

PENGARUH JENIS ADSORBEN PADA EFEKTIFITAS PENURUNAN KANDUNGAN Pb AIR LIMBAH *RECYCLE* AKI BEKAS

ROHMAT MUFTI ALI¹⁾, TRI YUNI HENDRAWATI²⁾, & ISMIYATI³⁾

^{1,2,3)}Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Jakarta, Indonesia

¹⁾Email: *rohmat.m.a@gmail.com*

ABSTRAK

Pengolahan air limbah Aki bekas *recycle* dilakukan karena menghasilkan limbah yang mengandung Pb dan bersifat asam pada air cucian limbah. Untuk hal tersebut perlu dilakukan penelitian dalam menurunkan kandungan Pb pada limbah *recycle* aki bekas. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan pengaruh jenis adsorben dan persentase massa adsorben terhadap penurunan kandungan Pb. Penelitian ini dilakukan beberapa tahap proses, yaitu pembuatan air limbah imitasi aki bekas, persiapan *adsorben* dan proses adsorpsi *batch*. Proses awal penelitian membuat air limbah imitasi aki bekas dengan proses perendaman aki bekas dengan air 4 liter selama 10 hari. Penyiapan adsorben dengan perlakuan kimia fisika pada karbon aktif dan zeolite. Setelah proses perendaman dengan plat Pb selama 10 hari *adsorben* siap digunakan. Proses adsorpsi *batch* dilakukan menggunakan sampel air limbah imitasi aki bekas sebanyak 100 ml diaduk dengan kecepatan 150 rpm selama 1 jam dengan variasi jenis adsorben zeolite dan karbon aktif. Variabel persentase massa adsorben yaitu 0%, 5 % (m/v), 10 % (m/v), 15 % (m/v), 20 % (m/v), dan 25 % (m/v). Pada adsorpsi dengan zeolite menunjukkan hasil penurunan kadar pb dari 8.02 mg/L menjadi 1.667 mg/L. sedangkan untuk karbon aktif menunjukkan hasil penurunan kadar Pb dari 8.02 mg/L menjadi 0.239 mg/L. Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah kadar penurunan Pb terbaik pada jenis adsorben karbon aktif dengan persentase adsorben 25% (m/v) terjadi penurunan kandungan Pb dari 8.02 mg/L menjadi 0.239 mg/L.

Kata Kunci: *Adsorben, Limbah Recycle, Karbon Aktif, Lingkungan Hidup.*

1. PENDAHULUAN

Berbagai usaha telah banyak dilakukan agar kehadiran pencemaran terhadap air dapat dihindari atau setidaknya diminimalkan [1]. 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 [5]. 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 [6]. 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 [4]. Keba-

nyakan 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 [1,2,3,4]. 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 mengguna-

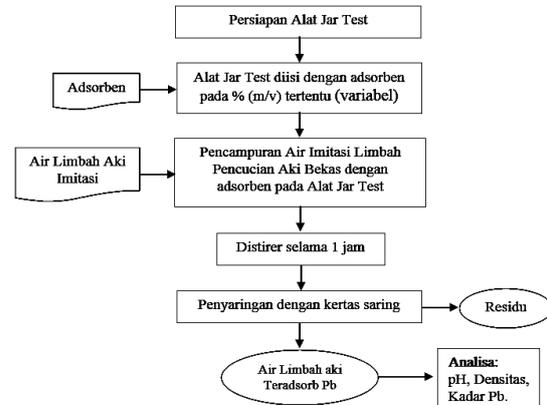
kan adsorben bahan alam dari biomasa. Pada penelitian ini, karbon aktif dan zeolite yang digunakan. Karbon aktif dan zeolite adalah bahan yang baik sebagai adsorben karena mempunyai daya adsorpsi yang baik. Struktur dan unsur pembangunnya, adsorben dapat digolongkan menjadi dua yaitu adsorben tidak berpori (*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 gm/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.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Fisika, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta. Bahan: karbon aktif, zeolit, Air limbah aki bekas, HCl, NaOH. Alat yang digunakan: bak perendam aki bekas, grinding, vibrator screen, kertas Saring, batang pengaduk, spatula, labu ukur, labu erlenmeyer, gelas beaker, neraca analitik, hot plate, oven, vacuum filter, kertas lakmus, piknometer. Dalam percobaan 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 % (m/v), 10 % (m/v), 15 % (m/v), 20 % (m/v), dan 25 % (m/v). Kemudian, dilakukan metode analisa penurunan kandungan Pb timbal, densitas dan pH. Kualitas air limbah *recycle* aki bekas dibandingkan dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No.5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah. Analisis data dilakukan, dimana kualitas air limbah *recycle* aki bekas yang telah dilakukan pengolahan dibandingkan dengan kualitas air limbah *recycle* aki bekas sebelum dilakukan pengolahan untuk mendapatkan nilai efektivitas yang disajikan dalam bentuk tabel.

Proses Adsorpsi



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN DISCUSSION

1. *Prosentase Penurunan kandungan Pb*

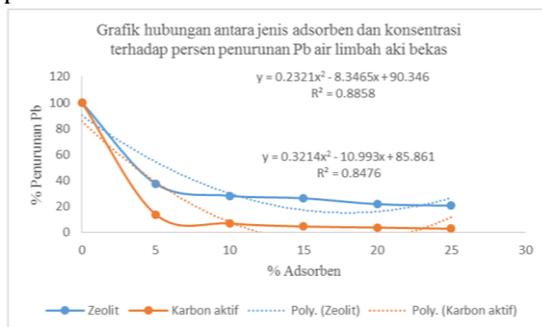
Penelitian ini dilakukan dengan dua jenis variabel; yaitu jenis adsorben (Zeolit dan Karbon aktif) dan konsentrasi adsorben 0%, 5 % (m/v), 10 % (m/v), 15 % (m/v), 20 % (m/v), dan 25 % (m/v). dengan volume sampel limbah aki bekas pada 100 ml. Limbah aki yang diperoleh dari proses adsorpsi dibedakan antara limbah awal dan hasil proses Limbah aki. Adsorben yang digunakan dalam proses adsorpsi pada pengolahan air limbah imitasi

aki bekas adalah karbon aktif dan zeolit. Karbon aktif dan zeolit yang diaktivasi secara fisika dan kimia yaitu dengan pencucian, pemanasan dan aktivasi dengan NaOH untuk karbon aktif dan HCl untuk zeolit. Aktivasi karbon dan zeolite agar pori-pori terbuka dan memiliki rongga, dimana rongga tersebut mampu menyerap sejumlah molekul-molekul yang ukurannya lebih kecil atau sama dengan ukuran rongga adsorben tersebut (Khimayah, 2015).

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

No.	Adsorben % (m/v)	Hasil akhir (%)
1	Zeolit 0 %	100 %
2	Zeolit 5 %	37.67 %
3	Zeolit 10 %	28.37 %
4	Zeolit 15 %	26.48 %
5	Zeolit 20 %	21.92 %
6	Zeolit 25 %	20.79 %
7	Karbon aktif 0 %	100 %
8	Karbon aktif 5 %	13.97 %
9	Karbon aktif 10 %	7.07 %
10	Karbon aktif 15 %	4.70 %
11	Karbon aktif 20 %	3.90 %
12	Karbon aktif 25 %	2.98 %

Data analisis dari efek jenis adsorben dan konsentrasi Pb pada limbah aki bekas disajikan dalam bentuk grafik yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan antara jenis adsorben dan konsentrasi terhadap prosentase penurunan kandungan Pb dalam air limbah aki bekas

Analisis data menggunakan Polinomial Orde 2 untuk mendapatkan korelasi antara jenis adsorben dan konsentrasi terhadap prosentase penurunan kandungan Pb dalam air limbah aki bekas Hasilnya disajikan pada Gambar 2.

Penambahan Karbon aktif menghasilkan $y = 0.3214x^2 - 10.993x + 85.861$ dengan $R^2 = 0.8476$, sedangkan Penambahan Zeolit meng-

hasilkan $y = 0.2321x^2 - 8.3465x + 90.346$ dengan $R^2 = 0.8858$, dengan hasil yang mewakili y dan x mewakili konsentrasi. Angka di atas menunjukkan bahwa semakin banyak adsorben ditambahkan, semakin banyak hasil yang dihasilkan.

Proses adsorpsi yang terjadi pada karbon aktif yaitu proses adsorpsi secara fisika, dimana proses penyerapan 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 [9]. Berdasarkan pada penelitian ini penurunan logam Pb yang optimum 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 Pb^{2+} yang terdapat pada limbah aki bekas. Penurunan ion logam Pb^{2+} dengan proses adsorpsi terjadi karena zeolit dapat berperan sebagai penyerap/adsorben [10]. Zeolit yang diaktivasi bersifat dehidrasi dan akan memiliki pori-pori yang terbuka. Semakin luas pori-pori zeolite 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 [8]. Atom oksigen 8 pada permukaan silika bebas bereaksi dengan air membentuk grup silanol (SiOH). Bentuk oksida yang lain juga bebas bereaksi dengan air membentuk hidroksida [7]. Ion H^+ pada bentuk hidroksida akan melemah dan mudah lepas dan mengakibatkan ion logam Pb^{2+} 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 25% (m/v) Zeolit dan masih diatas baku mutu. Sedangkan kation H^+ yang terdapat pada permukaan zeolite terlepas dan menyebabkan pH limbah menjadi asam.

2. Efek Dari Jenis dan % Berat Adsorben Pada Hasil

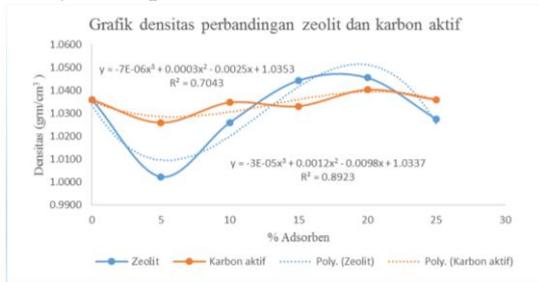
Hasil dihitung dari membandingkan densitas dari adsorpsi ke Limbah aki itu. Proses adsorpsi berlangsung selama 1 jam dan pada kecepatan tetap 150 rpm. Hasil lengkap dari

hasil dari berbagai jenis dan densitas adsorben disajikan pada Tabel 2.

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

No.	Adsorben % (m/v)	Densitas (g/cm ³)
1	Zeolit 0 %	1.036
2	Zeolit 5 %	1.0024
3	Zeolit 10 %	1.026
4	Zeolit 15 %	1.0444
5	Zeolit 20 %	1.0456
6	Zeolit 25 %	1.0276
7	Karbon aktif 0 %	1.036
8	Karbon aktif 5 %	1.026
9	Karbon aktif 10 %	1.0348
10	Karbon aktif 15 %	1.0332
11	Karbon aktif 20 %	1.0404
12	Karbon aktif 25 %	1.036

Analisis data tentang efek densitas dari jenis adsorben dan % berat pada hasil limbah aki bekas disajikan dalam bentuk grafik yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Efek dari jenis adsorben dan konsentrasi pada densitas dari limbah aki bekas dari proses adsorpsi.

Data dianalisis dengan Polinomial Orde 3 pada Zeolit dan pada Karbon aktif, yang menghasilkan rumus berikut. Penambahan Zeolit menghasilkan $y = -3E-05x^3 + 0.0012x^2 - 0.0098x + 1.0337$ dengan $R^2 = 0.8923$, sedangkan penambahan Karbon aktif menghasilkan $y = -7E-06x^3 + 0.0003x^2 - 0.0025x + 1.0353$ dengan $R^2 = 0.7043$, di mana y mewakili kepadatan dan x mewakili konsentrasi dan jenis adsorben.

Pengukuran Limbah aki bekas kepadatan adalah untuk menentukan berat Limbah aki bekas per satuan volume.

Data yang disajikan pada gambar 3 dengan adsorben 5% (m/v) menyebabkan naiknya densitas yang terserap, namun pada adsorben 10 – 25% (m/v) serapannya relative menurun. Terjadinya peningkatan adsorpsi impuritis pada Adsorben zeolit 5% (m/v), karena kerapatan sel zeolit dalam larutan sehingga menghasilkan interaksi yang cukup efektif antara pusat aktif dinding sel zeolit.

Selanjutnya adsorpsi impuritis menurun pada zeolit 10 - 25% (m/v). Hal ini menunjukkan bahwa berat dan jenis adsorben berpengaruh terhadap proses adsorpsi karena semakin bertambahnya berat adsorben, maka nilai densitas teradsorpsi terhadap ion juga semakin meningkat dan mencapai titik jenuh.

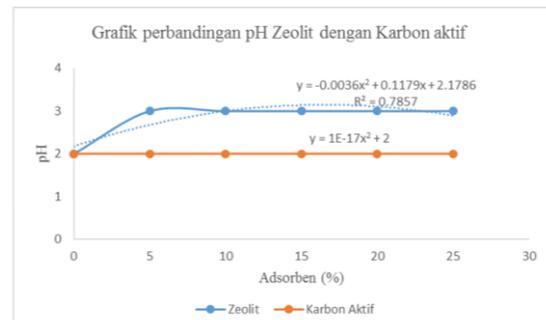
3. Efek dari jenis adsorben dan pH

Pengujian pH disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian pH dari jenis adsorben yang berbeda dan % (m/v) Adsorben

No.	Adsorben % (m/v)	pH
1	Zeolit 0 %	2
2	Zeolit 5 %	3
3	Zeolit 10 %	3
4	Zeolit 15 %	3
5	Zeolit 20 %	3
6	Zeolit 25 %	3
7	Karbon aktif 0 %	2
8	Karbon aktif 5 %	2
9	Karbon aktif 10 %	2
10	Karbon aktif 15 %	2
11	Karbon aktif 20 %	2
12	Karbon aktif 25 %	2

Efek dari jenis adsorben dan % berat pada pH limbah aki bekas disajikan dalam bentuk grafik yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Efek dari jenis adsorben dan % berat pada nilai-nilai pH Limbah Aki bekas dari proses adsorpsi

Hasil pengujian pH yang dianalisis menggunakan korelasi linear antara konsentrasi jenis adsorben dan nilai-nilai pH. Penambahan Zeolit menghasilkan $y = -0.0036x^2 + 0.1179x + 2.1786$ dengan $R^2 = 0.7857$, sedangkan Karbon aktif menghasilkan $y = 1E-17x^2 + 2$, dengan y mewakili pH dan x mewakili konsentrasi adsorben.

Gambar 4 menunjukkan bahwa konsentrasi adsorben yang lebih tinggi, semakin tinggi nilai-nilai pH. pH akan mempengaruhi daya serap permukaan adsorben, tingkat ionisasi, dan spesies yang terserap dalam pro-

ses adsorpsi [11]. Nilai-nilai pH juga mempengaruhi kesetimbangan kimia dari adsorbates serta adsorben. Dalam variasi pH ini, kemungkinan ikatan kimia antara adsorben dan adsorbat dapat terjadi.

4. KESIMPULAN

1. *Kesimpulan dari penelitian ini adalah:*

- a. Persentase penurunan kandungan Pb yang optimum terjadi pada jenis adsorben karbon aktif sebesar 2.98 % dari 8.02 mg/L menjadi 0.239 mg/L konsentrasi adsorben 25% (m/v) . Sifat fisik pH dan densitas adsorben zeolit konsentrasi adsorben 5% (m/v) pH 3 nilai densitas 1.0024 grm/cm³. formula dari Karbon aktif $y = 0.3214x^2 - 10.993x + 85.861$ dengan $R^2 = 0.8476$
- b. Hasil penurunan kandungan Pb dengan adsorben Karbon aktif persentase penurunan Pb sebesar 2.98 % dari 8.02 mg/L menjadi 0.239 mg/L nilai parameter masuk standar yang diujikan berada di baku mutu menurut PERMEN LH No. 5 Th. 2014 dan sifat fisik (densitas, pH) densitas ada perubahan dari 1.0360 grm/cm³ menjadi 1.0276 grm/cm³ terjadi penurunan massa jenis. pH masih berada di atas baku mutu tidak efektif dan tidak aman terhadap ambang batas pencemaran lingkungan, pH perlu dilakukan uji lanjutan dalam pengolahan limbah recycle aki bekas dengan melakukan netralisasi limbah sebelum pengolahan karena pH limbah *recycle* aki bekas sangat asam yaitu 2.
- c. Hasil optimal dari penelitian ini adalah dari penambahan karbon aktif dengan konsentrasi 25% (m/v) adsorben karbon aktif dengan hasil penurunan Pb 0.239 mg/L ($y = 0.3214x^2 - 10.993x + 85.861$ dengan $R^2 = 0.8476$), nilai densitas 1.0024 grm/cm³ ($y = -3E-05x^3 + 0.0012x^2 - 0.0098x + 1.0337$ dengan $R^2 = 0.8923$), dan nilai pH dari 3 ($y = -0.0036x^2 + 0.1179x + 2.1786$ dengan $R^2 = 0.7857$).

2. *Pengakuan*

Dengan selesainya penelitian ini saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Allah SWT, orang tua, kedua dosen pembimbing yaitu Dr.Ir. Tri Yuni Hendrawati, M.Si yang sudah memberikan

dana penelitian dan bimbingannya, Ibu Dr.Ir. Ismiyati, MT yang sudah memberikan bimbingannya, dosen magister teknik kimia umj, serta kepada teman-teman S2 Teknik kimia UMJ 2017 dan semua orang yang telah berperan dalam membantu penelitian yang tidak dapat di ucapkan satu persatu. Harapan saya penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua dan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Azamia, M. 2012. *Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Kimia Dalam Penurunan Kadar Organik Serta Logam Berat Fe, Mn, Cr Dengan Metode Koagulasi dan Adsorpsi*. FMIPA UI: Jakarta.
- [2] Fajarwati, I. 2015. *Pengolahan Air Tanah Dengan Sistem Multifiltrasi Menggunakan Cangkang Kerang, Zeolit, Dan Karbon Aktif*. Jurnal Mahasiswa S1 Teknik Lingkungan: Vol. 1, No. 1. UNTAN: Pontianak.
- [3] Furlan FR, da Silva LGdM, Morgado AF, de Souza AAU. Removal of reactive dyes from aqueous solutions using combined coagulation/flocculation and adsorption on activated carbon. *Resources, Conservation and Recycling*. 2010;54:283-90.
- [4] Kristiana I, Joll C, Heitz A. 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*. 2011;83:661-7.
- [5] Lee J-W, Choi S-P, Thiruvengkatachari R, Shim W-G, Moon H. Submerged microfiltration membrane coupled with alum coagulation/powdered activated carbon adsorption for complete decolorization of reactive dyes. *Water Research*. 2006;40:435-44.
- [6] Papić S, Koprivanac N, Božić AL, Meteš A. Removal of some reactive dyes from synthetic wastewater by combined Al (III) coagulation/carbon adsorption

- process. *Dyes and Pigments*. 2004;62: 291-8.
- [7] Hendra, R. 2008. *Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Dasar Batubara Indonesia Dengan Metode Aktivasi Fisika dan Karakteristiknya*. Departemen Teknik Mesin. UI: Jakarta.
- [8] Iswanto, W.N.A.; Moelyaningrum, A.D.; dan Pujiati, R.S. 2016. *Penurunan Kadar Logam Timbal Pada Limbah Cair Percetakan Dengan Zeolit Alam Teraktivasi (Studi Pada Limbah Cair Percetakan X Jember)*. Jember.
- [9] Khimayah. 2015. *Variasi Diameter Zeolit Untuk Menurunkan Kadar Besi (Fe) Pada Air Sumur Gali*. Universitas Diponegoro: Semarang.
- [10] Nurlina.; Zahra, T.A.; Gusrizal; dan Kartika, I.D. 2015. *Efektivitas Penggunaan Tawas dan Karbon Aktif Pada Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu*. Prosiding SEMIRATA 2015 Bidang MIPA BKS-PTN Barat. Hal. 690-699. Universitas Tanjungpura. Pontianak.
- [11] Setiaka, J; Ulfin, I; dan Widiastuti, N. 2010. *Adsorpsi Ion Logam Cu (II) Dalam Larutan Pada Abu Dasar Batu Bara Menggunakan Metode Kolom*. Prosiding Kimia FMIPA ITS: Surabaya.
- [12] Susanawati, D.L.; Bambang, S.; dan Kustamar. 2011. *Penurunan Kandungan Logam Berat Pada Air Lindi Dengan Media Zeolit Menggunakan Metode Batch Dan Metode Kontinyu*. Jurnal AGROINTEK. Vol. 5, No. 2. Malang.