

PENGARUH JENIS ADSORBEN TERHADAP EFEKTIFITAS PENURUNAN KADAR TIMBAL LIMBAH CAIR *RECYCLE* AKI BEKAS

Rohmat Mufti Ali¹, Tri Yuni Hendrawati¹, Ismiyati¹, Nurul Hidayati Fithriyah^{1*}

¹ Magister Teknik Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta

*E-mail : nurul.hidayati@ftumj.ac.id

Diterima: 12 September 2019

Direvisi: 21 Oktober 2019

Disetujui: 8 Januari 2020

ABSTRAK

Pengolahan air limbah Aki bekas dilakukan karena menghasilkan timbal (Pb) sebagai polutan beracun terutama jika memasuki perairan sebagai air baku air minum. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan pengaruh jenis adsorben (zeolit dan karbon aktif) dan konsentrasinya (0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%) terhadap penurunan kandungan Pb dalam air limbah dari proses daur ulang aki mobil bekas. Pembuatan sampel imitasi air limbah dilakukan dengan perendaman komponen aki mobil bekas, seperti pelat dan larutan asam, dalam 4 liter air selama 10 hari yang menghasilkan kadar awal Pb sebesar 8,02 mg/L dan pH sebesar 2. Adsorben diaktivasi dengan perlakuan kimia dan fisika, kemudian ditambahkan ke dalam sampel limbah sebanyak 100ml, lalu diaduk dengan kecepatan 150 rpm selama 1 jam. Volume NaOH 0,5 M yang dibutuhkan untuk menetralkan 10 ml sampel limbah yaitu 35,7 ml. Kadar Pb terendah dalam sampel limbah adalah 0,239mg/L yang diperoleh pada adsorpsi menggunakan adsorben karbon aktif 25%.

Kata kunci: adsorpsi, air limbah aki, karbon aktif, Pb, zeolit

ABSTRACT

Safe treatments of spent car battery must be conducted because of its Lead (Pb) content that can be a toxic pollutant especially if it gets into drinking water supplies. The objectives of this study is to determine the effects of adsorbent types (zeolite and activated carbon) and concentrations (0%, 5%, 10%, 20%, and 25%) in reducing the Pb-content in waste water from spent car batteries recycling process. Imitated waste water samples was prepared by soaking the contents of a used car battery, such as plates and acid, in four liters of water for ten days, which resulted in an initial Pb-content of 8.02 mg/L and pH of 2. Adsorbents were prepared chemically and physically, and were then added to 100 ml leachate samples followed by stirring at 150 rpm for one hour. The volume of 0.5 M NaOH needed to neutralize the pH was 35.7 ml for 10 ml of waste sample. The lowest final concentration of Pb-content in spent car battery at 0.239 mg/L was achieved by adsorption using 25% activated carbon.

Keywords: *activated carbon, adsorption, Pb, used car battery, zeolite*

PENDAHULUAN

Berbagai usaha telah banyak dilakukan agar kehadiran pencemaran terhadap air dapat dihindari atau setidaknya diminimalkan (Azamia, 2012). Masalah pencemaran serta efisiensi penggunaan sumber air merupakan masalah pokok. Hal ini mengingat keadaan

perairan-alami di banyak negara yang cenderung menurun, baik kualitas maupun kuantitasnya (Kristiana, 2011).

Pb adalah logam berat yang mempunyai afinitas yang paling tinggi terhadap belerang dan menyerang ikatannya didalam enzim.

Sebagai logam berat, Pb digolongkan ke dalam bahan pencemar yang berbahaya. Pb berada didalam air dalam bentuk $Pb(OH)_2$. Logam Pb banyak sekali digunakan pada industri, bensin, aki dan pengerjaan pemipaan. Aki bertimbal merupakan sumber di muka bumi. Kebanyakan Pb yang ada di bumi memasuki sistem perairan alam, dan terakumulasi yang pada akhirnya bisa masuk ke dalam tubuh hewan dan manusia.

Jika terserap ke dalam tubuh manusia, timbal (Pb) dapat menyebabkan kecerdasan anak menurun, pertumbuhan badan terhambat, bahkan dapat menimbulkan kelumpuhan. Gejala keracunan logam Pb lainnya: mual, anemia, dan sakit perut. Kandungan Pb air limbah recycle aki bekas yang selama ini sering dibuang begitu saja ke alam tentunya perlu diperhatikan karena akan mencemari lingkungan, sehingga perlu dilakukan penelitian bagaimana mereduksi kandungan Pb air limbah recycle aki bekas. Salah satu cara adalah dengan mengadsorpsi.

Adsorpsi dipilih karena merupakan metode yang relatif sederhana dan dapat menggunakan adsorben bahan alam dari biomasa. Pada penelitian ini, karbon aktif dan zeolite yang digunakan. Karbon aktif dan zeolite adalah bahan yang baik sebagai adsorben karena mempunyai daya adsorpsi yang baik. Struktur dan unsur pembangunnya, adsorben dapat digolongkan menjadi dua yaitu adsorben tidak berpori (non porous adsorbents) dan adsorben berpori (porous adsorbents) (Mulyati, 2006). Berdasarkan uji pendahuluan nilai parameter tersebut yaitu, Pb (timbal) air limbah aki bekas 8,02 mg/L, pH 2, densitas 1,036 g/cm³. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014 Nilai parameter Pb yang diperbolehkan yaitu 0,3 mg/L.

Dalam sebuah penelitian Adsorben zeolite mampu menurunkan logam yang terkandung dalam air lindi yaitu Fe sebesar 62,728% dari 12,668 mg/l menjadi 7,948 mg/l (Larasati dkk., 2014) serta logam Pb sebesar 73,75% dari 2,29 mg/l menjadi 0,39 mg/l (Susanawati dkk., 2011). Menurut penelitian Fajarwati dkk. (2012) karbon aktif mampu menurunkan logam besi sebesar 59,64% dari 3,03 mg/l menjadi 1,22 mg/l. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dilakukan pengolahan limbah recycle aki

bekas dengan proses adsorpsi menggunakan zeolit dan karbon aktif guna menurunkan parameter tersebut. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan pengaruh jenis adsorben dan persentase massa adsorben terhadap penurunan kandungan Pb pada air limbah aki bekas.

METODE PENELITIAN

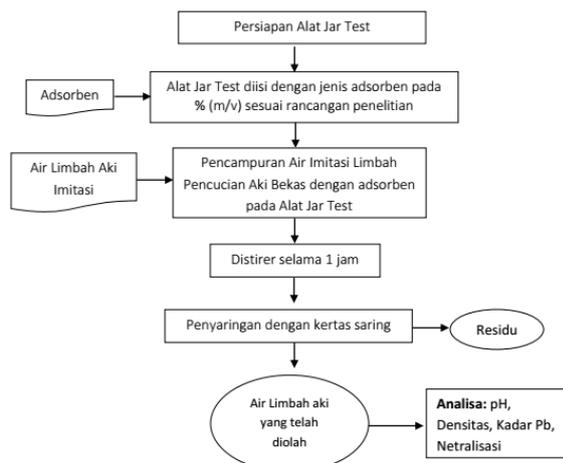
Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari Karbon aktif, Zeolit, Air limbah imitasi aki bekas, HCl, NaOH. Peralatan yang digunakan meliputi alat jar tes, gelas kimia dan alat analisis kandungan Pb.

Metode

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa tahap proses, yaitu perendaman, persiapan adsorben dan proses penelitian adsorpsi batch. Adsorpsi dengan system batch dilakukan dalam skala laboratorium. Proses awal sebelum memulai proses penelitian dilakukan proses perendaman dimana air limbah aki sebagai sampel didiamkan selama 10 hari. Selama proses perendaman berlangsung, maka dilakukan persiapan adsorben yang akan digunakan antara lain karbon aktif dan zeolit yang berfungsi untuk menurunkan timbal Pb pada air limbah recycle aki bekas. Setelah proses perendaman plat Pb aki bekas 10 hari adsorben siap dipakai, maka dilakukan proses adsorpsi batch dimana proses yang dilakukan menggunakan sampel air limbah aki sebanyak 100 ml yang akan diserap timbalnya menggunakan adsorben zeolit dan karbon aktif.

Proses dilakukan selama 60 menit kecepatan 150 rpm, dengan variasi jenis adsorben, penambahan adsorben 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% (m/v). Kemudian dilakukan metode analisa penurunan kandungan Pb, densitas dan pH. Analisis dilakukan terhadap sampel air limbah *recycle* aki bekas sebelum dan setelah dilakukan pengolahan untuk mendapatkan nilai efektivitas penurunan kadar Pb.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

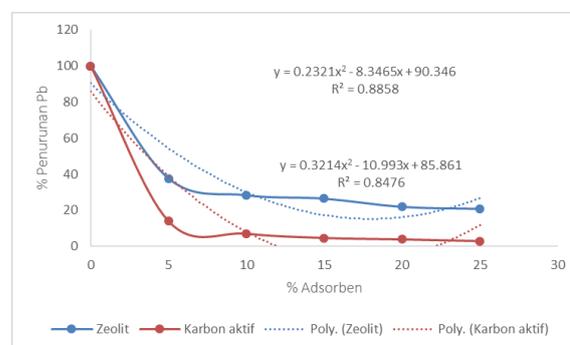
Pengaruh Jenis dan Persentase Adsorben Terhadap Penurunan Kandungan Pb

Penelitian ini dilakukan dengan dua jenis variabel yaitu jenis adsorben (Zeolit dan Karbon aktif) dan konsentrasi adsorben 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% (m/v), dengan volume sampel limbah aki bekas 100 ml. Adsorben yang digunakan dalam proses adsorpsi pada pengolahan air limbah imitasi aki bekas adalah karbon aktif dan zeolit. Karbon aktif dan zeolit diaktivasi secara fisika dan kimia yaitu dengan pencucian, pemanasan dan aktivasi dengan NaOH untuk karbon aktif dan HCl untuk zeolit. Aktivasi karbon dan zeolit agar pori-pori terbuka dan memiliki rongga, di mana rongga tersebut mampu menjerap sejumlah molekul-molekul yang ukurannya lebih kecil atau sama dengan ukuran rongga adsorben tersebut (Khimayah, 2015).

Tabel 1 menyajikan hasil penurunan kandungan Pb dari limbah aki bekas menurut jenis adsorben dan konsentrasi adsorben. Adapun pengaruh jenis adsorben pada persentase penurunan kandungan Pb pada limbah aki bekas disajikan pada Gambar 2. Hasil analisis data menggunakan Polinomial Orde 2 untuk mendapatkan korelasi antara jenis adsorben dan konsentrasi terhadap persentase penurunan kandungan Pb dalam air limbah aki bekas juga disajikan pada Gambar 2.

Tabel 1. Hasil penurunan kandungan Pb dari limbah aki bekas pada jenis adsorben dan konsentrasi adsorben

No.	Adsorben % (m/v)	Hasil akhir Pb (%)	
		Zeolit	Karbon aktif
1	0 %	100,00 %	100,00 %
2	5 %	37,67 %	13,97 %
3	10 %	28,37 %	7,07 %
4	15 %	26,48 %	4,70 %
5	20 %	21,92 %	3,90 %
6	25 %	20,79 %	2,98 %



Gambar 2. Pengaruh jenis dan persentase adsorben terhadap penurunan kandungan Pb dalam air limbah aki bekas

Penambahan Karbon aktif menghasilkan $y = 0.3214x^2 - 10.993x + 85.861$ dengan $R^2 = 0.8476$, sedangkan Penambahan Zeolit menghasilkan $y = 0.2321x^2 - 8.3465x + 90.346$ dengan $R^2 = 0.8858$, dengan hasil yang mewakili y persentase penurunan Pb dan x adalah persentase adsorben. Pengaruh persentase adsorben terhadap penurunan kandungan Pb pada air limbah aki bekas menunjukkan bahwa semakin banyak adsorben ditambahkan maka semakin banyak penurunan Pb yang dihasilkan.

Proses adsorpsi yang terjadi pada karbon aktif yaitu proses adsorpsi secara fisika, di mana proses penjerapan ion logam Pb^{2+} terjadi pada permukaan karbon aktif. Dengan adanya gaya Van Der Waals pada pori-pori karbon aktif maka partikel pencemar yang terdapat pada limbah tertarik dan terperangkap pada pori-pori karbon aktif (Hendra, 2008), sehingga ion logam Pb^{2+} pada limbah menjadi berkurang.

Berdasarkan pada penelitian ini penurunan logam Pb yang terbaik terjadi dari sebesar 8,020 mg/L menjadi 0,239 mg/L (25% (m/v) Karbon aktif. Proses adsorpsi menggunakan zeolit untuk menurunkan ion logam Pb²⁺ yang terdapat pada limbah aki bekas. Penurunan ion logam Pb²⁺ dengan proses adsorpsi terjadi karena zeolit dapat berperan sebagai penjerap/adsorben. Zeolit yang diaktivasi bersifat dehidrasi dan akan memiliki pori-pori yang terbuka. Semakin luas pori-pori zeolit maka akan semakin banyak adsorbat yang teradsorpsi (Azamia, 2012). Atom oksigen yang berikatan dengan ion silika yang mempunyai sifat kebasahan yang rendah dan membuat permukaan silika bersifat asam lemah. Atom oksigen pada permukaan silika bebas bereaksi dengan air membentuk grup silanol (SiOH). Bentuk oksida yang lain juga bebas bereaksi dengan air membentuk hidroksida. Ion H⁺ pada bentuk hidroksida akan melemah dan mudah lepas dan mengakibatkan ion logam Pb²⁺ akan terikat dan teradsorpsi secara kuat (Setiaka, dkk. 2010). Hal ini yang menyebabkan kadar Pb pada limbah menjadi turun dari 8,020 mg/L menjadi 1,667 mg/L pada 25%(m/v) Zeolit dan masih di atas baku mutu. Sedangkan kation H⁺ yang terdapat pada permukaan zeolite terlepas dan menyebabkan pH limbah menjadi asam.

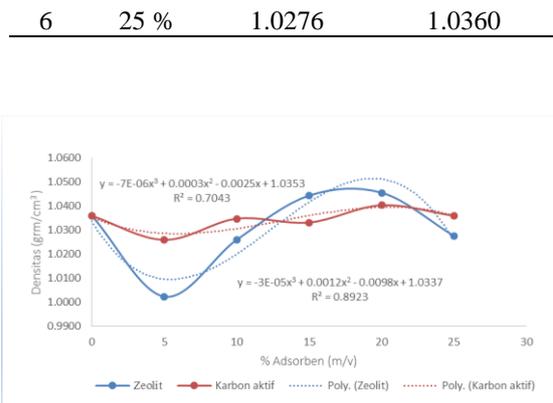
Pengaruh jenis dan persentase adsorben terhadap densitas air limbah aki bekas

Hasil dihitung dari membandingkan densitas dari adsorpsi ke limbah aki itu. Proses adsorpsi berlangsung selama 1 jam dan pada kecepatan tetap 150 rpm. Hasil lengkap dari hasil dari berbagai jenis dan densitas adsorben disajikan pada Tabel 2.

Analisis data tentang pengaruh jenis dan persentase adsorben pada densitas air limbah aki bekas disajikan dalam bentuk grafik yang ditunjukkan pada Gambar 3.

Table 2. Densitas limbah baterai pada berbagai jenis dan persentase adsorben

No.	Adsorben (%m/v)	Densitas (g/cm ³)	
		Zeolit	Karbon aktif
1	0 %	1.0360	1.0360
2	5 %	1.0024	1.0260
3	10 %	1.0260	1.0348
4	15 %	1.0444	1.0332
5	20 %	1.0456	1.0404



Gambar 3. pengaruh jenis dan persentase adsorben pada densitas air limbah aki bekas

Data dianalisis dengan Polinomial Orde 3 pada Zeolit dan pada Karbon aktif, yang menghasilkan rumus berikut. Penambahan Zeolit menghasilkan $y = -3 \cdot 10^{-5}x^3 + 0,0012x^2 - 0,0098x + 1,0337$ dengan $R^2 = 0,8923$, sedangkan penambahan Karbon aktif menghasilkan $y = -7 \cdot 10^{-6}x^3 + 0,0003x^2 - 0,0025x + 1,0353$ dengan $R^2 = 0,7043$, di mana y adalah densitas air limbah aki bekas dan x adalah persentase adsorben.

Penurunan pH untuk penetralan limbah aki bekas

Air limbah yang dibuang ke lingkungan mempunyai baku mutu pH yaitu 7. Untuk itu dilakukan netralisasi limbah air aki bekas yang bersifat asam dan mempunyai nilai pH 2. Volume NaOH 0,5 M yang dibutuhkan untuk menetralkan 10 ml sampel air limbah recycle aki bekas adalah 35,7 ml.

KESIMPULAN

Penurunan terbaik kandungan Pb dalam air limbah aki bekas diperoleh untuk adsorben karbon aktif 25% (m/v) yaitu dari 8,02 mg/L menjadi 0,239 mg/L. Hasil analisis regresi menghasilkan persamaan pengaruh persentase karbon aktif (x) terhadap kadar Pb (y) yaitu $y = 0,3214x^2 - 10,993x + 85,861$ dengan $R^2 = 0,8476$. NaOH 0,5 M yang dibutuhkan untuk menetralkan 10 ml limbah recycle aki bekas dari titrasi penetralan yaitu 35,7 ml. Pengaruh konsentrasi Zeolit (x) terhadap densitas air limbah (y) diwakili persamaan $y = -3 \cdot 10^{-5}x^3 + 0,0012x^2 - 0,0098x + 1,0337$ dengan $R^2 = 0,8923$, sedangkan pengaruh konsentrasi karbon aktif (x) terhadap densitas (y) diwakili

persamaan $y = -7 \cdot 10^6 x^3 + 0,0003x^2 - 0,0025x + 1,0353$ dengan $R^2 = 0,7043$.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terima Kasih kepada Kementerian Teknologi Riset, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia pada skema Hibah Penelitian Tesis Magister tahun pendanaan 2019 dan Program Studi S2 Magister Teknik Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta (UMJ) dan LPPM UMJ atas fasilitas dan dukungan terkait pendanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Azamia, M. (2012). *Chemical Laboratory Liquid Waste Processing in Decreasing Organic Levels and Heavy Metals Fe, Mn, Cr With the Method of Coagulation and Adsorption*. (bachelor research paper) FMIPA- UI. Jakarta.
- Fajarwati, I. (2015). *Groundwater Treatment With a Multifiltration System Using Shells, Zeolites, and Activated Carbon*. Student Journal of Environmental Engineering Bachelor degree: Vol. 1, No. 1. UNTAN. Pontianak.
- Kristiana I, Joll C, Heitz A. (2011). *Powdered activated carbon coupled with enhanced coagulation for natural organic matter removal and disinfection by-product control: Application in a Western Australian water treatment plant*. Chemosphere, 83:661-7.
- Hendra, R. (2008). *Manufacture of Activated Carbon Made from Indonesian Coal with Physics Activation Methods and Characteristics*. (research paper Department of Mechanical Engineering). University of Indonesia.
- Khimayah. (2015). *Variations in Zeolite Diameter to Reduce Iron (Fe) Levels in Well Dig Water*. Skripsi. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Larasati, I.A.; Susanawati, D.L.; dan Suharto, B. (2014). *Effectiveness of Heavy Metal Adsorption on Leachate Water Using Activated Carbon, Zeolite, and Silica Gel in TPA Tlekung, Batu*. Journal of Natural Resources and Environment. Malang.
- Mulyati, S. (2006). *Potential of Local Coal with Treatment as Adsorbent for Handling Liquid Benzene and Toluene*

Waste. Research Paper. Department of Gas and Petrochemical Engineering. Universitas Indonesia. Depok.

- Setiaka, J; Ulfin, I; dan Widiastuti, N. (2010). *Metal Ion Adsorption Cu (II) In Solution at Coal Base Ash Using Column Method*. Makalah. Jurusan Kimia FMIPA. ITS. Surabaya

