

Penurunan Kadar Timbal dalam Air Menggunakan Bentonit Teraktivasi

Degradation of Lead in Water Using Activated Bentonite

Fandhi Adi Wardoyo

Program Studi DIII Analisis Kesehatan, Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Semarang
Jl. Kedungmundu Raya no 18 Semarang

*Corresponding author: fandhiadi@unimus.ac.id

ABSTRAK

Timbal merupakan salah satu bahan pencemar yang banyak terdapat di dalam perairan. Timbal di perairan yang masuk ke dalam tubuh dapat mempengaruhi sistem syaraf, hormon dan juga jantung. Untuk mengurangi pencemaran timbal di perairan, maka diperlukan suatu adsorben yang mampu menyerap timbal. Salah satu adsorben yang banyak digunakan adalah bentonit.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penurunan kadar timbal dalam perairan menggunakan bentonit yang telah diaktivasi. Bentonit yang digunakan merupakan bentonit alam yang diayak lolos 170 mesh. Bentonit selanjutnya diaktivasi menggunakan H_3PO_4 , KCl dan NH_4OH dengan konsentrasi 0,05M. Waktu kontak dilakukan selama 1 jam.

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa kondisi optimum didapat dari bentonit teraktivasi NH_4OH dengan konsentrasi teradsorpsi rata-rata sebesar 86,36 ppm.

Kata Kunci: bentonit, aktivasi, adsorpsi, timbal

ABSTRACT

Lead is one of the pollutants in the water. Lead in the body can disrupt the nervous system, hormones and heart. To reduce lead contamination in the water, it would require an adsorbent that is able to absorb lead. One widely used adsorbent is bentonite.

The purpose of this study was to determine the decrease of lead levels in water using activated bentonite. This research used natural bentonite which passed of 170 mesh. Bentonite has been activated using H_3PO_4 0,05M, NH_4OH 0,05M and KCl 0,05M, with a contact time during 1,5 hour.

The result showed that the optimum conditions obtained from bentonite which activated with NH_4OH with a concentration of adsorbed average of 86.36 ppm.

Keywords: activated bentonite, adsorption, lead

PENDAHULUAN

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Budi Widianarko pada tahun 2001 menyebutkan bahwa di perairan Indonesia khususnya perairan Semarang ditemukan kandungan logam berat, menu-rutnya kadar logam timbal di beberapa kawasan tertentu di wilayah pantai Indonesia terbukti cukup tinggi, hal ini memungkinkan bahwa perairan Semarang juga mengandung logam timbal (Pb). Pembuangan limbah industri dari pabrik ke dalam aliran sungai serta debu dari asap kendaraan diduga menjadi salah satu penyebab tercemarnya air sungai oleh logam Pb.

Timbal banyak digunakan sebagai bahan

pengemas, saluran air, alat-alat rumah tangga dan hiasan. Dalam bentuk oksida, timbal digunakan sebagai pigmen/zat warna dalam industri kosmetik dan glaze serta industri keramik yang sebagian diantaranya digunakan dalam peralatan rumah tangga. Dalam bentuk aerosol anorganik dapat masuk ke dalam tubuh melalui udara yang dihirup atau makanan seperti sayuran dan buah-buahan. Logam Pb tersebut dalam jangka waktu panjang dapat terakumulasi dalam tubuh karena proses eliminasinya yang lambat (Gusnita, 2012).

Timbal merupakan logam yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia yang berlangsung

seumur hidup karena timbal berakumulasi dalam tubuh manusia. Dalam kasus paparan polusi timbal dalam dosis rendah sekalipun ternyata dapat menimbulkan gangguan pada tubuh tanpa menunjukkan gejala klinik (Naour, 2009). Timbal juga terbukti meningkatkan jumlah kematian pada penderita penyakit jantung. Sampai saat ini belum dapat ditentukan berapa kadar terendah dari timbal dalam tubuh yang aman untuk kesehatan (Spivey, 2007).

Timbal merupakan logam berat yang tidak dapat diuraikan sehingga sangat membahayakan kesehatan manusia karena dapat menyebabkan osteoporosis, keguguran pada ibu hamil, anemia dan anak lamban berpikir. Timbal yang terserap oleh anak, walaupun dalam jumlah kecil, dapat menyebabkan gangguan pada fase awal pertumbuhan fisik dan mental yang kemudian berakibat pada fungsi kecerdasan dan kemampuan akademik.

Berdasarkan hal tersebut, diperlukan suatu penelitian untuk dapat mengurangi kadar timbal yang dibuang di perairan. Air limbah yang akan dibuang harus diolah terlebih dahulu sehingga diharapkan lebih aman ketika dibuang di sungai.

Salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk mengurangi kadar timbal di perairan adalah dengan cara adsorpsi. Adsorpsi adalah suatu proses pemisahan bahan dari campuran gas atau cair dan bahan yang akan dipisahkan ditarik oleh permukaan sorben padat yang diikat oleh gaya-gaya yang bekerja pada permukaan itu (Bernacosi *et al.*, 1995). Sedangkan menurut Atkins (1982), adsorpsi adalah gejala pengumpulan molekul-molekul suatu zat pada permukaan zat lain sebagai akibat dari ketidakseimbangan gaya pada permukaan tersebut. Adsorpsi dapat terjadi antara: zat padat dan zat cair, zat padat dan gas, zat cair dan zat cair atau gas dan zat cair. Adsorpsi pada permukaan zat padat terjadi karena adanya gaya tarik atom atau molekul pada permukaan padatan (Sukardjo, 1997).

Penggunaan bentonit sebagai adsorben merupakan alternatif yang dapat digunakan untuk mengurangi kadar logam di dalam perairan. Dengan

struktur yang dimilikinya bentonit memiliki kemampuan menukar ion sehingga dapat menyerap zat pencemar berupa ion yang terlarut dalam limbah cair. (Masduki, 2004).

Bentonit berasal dari perubahan hidrotermal dari abu vulkanik yang disimpan dalam berbagai air tawar (misalnya, danau alkali) dan cekungan laut (fosil laut yang melimpah dan batu kapur), ditandai dengan energi pengendapan yang rendah oleh lingkungan dan kondisi iklim sedang (Utracki, 2004). Bentonit berwarna dasar putih dengan sedikit kecoklatan, kemerahan, atau kehijauan bergantung pada jenis dan jumlah fragmen mineral-mineralnya. Bentonit juga bersifat lunak, ringan, mudah pecah, terasa seperti sabun, mudah menyerap air, dan dapat menukar ion (Firdaus, 2009). Bentonit termasuk mineral yang terdiri dari senyawa aluminium/atau magnesium silikat berkrystal halus dengan kandungan kapur, alkali dan besi yang bervariasi serta sejumlah besar air terhidrasi (Permanasari, 2009).

Bentonit alam memiliki kualitas daya serap yang masih rendah karena masih mengandung mineral pengotor. Sebelum dimanfaatkan lebih jauh dalam industri, bentonit alam perlu dimurnikan dari pengotornya melalui aktivasi sehingga kualitas daya serapnya meningkat menjadi lebih baik. (Noyan, *et al.*, 2007)

Bentonit yang akan digunakan diaktivasi menggunakan asam lemah (H_3PO_4), dikarenakan aktivasi dengan asam kuat dapat merusak struktur bentonit. Sedangkan untuk pembanding digunakan basa lemah (NH_4OH) dan garam (KCl).

METODE PENELITIAN

Alat

Spektrofotometer Serapan Atom (Perkin Elmer Analyst 100); pengaduk magnet; neraca digital (Ohaus Explorer); pH stik; pipet volume; kertas saring; gelas beker 100 ml, 250 ml (Pyrex); labu ukur 25 ml, 100 ml, 250 ml (Pyrex); erlenmeyer 100 ml, 250 ml; penggojok; pipet tetes; gelas ukur; tabung reaksi; oven (merk Memmert).

Bahan

Akuades; bentonit alam; larutan KCl 0,05 M; larutan H_3PO_4 0,05 M; larutan NH_4OH 0,05 M; $Pb(NO_3)_2$ p.a (Merck); larutan CH_3COOH 0,1M; larutan CH_3COONa 0,1M; larutan $NaH_2PO_4 \cdot H_2O$ 0,1M; larutan $Na_2HPO_4 \cdot 2H_2O$ 0,1M; larutan $NaHCO_3$ 0,1M; larutan Na_2CO_3 0,1M.

Metode Penelitian

Aktivasi Bentonit

Bentonit alam diayak lolos 170 mesh kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu $110^\circ C$ selama 1 jam untuk menurunkan kadar air. Sebanyak 50 gram bentonit yang telah kering di tambah 150 ml larutan aktivator (masing masing H_3PO_4 0,05M; KCl 0,05M; NH_4OH 0,05M) dan direfluks pada suhu $100^\circ C$ selama 3,5 jam. Setelah itu disaring dan residunya dicuci dengan akuades sampai pH pencucian air netral. Bentonit kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu $110-120^\circ C$ selama 2 jam.

Pembuatan kurva kalibrasi

Membuat larutan timbal (II) dengan konsentrasi yang bervariasi yaitu 0,01; 0,03; 0,05; 0,07; 0,09; 0,1; 0,15; 0,2 ppm. Larutan tersebut kemudian diukur absorbansinya dengan SSA.

Penentuan pH adsorpsi optimum

Sebanyak 1 gram adsorben masing-masing dimasukkan ke dalam 4 buah erlenmeyer dan ditambahkan dengan 25 ml larutan timbal 5 ppm dengan variasi pH 4, 6, 8, 10 (variasi pH dilakukan dengan menambahkan pH buffer). Cam-

puran tersebut kemudian diaduk dengan waktu 1,5 jam. Larutan disaring, kemudian filtrat diukur adsorbansinya dengan SSA.

Adsorpsi timbal oleh bentonit teraktivasi

Sebanyak 1 gram bentonit yang telah diaktivasi dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Kemudian masing-masing erlenmeyer ditambah dengan 25 ml larutan timbal (II) 100 ppm. Campuran tersebut selanjutnya diaduk selama 1,5 jam. Larutan disaring kemudian filtrat diukur adsorbansinya dengan SSA.

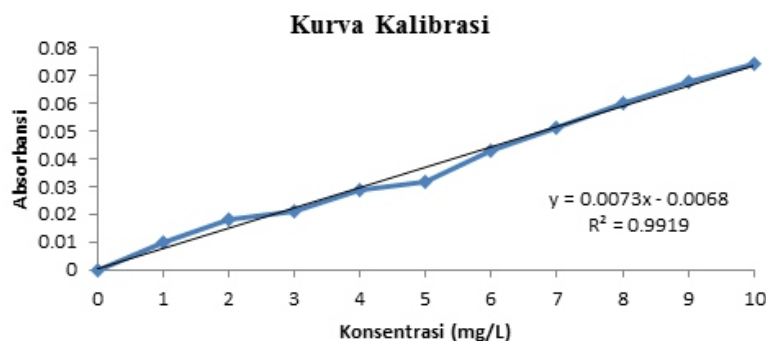
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Kurva Kalibrasi

Tahap awal dari penelitian ini adalah dengan cara membuat kurva kalibrasi dari larutan timbal (II) dengan variasi konsentrasi 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 dan 10 ppm (Gambar 1). Pembuatan masing-masing konsentrasi ini dilakukan dengan cara pengenceran larutan timbal (II) 100 ppm. Larutan tersebut kemudian diukur adsorbansinya menggunakan AAS. Dari hasil pembacaan AAS dibuat kurva kalibrasi. Dari hasil plot konsentrasi terhadap adsorbansi didapatkan persamaan $y = 0,0073x - 0,0068$.

Penentuan pH adsorpsi

Penentuan pH optimum dilakukan dengan pemilihan range pH antara 4 sampai 10. Hal ini dikarenakan pH yang terlalu asam atau basa dapat merusak struktur bentonit, sehingga dikhawatirkan akan menurunkan kemampuan adsorpsi bentonit. Penentuan pH optimum dilakukan de-



Gambar 1. Kurva kalibrasi

ngan cara memasukkan 1 gram bentonit masing-masing ke dalam 4 buah Erlenmeyer. Masing-masing erlenmeyer ditambah dengan larutan timbal (II) 5 ppm dengan variasi pH 4, 6, 8, 10. Variasi pH dilakukan dengan cara melarutkan $Pb(NO_3)_2$ dalam larutan buffer sesuai pH yang diinginkan. Keempat campuran tersebut lalu diaduk dengan waktu kontak 1,5 jam. Larutan lalu disentrifuse untuk mengambil filtratnya. Filtrat kemudian diukur konsentrasinya untuk mengetahui konsentrasi ion logam timbal (II) yang teradsorpsi. Dari hasil adsorpsi didapatkan hasil seperti tersaji dalam Gambar 2. Dari Gambar 2 dapat terlihat bahwa pH optimum adsorpsi bentonit pada pH 10. Hal ini dikarenakan timbal (II) lebih mudah berikatan dengan basa dibandingkan dengan asam.

Adsorpsi logam timbal oleh bentonit teraktivasi.

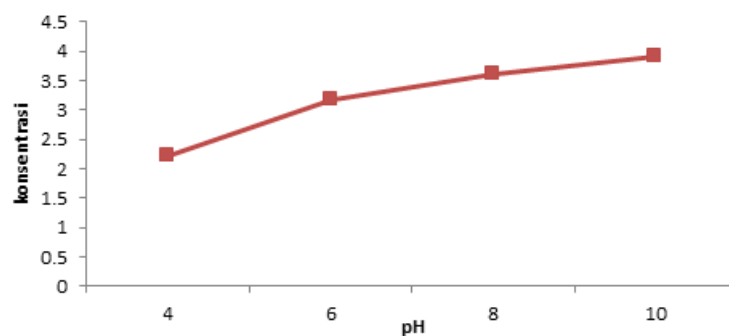
Eksperimen adsorpsi timbal (II) oleh bentonit teraktivasi dilakukan dengan cara memasukkan masing-masing 1 gram bentonit yang telah diaktivasi ke dalam erlenmeyer lalu ditambah dengan 25 ml larutan timbal (II) 100 ppm dengan pH 10

pada masing-masing erlenmeyer. Larutan lalu diaduk dengan waktu kontak 1,5 jam. Larutan lalu disentrifuse dan diambil filtratnya untuk diukur adsorbansinya menggunakan SSA. Hasilnya seperti ditunjukkan Gambar 3.

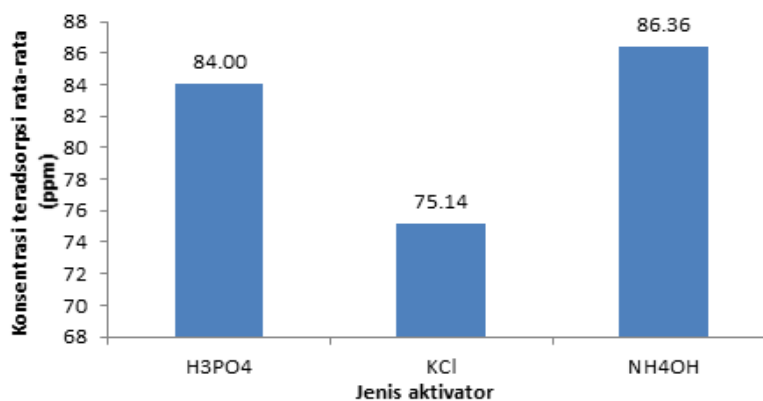
Dari Gambar 3 dapat terlihat bahwa kemampuan adsorpsi optimum didapatkan dari bentonit teraktivasi NH_4OH . Dalam suasana basa, NH_4OH akan terdeprotonasi menjadi NH_2^- yang muatannya berubah-ubah sesuai kondisi pH. Gugus NH_2^- ini dapat membentuk ikatan dengan ion logam Pb yang mempunyai bilangan koordinasi dua. Ion NH_2^- akan berinteraksi secara kuat dengan Pb^{2+} sehingga bentonit dapat mengikat logam timbal dengan kuat.

KESIMPULAN

Adsorpsi logam timbal oleh bentonit teraktivasi optimum pada pH 10. Basa lemah (NH_4OH) memberikan kemampuan aktivasi yang lebih baik dibanding asam lemah (H_3PO_4) dan garam (KCl) dalam mengadsorpsi ion logam timbal, dengan konsentrasi teradsorpsi rata-rata sebesar 86,36 ppm.



Gambar 2. pH adsorpsi optimum



Gambar 3. Grafik konsentrasi teradsorpsi vs jenis aktivator

DAFTAR PUSTAKA

- Atkins, P. W. 1982. *Physical Chemistry*. London: Oxford University Press.
- Bernacosni, G, Gerster, Herser, Stauble dan Schneiter. 1995. *Teknologi Kimia*. Jakarta: Pradnya Pramita
- Firdaus, Ahmad, 2009, Aplikasi Bentonit-Zeolit dalam Meningkatkan Mutu Minyak Akar Wangi Hasil Penyulingan Daerah Kabupaten Garut, FMIPA IPB
- Gusnita, Dessy, 2012. Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) di Udara dan Upaya Penghapusan Bensin Bertimbal. *Berita Dirgantara* Vol. 13 No. 3, Sept. 2012, 95-101.
- Masduki, Ali. 2004. *Teknologi Alamiah Untuk Pengolahan Air Limbah Industri*. Surabaya: Lembaga Penelitian ITS.
- Naour, N., Fellahi, S., Renucci, JF., Rouault C., Basdevant A., Dutour A., Alessi, MC., Bastard, JP., Clement, K., Guerre Millo M, 2009. Potential Contribution of Adipose Tissue to Elevated Serum Cystatin C in Human Obesity. *Obesity (Silver Spring)*, 17(12):2121- 2125.
- Noyan, H., M, Onal., Y, Sarikaya, 2007. The Effect of Sulfuric Acid Activation on the Crystallinity, Surface Area, Porosity, Surface Acidity, and Bleaching Power of a Bentonite, *Journal of Food Chemistry* 105, 156-163
- Permanasari, Anna, 2009. Kajian Aspek Teoretik dan Aplikatif dari Adsorben Organo-Bentonit terhadap Residu Pestisida dalam Air Minum dan Implikasinya dalam Perkuliahan Kimia Material, *Forum Kependidikan* Volume 28, Nomor 2, Maret 2009, 90-95
- Sukardjo. 1997. *Kimia Fisika*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Spivey A. 2007. The Weight of Lead: Effects add up in Adults. *Environmental Health Perspectives*. ;115(11):A31-A36.
- Utracki, L., 2004. *Clay-Containing Polymeric nanocomposites*. Vol. 1, Shawbury, UK, Rapra Technology Limited.
- Widianarko, Budi. 2001. *Linking Water Quality and Food Safety*. Semarang: Universitas Katholik Soegijapranata.