

EFISIENSI PENYERAPAN LOGAM Pb^{2+} DENGAN MENGGUNAKAN CAMPURAN BENTONIT DAN ENCENG GONDOK

M. Faisal

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas
Syiah Kuala, Darussalam, Banda Aceh, 23111, Indonesia
Email: mfaisal@unsyiah.ac.id

Abstrak

Adsorpsi ion logam Pb^{2+} dengan menggunakan campuran bentonit dan enceng gondok secara batch telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan campuran bentonit dan enceng gondok dalam menyerap logam Pb^{2+} . Sebelum proses adsorpsi dilakukan, campuran bentonit dan enceng gondok terlebih dahulu diaktifasi dengan menggunakan H_2SO_4 . Selanjutnya dibandingkan kemampuan adsorben dalam menyerap logam Pb^{2+} . Variabel tetap yaitu campuran bentonit dan enceng gondok dengan berat adsorben 4 gram, dan konsentrasi H_2SO_4 1,2M sebanyak 250 ml. Variabel berubah yaitu waktu adsorpsi 30, 60, 120 menit, dan kecepatan yang terdiri dari 50, 100, 150 rpm, pada konsentrasi Pb^{2+} 30, 35 dan 40 mg/L. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adsorben campuran bentonit dan enceng gondok yang tidak di aktivasi lebih sedikit daya serapnya dibandingkan dengan adsorben yang di aktivasi. Penyerapan maksimum (0,987 mg/g) terjadi pada konsentrasi Pb^{2+} 40 mg/L pada waktu kontak 120 menit dengan kecepatan 150 rpm.

Kata kunci: adsorpsi, ion Pb^{2+} , bentonit, enceng gondok, efisiensi

Abstract

Adsorption of Pb^{2+} by using a mix of bentonite and water hyacinth has been carried out in a batch system. The purpose of the research is to investigate the ability of the mix bentonite and water hyacinth to adsorb Pb^{2+} . Prior to adsorption process, the mix of bentonite and water hyacinth was activated physically by H_2SO_4 . The adsorption ability between activated-adsorbent and without activated-adsorbent was then compared. In the activated process, the mix of bentonite and water hyacinth used was 4 gram in weight and 120 ml of H_2SO_4 1,2 M. In this research, adsorption time of 30, 60, 120 menit, the speed of 50, 100, 150 rpm and the Pb^{2+} concentration of 30, 35 and 40 mg/l were used. The result showed that the adsorption efficiency of activated-adsorbent is higher than that of without activated. The maximum adsorption of 0,987 mg/g were obtained at Pb^{2+} concentration of 40 mg/l with a contact time and speed of 120 min and 150 rpm, respectively.

Keywords: adsorption, Pb^{2+} ion, bentonite, water hyacinth, efficiency

Pendahuluan

Limbah timbal (Pb^{2+}) merupakan salah satu sumber pencemaran yang sangat membahayakan, baik bagi kesehatan manusia maupun lingkungan. Umumnya logam berat ini lebih tahan dibandingkan polusi zat organik, karena logam merupakan material yang tidak terdegradasi secara mudah, dan sangat beracun bagi manusia meskipun dalam jumlah yang sangat sedikit [19]. Logam timbal ini dapat berasal dari limbah industri, rumah tangga (domestic wastewater), baterai tidak terpakai maupun dari hasil penambangan. Logam Pb^{2+} sebagai logam berat merupakan unsur terbanyak di alam. logam ini mempunyai densitas yang sangat tinggi, jauh melebihi densitas tertinggi logam transisi pertama. Logam ini merupakan satu dari tiga senyawa yang paling beracun yang menarik perhatian para peneliti untuk mendapatkan metoda penanggulangan yang tepat.

Batas yang diizinkan adanya kandungan timbal dalam keluaran limbah industri berbeda untuk setiap negara namun tidak lebih dari 0.1 mg/L [1,6] sedangkan dalam air minum adalah 0,01 mg/L [3]. Jika jumlahnya melebihi batas tersebut, maka akan membahayakan lingkungan dan kesehatan. Logam ini akan terakumulasi di dalam tubuh manusia seumur hidup dan secara normal dikeluarkan dengan cara yang lambat. Pengaruh yang ditimbulkan adalah gangguan pada saraf perifer dan sentral, sel darah, gangguan ginjal secara kronis gangguan metabolisme vitamin D dan kalsium sebagai unsur pembentuk tulang. Timbal dapat juga menembus plasenta pada bayi dalam kandungan sehingga mempengaruhi pertumbuhan janin [8]. Dengan demikian limbah timbal harus diolah agar tidak mencemari kesehatan individu dan lingkungan.

Banyak teknologi yang sudah dikembangkan untuk mengolah limbah larutan

logam yang meliputi, pengendapan kimia, netralisasi, ion exchange, membrane [9], modifikasi lipopeptida dan Na-montmorillonite [18] membrane nanofiltrasi, [12], carboxylate ferroxane nanopartikel [10], mobilisasi tepung kanji dalam asam humid, [11] elektrokoagulasi [5], bentonit [18] dan menggunkan senyawa khitosan/*Fe-hydroxyapatite nanocomposite* [13].

Bentonit (mineral aluminosilikat) merupakan salah satu jenis bahan tambang yang banyak terdapat di Indonesia. Mineral ini banyak digunakan sebagai katalis dan penyangganya, pemucat, dan juga sebagai adsorben. Penggunaan bentonit sebagai adsorben memiliki keunggulan karena bentonit mempunyai struktur antar lapis yang dapat dengan mudah dimodifikasi sehingga akan memperbaiki sifat penyerapannya.

Beberapa peneliti yang menggunakan adsorben bentonit mempelajari penyerapan Pb^{2+} oleh nano komposit oksida besi bentonit dengan parameter rasio komposisi berat kedua komponen komposit [15]. Beberapa senyawa lempung termodifikasi telah dibuat untuk mengadsorpsi logam berat melalui proses pertukaran kation. Modifikasi lempung dengan senyawa-senyawa organik menghasilkan kompleks yang dapat digunakan sebagai adsorben, salah satunya sebagai adsorben ion Pb^{2+} [16].

Saat ini pemanfaatan adsorben alami (alternatif) yang berasal dari alam mulai di kembangkan karena kemampuan adsorpsi yang cukup baik dan juga sangat ekonomis. Salah satu jenis tumbuhan yang sering digunakan adalah enceng gondok. Tumbuhan ini pertama kali didatangkan ke Indonesia pada tahun 1894 dari Brazil untuk koleksi Kebun Raya Bogor. Ternyata tumbuhan ini dengan cepat menyebar ke beberapa perairan di Pulau Jawa. Enceng gondok saat ini juga dimanfaatkan dalam mengatasi pencemaran air. Selain itu, tumbuhan ini juga mampu menyerap timbunan logam-logam berbahaya seperti Pb^{2+} . Beberapa penelitian menunjukkan bahwa enceng gondok dapat menyerap hampir seluruh substansi dalam larutan pada badan air tanpa seleksi seperti layaknya spons menyerap cairan dan semua yang terkandung di dalamnya [7].

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari efisiensi penyerapan logam timbal dengan menggunakan campuran bentonit dan enceng gondok. Pengaruh proses aktivasi terhadap kemampuan penyerapan akan dipelajari. Diharapkan dari penelitian ini dapat memberikan informasi pemanfaatan enceng

gondok dan bentonit dan fungsinya sebagai penyerap logam berat di perairan. Logam berat seperti timbal berdampak buruk bagi kesehatan manusia karena dapat bersifat karsinogenik atau menyebabkan kanker.

Teori

Pencemaran Air

Air yang terdapat di alam ini dapat berasal dari berbagai sumber misalnya air laut, air atmosfer (air hujan), air permukaan, dan air tanah. Air sumur yang biasa digunakan untuk keperluan domestik tergolong dalam air tanah dangkal. Air yang tersebar di alam tidak pernah terdapat dalam bentuk murni, sehingga air permukaan dan air sumur biasanya mengandung ion-ion logam terlarut seperti Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , dan Fe^{2+} [14].

Air yang dikonsumsi dapat tercemar oleh berbagai komponen anorganik, seperti logam-logam berat yang berbahaya dalam kuantitas kecil maupun besar. Logam-logam tersebut dapat berasal dari industri-industri yang menggunakan logam berat dalam prosesnya, seperti pengolahan logam, industri baterai dan lain-lain. Logam-logam berat yang sering mencemari lingkungan terutama terutama tanah dan air adalah kromium, kadmium merkuri, timbal, arsen, nikel dan lain-lain. Logam-logam berat tersebut dapat mengumpul dalam tubuh organisme, dan dalam jangka waktu akan terakumulasi dalam tubuh sebagai racun. Timbal merupakan salah satu logam berat yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia.

Timbal

Logam timbal (Pb^{2+}) adalah logam berat yang banyak dikenal oleh masyarakat. Logam ini sering digunakan dalam industri kosmetik dan paling banyak menimbulkan keracunan pada makhluk hidup. Timbal Pb^{2+} adalah sejenis logam yang lunak dan berwarna cokelat kehitaman. Penambangan dan pemurnian logam ini termasuk mudah. Logam ini bersumber dari kerak bumi yang berupa bahan-bahan murni, organik dan anorganik. Menurut Darmono [2], logam yang ditemukan dalam kerak bumi digolongkan menjadi logam makro dan mikro. Kebanyakan logam makro adalah logam ringan, dan logam mikro berupa logam berat. Jumlah kandungan logam Pb^{2+} dalam setiap kilo gram kerak bumi adalah sekitar 12,5 mg.

Adsorpsi

Adsorpsi adalah merupakan proses difusi suatu komponen pada suatu permukaan atau antar partikel. Adsorpsi dapat terjadi secara fisika

maupun kimia. Adsorpsi fisika sering disebut fisiosorpsi, terjadi akibat adanya gaya tarik-menarik (interaksi elektrolisis antar dipol) antara permukaan adsorben dengan molekul-molekul adsorben yang disebabkan oleh ikatan Van der Waals. Sedangkan jika partikel adsorben yang melekat pada permukaan adsorben dengan membentuk ikatan kimia disebut adsorpsi kimia. Adsorben yang digunakan dapat bersifat polar (silika dan alumina) ataupun non polar (arang aktif, lempung bentonit). Ada beberapa faktor yang mempengaruhi adsorpsi antara lain:

1. Sifat-sifat kimia dan fisika dari adsorben (ukuran pori, luas permukaan, dan komposisi kimia).
2. Sifat-sifat kimia dan fisika dari adsorbat, (ukuran dan molaritas molekul, komposisi kimia).
3. pH, tekanan dan temperatur.
4. Konsentrasi adsorben.
5. Waktu kontak antara adsorbat dengan adsorben.

Bentonit

Bentonit adalah sejenis lempung (clay) yang mengandung mineral-mineral penting yang ditentukan oleh mineral yang berjumlah paling banyak, yaitu montmorilonit (> 80%). Rumus kimia bentonit adalah $(Al,Mg)_8(Si_4O_{10})_4(OH)_8.12H_2O$ [4]. Montmorilonit adalah suatu hidrat aluminium silikat alami dimana beberapa atom aluminium dan silikonnya secara alami dapat digantikan oleh atom lain seperti Mg dan Fe. Elemen utama komposisi dari montmorilonit adalah silikon, aluminium, oksigen dan gugus hidroksil. Struktur molekul montmorilonit terdiri dari unit sel yang digambarkan sebagai struktur "Si-Al-Si" [4].

Dikarenakan sifat penyerapan dan katalis yang dimiliki oleh bentonit, bentonit banyak digunakan dalam berbagai aplikasi industri sebagai adsorben pestisida, kotoran binatang, katalis dan penunjang katalis. Bentonit juga telah digunakan sebagai bahan pemucat (bleaching earth) dalam industri farmasi dan minyak sawit.

Enceng Gondok

Enceng gondok (*Eichhornia crassipes*) adalah salah satu jenis tumbuhan mengapung di air dan kadang-kadang berakar dalam tanah. Tumbuhan ini tidak memiliki dan berakar serabut. Tingginya sekitar 0,4 – 0,8 meter. Sampai saat ini, enceng gondok memang sudah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat,

khususnya untuk bahan baku kerajinan seperti sandal, tas, tikar dan sebagainya. Namun selain untuk bahan baku kerajinan tersebut, sebenarnya enceng gondok masih memiliki manfaat lagi bagi manusia, yaitu sebagai penyerap logam berat di perairan. Beberapa logam-logam berat seperti cadmium (Cd), timbal (Pb), dan merkuri (Hg) yang ada di perairan dapat diserap oleh tanaman ini.

Metodologi Penelitian

Aktivasi Campuran Bentonit dan Enceng Gondok

Dalam tempat terpisah, masing-masing sebanyak 2 gram campuran bentonit dan enceng gondok dengan ukuran ayakan 200 mesh dispersikan ke dalam 250 ml larutan H₂SO₄ 1,2 M, untuk membersihkan permukaan pori dan meningkatkan daya serap timbal, selanjutnya campuran bentonit dan enceng gondok diaduk. Aktivasi dilakukan selama 24 jam, kemudian dilakukan penyaringan dan pengeringan dengan suhu 50-60 °C, setelah itu baru dilakukan proses adsorpsi.

Proses Adsorpsi

Adsorpsi timbal menggunakan campuran bentonit enceng gondok 4 gram, kecepatan pengadukan 50, 100, 150 rpm. Proses adsorpsi dilakukan selama 30, 60 dan 120 menit. Adapun Variabel yang diuji adalah waktu adsorpsi dan perbedaan adsorben teraktivasi dan tidak diaktivasi.

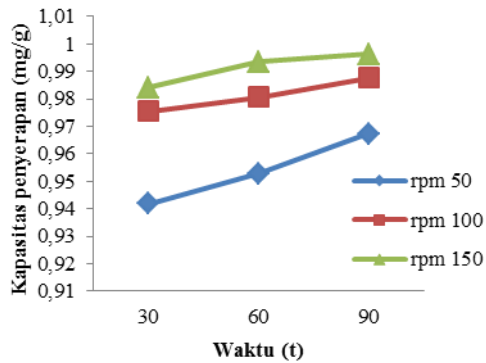
Hasil

Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Kapasitas Penyerapan Ion Logam Pb²⁺

Untuk mengetahui pengaruh waktu kontak dan konsentrasi ion yang diserap Logam Pb²⁺ oleh adsorben campuran bentonit dan enceng gondok secara batch dilakukan pengujian dengan memvariasikan waktu kontak konsentrasi awal adsorbat dan kecepatan pengaduk.

Pada Gambar 1 dapat dilihat penyerapan maksimum didapat pada konsentrasi 40 mg/L dengan kecepatan pengaduk 150 rpm adalah 0,98775 mg/g. berdasarkan pada Gambar 1, dapat dilihat perbedaan kapasitas penyerapan pada kecepatan pengaduk 50 dan 100 rpm sangat jauh dengan penyerapan kapasitas pada kecepatan 150 rpm. Dengan demikian kecepatan pengadukan berpengaruh pada kecepatan proses adsorpsi dan kualitas bahan yang dihasilkan. Pada titik tertentu pengadukan mempengaruhi proses penyerapan. Jika pengadukan terlalu

lambat maka proses adsorpsi akan berjalan lambat juga.



Gambar 1. Hubungan waktu kontak terhadap kapasitas penyerapan pada konsentrasi 40 mg/L.

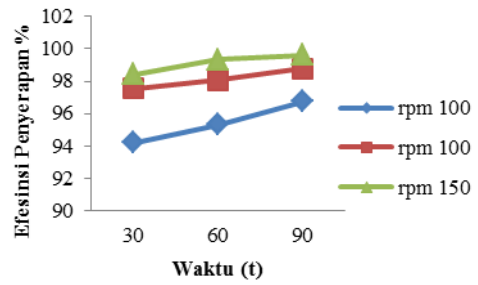
Lamanya waktu kontak antara adsorbat dengan adsorben akan mempengaruhi kapasitas penyerapan. Semakin lama waktu kontak maka ion logam timbal yang terserap akan semakin meningkat sampai terjadinya kesetimbangan. Hal yang sama juga dikemukakan oleh Makinde dkk [17] yang mengatakan bahwa pengaruh waktu kontak terjadi ketika adsorpsi belum mencapai kesetimbangan. Sebaliknya, pada saat kesetimbangan waktu kontak tidak berpengaruh terhadap kapasitas penyerapan.

Namun pengadukan yang terlalu cepat akan mengakibatkan rusaknya struktur adsorbat. dimana akan membuat ikatan antar partikel adsorben dan adsorbat terlepas.

Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Efisiensi Penyerapan Ion Logam Pb²⁺

Untuk mengetahui pengaruh waktu kontak terhadap efisiensi penyerapan logam pb²⁺ yang diserap maka dilakukan pengujian dengan memvariasikan waktu kontak, konsentrasi dan kecepatan pengaduk. Lamanya waktu kontak antara adsorbat dengan adsorben akan mempengaruhi efisiensi dan kapasitas penyerapan. Semakin lama waktu kontak maka logam Pb²⁺ yang terserap akan semakin meningkat, seperti yang ditampilkan pada Gambar 2 .

Berdasarkan Gambar 2, terlihat bahwa efisiensi penyerapan maksimum (98.775 %) terjadi pada konsentrasi 40 mg/L dengan waktu 90 menit dan kecepatan pengaduk 150 rpm. Pada Gambar 2 dapat dilihat perbedaan yang sangat besar pada perbedaan putaran pengaduknya.

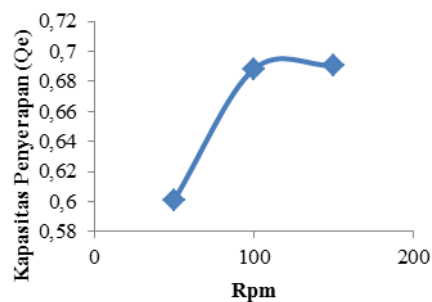


Gambar 2. Hubungan efisiensi penyerapan terhadap waktu penyerapan pada konsentrasi 40 mg/L.

Semakin lama waktu pengadukan, kemampuan untuk saling mengikat akan semakin besar. Hal ini karena adanya waktu kontak yang lama antara adsorben dengan adsorbat memungkinkan semakin banyak terbentuk ikatan antara partikel campuran bentonit dan enceng gondok dengan logam Pb²⁺. Perbedaan penyerapan Pb²⁺ dengan menggunakan campuran bentonit yang tidak diaktifasi lebih sedikit dibandingkan dengan yang diaktifasi.

Pengaruh Proses Aktivasi pada Adsorben

Adsorben yang telah diaktifasi dengan H₂SO₄ memiliki pori yang lebih luas, dan proses penyerapan diharapkan berlangsung lebih baik. Percobaan pengaruh adsorben campuran bentonit dan enceng gondok yang tidak diaktifasi, dilakukan dengan menggunakan konsentrasi awal 30 mg/L, waktu 30 menit, kecepatan 50, 100, an 150 rpm. Gambar 3 menunjukkan kapasitas penyerapan tanpa proses aktivasi.



Gambar 3. Penyerapan dengan Adsorben yang tidak di aktivasi

Berdasarkan Gambar 3, dapat terlihat bahwa penyerapan Pb²⁺ dengan menggunakan campuran bentonit dan enceng gondok yang tidak di aktifasi lebih sedikit dibandingkan

dengan adsorben yang di aktifasi. Penyerapan Pb^{2+} pada konsentrasi 30 mg/L pada kecepatan pengadukan 50, 100, dan 150 rpm berturut-turut adalah 0,60091, 0,68809 dan 0,69062.

Kesimpulan

1. Campuran bentonit dan enceng gondok dapat digunakan untuk penyerapan logam Pb^{2+} . Penggunaan enceng gondok sebagai campuran akan menurunkan penggunaan jumlah bentonit yang merupakan sumber daya alam tidak dapat diperbaharui.
2. Adsorben campuran bentonit dan enceng gondok yang tidak di aktivasi lebih sedikit daya serapnya dibandingkan dengan adsorben yang di aktivasi.
3. Penyerapan maksimal didapatkan pada konsentrasi 40 mg/L dengan kecepatan 150 rpm adalah 0,98775 mg/g.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada Hukmiati dan Farida atas pengumpulan data dan analisis yang telah dilakukan.

Daftar Pustaka

- [1]. A.Abou-Shady, C. Peng, J.Bi, H.Xu, J. Almeria, *Desalination* 286 (2012) 304.
- [2]. Darmodo, Stator dan Seagar, *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*, Universitas Indonesia Press, Jakarta, 1994.
- [3]. Depkes RI, *Dasar Penetapan Dampak Kualitas Air*, Direktorat Penyehatan Air Ditjen PPM dan PLP, Jakarta, 1996.
- [4]. G.W. Brindley, G. Brown, *Crystal, Mineral. Soc.* 5 (1980) 495.
- [5]. H. J. Mansoorian, A. H. Mahvi, A. J. Jafari, *Sep. and Puri Technol.* 135 (2014) 165.
- [6]. H. Bairagi, M.M.R.Khan, L.Ray, A.K.Guha, *J.Hazard.Mater.* 186 (2011) 756.
- [7]. E. Lubis, Y. Sofyan, *Penyerapan Cr oleh Eceng Gondok dari larutan media Tanaman menggunakan pelarut Cr-51*, Majalah Batan, Jakarta, 1986.
- [8]. H.S. Kristina, *Dasar-dasar Kimia Anorganik Logam Zn oleh Biomassa Saccharomyces Cerevisiae*, Balai Penelitian Pengolahan Limbah, Jakarta. 2003.
- [9]. T.A. Kurniawan, G.Y.S. Chan, W.H. Lo, S.Babel, *Chem. Eng. J.* 118 (2006) 83 .
- [10]. R. M. Moattari, S. Rahimia, L. Rajabia, A. A. Derakhshan, M. Keyhani, *J. Hazard. Mat.* 283 (2015) 276.
- [11]. R. Chen, Y. Zhang, L. Shen, X. Wang, J. Chen, A. Mad, W. Jiang, *Chem. Eng. J.* 268 (2015) 348.
- [12]. S. Mehdipour, V. Vatanpour, H-R. Kariminia, *Desalination* 362 (2015) 84.
- [13]. S.S. Samaneh, S.S. Saeed, N. Nader, Y. Kovan, *J. Envi. Mana.* 146 (2014) 481.
- [14]. Setiaty, *Analisis Sistem Dinamis: Lingkungan Hidup*, Universitas Muhammadiyah Press, Jakarta, 1996.
- [15]. Wardiyati, Siti, Adel fisli, Saryati, *Jurnal Sains Materi Indonesia*, (2009) 278.
- [16]. Widihati, I. A. Gede., *Jurnal Kimia*, 3 (2009) 27.
- [17]. W. O. Makinde, G. Adetunji, A.A.Oladipo, A.S Adekunle, *J. of envi. Agri Food Chem.* 6 (2007) 2120.
- [18]. Y. Sun, Y. Li, Y. Xu, X. Liang, L. Wang, *App. Clay Sci.* 105 (2015) 200.
- [19]. Z. Zhu, C.Gao, Y. Wu, L. Sun, X. Huang, W.Ran, Q. Shen, *Biores. Technol.* 147 (2013) 378–386.