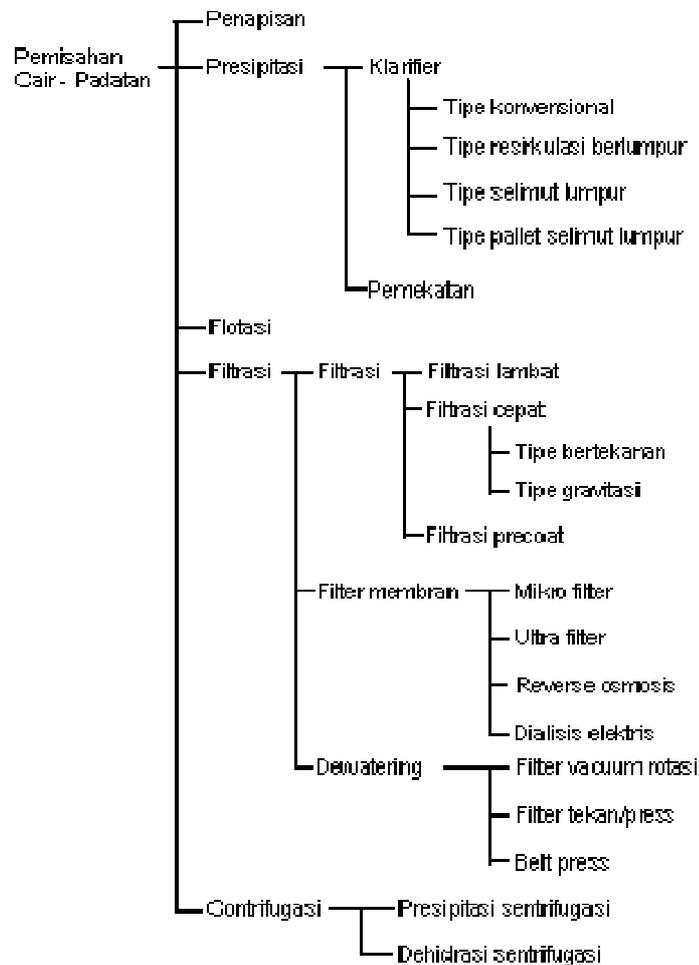
Teknologi pengolahan air limbah adalah kunci dalam memelihara kelestarian lingkungan. Apapun macam teknologi pengolahan air limbah domestik maupun industri yang dibangun harus dapat dioperasikan dan dipelihara oleh masyarakat setempat. Jadi teknologi pengolahan yang dipilih harus sesuai dengan kemampuan teknologi masyarakat yang bersangkutan.

Berbagai teknik pengolahan air buangan untuk menyisahkan bahan polutannya telah dicoba dan dikembangkan selama ini. Teknik-teknik pengolahan air buangan yang telah dikembangkan tersebut secara umum terbagi menjadi 3 metode pengolahan yaitu pengolahan secara fisika, secara kimia dan secara biologi. Untuk suatu jenis air buangan tertentu, ketiga metode pengolahan tersebut dapat diaplikasikan secara sendiri-sendiri atau secara kombinasi.

Pada umumnya, sebelum dilakukan pengolahan lanjutan terhadap air buangan, dilakukan pengolahan secara fisika agar bahan-bahan tersuspensi berukuran besar dan yang mudah mengendap atau bahan-bahan yang terapung disisahkan terlebih dahulu. Penyaringan (screening) merupakan cara yang efisien dan murah untuk menyisahkan bahan tersuspensi yang berukuran besar. Bahan tersuspensi yang mudah mengendap dapat disisahkan secara mudah dengan proses pengendapan. Parameter desain yang utama untuk proses pengendapan ini adalah

kecepatan mengendap partikel dan waktu detensi hidrolis di dalam bak pengendap.

Proses flotasi banyak digunakan untuk menyisahkan bahan-bahan yang mengapung seperti minyak dan lemak agar tidak mengganggu proses pengolahan berikutnya. Flotasi juga dapat digunakan sebagai cara penyisihan bahan-bahan tersuspensi (clarification) atau pemekatan lumpur endapan (sludge thickening) dengan memberikan aliran udara ke atas (air flotation).

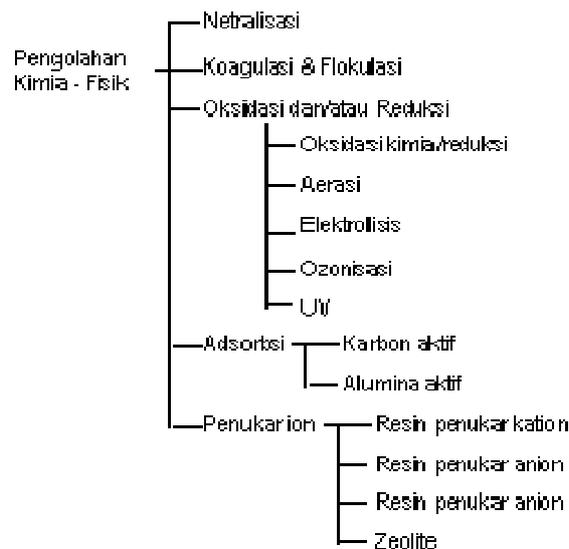


Gambar 1. Skema pengolahan air secara fisika

Proses filtrasi di dalam pengolahan air buangan, biasanya dilakukan untuk mendahului proses adsorpsi atau proses reverse osmosis-nya, akan dilaksanakan untuk menyisahkan sebanyak mungkin partikel tersuspensi dari dalam air agar tidak mengganggu proses adsorpsi atau menyumbat membran yang dipergunakan

dalam proses osmosa. Proses adsorpsi, biasanya dengan karbon aktif, dilakukan untuk menyisihkan senyawa aromatik (misalnya: fenol) dan senyawa organik terlarut lainnya, terutama jika diinginkan untuk menggunakan kembali air buangan tersebut

Pengolahan air buangan secara kimia biasanya dilakukan untuk menghilangkan partikel-partikel yang tidak mudah mengendap (koloid), logam-logam berat, senyawa fosfor, dan zat organik beracun; dengan membubuhkan bahan kimia tertentu yang diperlukan. Penyisihan bahan-bahan tersebut pada prinsipnya berlangsung melalui perubahan sifat bahan-bahan tersebut, yaitu dari tak dapat diendapkan menjadi mudah diendapkan (flokulasi-koagulasi), baik dengan atau tanpa reaksi oksidasi-reduksi, dan juga berlangsung sebagai hasil reaksi oksidasi.



Gambar 2. Skema Diagram pengolahan Kimiawi

Pengendapan bahan tersuspensi yang tak mudah larut dilakukan dengan membubuhkan elektrolit yang mempunyai muatan yang berlawanan dengan muatan koloidnya agar terjadi netralisasi muatan koloid tersebut, sehingga akhirnya dapat diendapkan. Penyisihan logam berat dan senyawa fosfor dilakukan dengan membubuhkan larutan alkali (air kapur misalnya) sehingga terbentuk endapan hidroksida logam-logam tersebut atau endapan hidroksiapatit. Endapan logam tersebut akan lebih stabil jika pH air > 10,5 dan untuk hidroksiapatit pada

pH > 9,5. Khusus untuk krom heksavalen, sebelum diendapkan sebagai krom hidroksida  $[\text{Cr}(\text{OH})_3]$ , terlebih dahulu direduksi menjadi krom trivalent dengan membubuhkan reduktor ( $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{SO}_2$ , atau  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ).

Penyisihan bahan-bahan organik beracun seperti fenol dan sianida pada konsentrasi rendah dapat dilakukan dengan mengoksidasinya dengan klor ( $\text{Cl}_2$ ), kalsium permanganat, aerasi, ozon hidrogen peroksida. Pada dasarnya kita dapat memperoleh efisiensi tinggi dengan pengolahan secara kimia, akan tetapi biaya pengolahan menjadi mahal karena memerlukan bahan kimia.

Semua air buangan yang biodegradable dapat diolah secara biologi. Sebagai pengolahan sekunder, pengolahan secara biologi dipandang sebagai pengolahan yang paling murah dan efisien. Dalam beberapa dasawarsa telah berkembang berbagai metode pengolahan biologi dengan segala modifikasinya.

### **Rancangan Alat Pengolah Limbah Cair Laboratorium Sekolah**

Secara sederhana alat pengolah limbah cair yang berasal dari laboratorium sekolah 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 menjerap /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:

- Limbah cair ditampung pada bak penampung. Penampungan dapat dilakukan secara manual atau dapat dilakukan dengan bantuan pompa yang telah dimiliki oleh pihak mitra.

- 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.
- 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.
- 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 penjerapan 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.

## **Penutup**

Kegiatan laboratorium dalam proses pembelajaran dapat menghasilkan limbah cair. Akumulasi limbah cair dalam tanah atau pembuangan dapat menyebabkan terjadinya pencemaran air. Penyediaan alat pengolah limbah cair menjadi suatu kebutuhan penting. Perangkat alat yang disusun menggunakan bahan 1)resin penukar anion (2) resin penukar kation, (3) Zeolit sebagai adsorben dan (4) kerikil, ternyata dapat digunakan untuk mengurangi bahkan menghilangkan kandungan berbagai bahan berbahaya dalam limbah cair. Perangkat pengolah ini penggunaannya relatif sederhana dan aman.

## **Daftar Pustaka**

Anonim, 2008, *Pengantar Pengolahan Air Limbah*, Bahan Kuliah Rekayasa Lingkungan (TL 4001), Prodi Teknik Lingkungan ITB

- Aslam, M.M., Hassan, I., Malik, M., Matin, A., 2004, Removal of Copper from Industrial Effluent by Adsorption with Economical Viable Material, *Electron.J. Environ. Agric. Food Chem*, Vol 3(2):658-664
- Chand, S., Aggarval, V.K., Kumar, P., 1994, Removal of Hexavalent Chromium from the Wastewater by Adsoption, *Indian J. Environ, Health*, 36(3): 151-158 pp.
- Endang Widjajanti, V Lilik Haryanto, Siti Marwati, 2008, Rancang Bangun Instalasi Pengolah Limbah Cair Industri Electroplating, *Laporan Pengabdian pada Masyarakat*
- Kaneco, S., Inomatta, K., Itoh, K., Funasaka, K., Musuyama, K., Itoh, S., Suzuki, T., Ohta, K., 2000, Development of Economical Treatment System for Plating Factory Wastewater. *Seikatsu Eisei*, 44:211-215.
- Khan, N.A., Ibrahim, S., Subramaniam, P., 2004, Elimination of Heavy Metal from Wastewater Using Agricultural Wates as Adsorbents, *Malaysian Journal of Science* 23:43-51
- Vasu, A.E., 2008, Adsoption of Ni(II), Cu(II), and Fe(II) from Aqueous Solution Using Activated Carbon, *E-Journal of Chemistry*, 5(1): 1-9
- [http://www.dephut.go.id/INFORMASI/SETJEN/PUSSTAN/info\\_5\\_1\\_0604/isi\\_5.htm](http://www.dephut.go.id/INFORMASI/SETJEN/PUSSTAN/info_5_1_0604/isi_5.htm), diakses tanggal 11 Nopember 2009
- <http://id.wikipedia.org/wiki/Limbah>, diakses tanggal 11 Nopember 2009