

P-51

**PENGARUH pH TERHADAP ADSORPSI LOGAM Fe DENGAN  
MENGUNAKAN ABU LAYANG SEBAGAI ADSORBEN**

***THE INFLUENCE OF pH ON THE ADSORPTION OF HEAVY METAL (Fe)  
BY USING FLY ASH AS ADSORBEN***

**Candra Irawan<sup>1\*</sup>, Mohamad Isram M.Ain<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>*Politeknik Negeri Balikpapan Jl. Soekarno hatta Km.8 Balikpapan*

<sup>\*</sup>*E-mail: candra.irawan@poltekba.ac.id*

Diterima 20-10-2018	Diperbaiki 26-11-2018	Disetujui 20-12-2018
---------------------	-----------------------	----------------------

**ABSTRAK**

Kota Balikpapan mempunyai karakteristik kualitas air tanah yang masih dibawah standar air bersih hal ini dikarenakan air tanah mengandung logam besi yang sangat tinggi sehingga air tanah yang dihasilkan masih berwarna kuning dan berbau. Oleh karena itu perlu adanya adsorben yang digunakan untuk mengadsorpsi logam Fe salahsatunya dengan menggunakan adsorben abu layang. Tahap penelitian yang dilakukan antara lain preparasi abu layang, aktivasi abu layang dengan HCl, karakterisasi abu layang dengan SEM, penentuan kondisi pH optimum adsorpsi ion logam Fe oleh adsorben abu layang (fly ash). Penentuan pengaruh pH larutan sintesis Fe dilakukan menggunakan adsorben abula yang dengan massa optimum 2,5g, lama kontak optimum 60 menit dan kecepatan pengadukan sebesar 100 rpm. Penentuan pengaruh pH dilakukan dengan variasi pH 2,3,4,5,6,dan 7. Hasilnya pada pH 2 sampai pH 5 terjadi peningkatan persentase adsorpsi, pada pH 6 sampai pH 7 menunjukkan penurunan persentase adsorpsi.

***Kata kunci: Fe, abu layang, pH dan adsorpsi***

**ABSTRACT**

*Balikpapan City has groundwater quality characteristics that are still below the clean water standard, this is because groundwater contains iron metal which is very high so that the ground water produced is still yellow and smelly. Therefore, it is necessary to have adsorbents which are used to adsorb Fe metal, one of them is by using fly ash adsorbent. The research phases included preparation of fly ash, activation of fly ash with HCl, characterization of fly ash with SEM, determination of optimum pH conditions for adsorption of Fe metal ions by fly ash adsorbent. Determination of the effect of pH on Fe synthesis solution was carried out using adsorption of fly ash with optimum mass of 2.5 g, optimum contact time of 60 minutes and stirring speed of 100 rpm. Determination of the effect of pH was carried out with a variation of pH 2, 3, 4, 5, 6, and 7. The results at pH 2 to pH 5 increased the percentage of adsorption, at pH 6 to pH 7 showed a decrease in the percentage of adsorption.*

***Keywords: Fe, fly ash, pH and adsorption***

## PENDAHULUAN

Kota Balikpapan mempunyai karakteristik kualitas air tanah yang masih dibawah standar air bersih hal ini dikarenakan air tanah mengandung logam besi yang sangat tinggi sehingga air tanah yang dihasilkan masih berwarna kuning dan berbau. Air tanah adalah semua air yang terdapat di bawah permukaan tanah termasuk air yang terdapat dalam pori-pori tanah. Kedalaman air tanah tidak sama pada setiap tempat tergantung pada ketebalan lapisan permukaan di atasnya dan kedudukan lapisan air tanah tersebut. Sedangkan jenis tanah yang terdapat di Kota Balikpapan terdiri dari Alluvial 5%, Podsolik merah kuning 80% dan tanah pasir 15%. Kondisi jenis tanah ini salah satu yang penyebab mengapa air tanah di Balikpapan kurang memenuhi standar kualitas air bersih. Bahan adsorben yang dapat digunakan untuk proses adsorpsi salah satunya adalah abu layang. Keuntungan menggunakan adsorben abu layang adalah murah karena berasal dari limbah PLTU, dapat digunakan untuk mengadsorpsi logam berat dalam pengolahan limbah cair (Papandrea, 2007). Selain itu abu layang juga dapat dimanfaatkan sebagai adsorben logam berat termasuk Fe karena memiliki gugus aktif dalam struktur kimianya yakni  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (Mattigold et al., 1990). Menurut Widhiati (2008) untuk memperoleh adsorben dengan kapasitas adsorpsi yang tinggi dapat dilakukan melalui aktivasi menggunakan larutan asam ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Aktivasi tersebut bertujuan selain untuk meningkatkan luas permukaan spesifik pori dan situs aktifnya juga melarutkan pengotor pada material sehingga pori-pori menjadi lebih terbuka. Hal ini mengakibatkan luas permukaan spesifik porinya menjadi meningkat dan kapasitas adsorpsi pada adsorben juga meningkat.

Berdasarkan paparan di atas ternyata abu layang batubara memiliki potensi yang besar sebagai adsorben yang ramah lingkungan dengan terlebih dahulu dilakukan aktivasi secara fisika dan kimia untuk meningkatkan kapasitas adsorpsinya.

## METODOLOGI

### Bahan

Abu layang, air sumur dari Kelurahan Lamaru Balikpapan, HCl p.a (98%, bj 1,84), NaOH (p.a), akuades dan kertas saring whatman no 41.

### Alat

Oven merk Fisher Scientific Isotemp Oven Model 655F, ayakan (150 dan 180 mesh), timbangan analitik merk mettler AE.50, seperangkat alat gelas, shaker rotator type H-SR-200, pH meter (Onilab, Schott Gerate pH-Meter CG 820), pengaduk magnetik (Heidolph MR 1000) dan *Scanning Electron Microscope* (SEM) JEOL JSM-6390A.

### Tahapan Penelitian

#### Aktivasi abu layang batubara

Abu layang ditimbang 10 g, kemudian dimasukkan kedalam gelas kimia dan ditambah 30 mL larutan HCl dengan variasi konsentrasi 4M, 6M dan 8M. Setelah itu campuran direndam selama 24 jam setelah itu disaring dan dicuci dengan akuades sampai pH 7. Abu layang yang telah dicuci kemudian dikeringkan dalam oven pada temperature  $110^\circ\text{C}$  selama 3 jam.

#### Karakterisasi abu layang dengan SEM

Pengamatan struktur mikro dan komposisi kimia abu layang (*fly ash*) dengan menggunakan SEM sebagai berikut, sampel abu layang (*fly ash*) dari aktivasi yang telah bersih dan kering masing-masing ditempelkan pada pemegang sampel (*sample holder*) dengan perekat dua sisi dilanjutkan dengan pelapisan tipis dengan emas dalam mesin pelapis tipis (*sputter*). Kemudian dilakukan pengamatan struktur mikro dan komposisi kimianya dengan SEM pada 20 kV dan perbesaran 6000 kali.

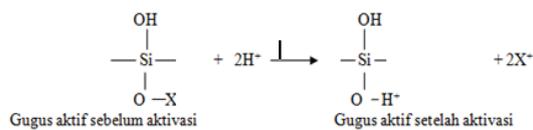
#### Penentuan pengaruh pH terhadap adsorpsi logam Fe.

Larutan  $\text{FeCl}_3$  masing-masing sebanyak 50 mL (7 sampel) dengan konsentrasi 20 ppm dengan diatur variasi pH = 2,3,4,5,6,7 dan 8 (pengaturan pH ditambahkan larutan NaOH dan HCl) kemudian ditambah adsorben abu layang setelah itu diaduk dengan kecepatan 100 rpm selama 30 menit. Selanjutnya larutan disaring dengan menggunakan kertas saring dan filtratnya diambil sebanyak 5 mL kemudian diukur absorbansinya menggunakan SSA dengan panjang gelombang 248,3 nm. Setelah itu dibuat kurva antara %Fe yang teradsorpsi dengan variasi pH. Dari kurva tersebut akan didapatkan pH optimum.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Aktivasi Abu layang menggunakan HCl

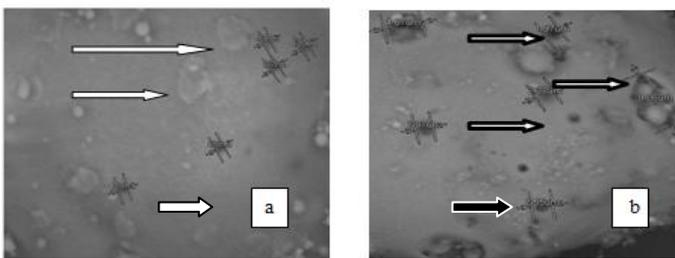
Sebelum abu layang digunakan untuk proses adsorpsi harus diaktivasi terlebih dahulu dengan asam klorida (HCl) dengan variasi konsentrasi 4M, 6M dan 8M. Aktivasi dengan HCl bertujuan untuk menghilangkan zat pengotor yang ada pada abu layang dan tergantikan dengan ion  $H^+$ , hal ini terjadi karena abu layang mempunyai gugus aktif yang mudah melepaskan proton yaitu gugus asam Bronsted (Poerwadi, dkk, 1995). Peristiwa tersebut dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Proses aktivasi pada abu layang.

### Karakterisasi abu layang dengan Scanning Electron Microscope (SEM).

Abu layang sebelum diaktivasi dengan asam klorida memiliki perbedaan morfologi permukaan dengan abu layang setelah aktivasi dengan HCl. Jika abu layang diaktivasi dengan senyawa asam dengan konsentrasi 8M memiliki luas permukaan spesifik lebih besar daripada abu layang tanpa diaktivasi sebesar  $16,1306 \text{ m}^2/\text{g}$  sedangkan abu layang tanpa aktivasi hanya  $4,3461 \text{ m}^2/\text{g}$ .



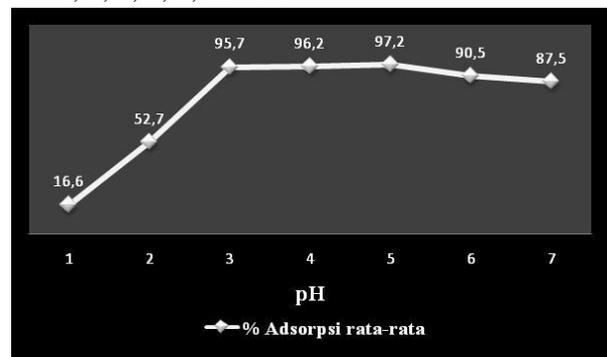
Gambar 2. Mikrograf SEM Abu layang (a) abu layang sebelum aktivasi (b) abu layang setelah aktivasi (= zat pengotor yang menutupi permukaan adsorben) (= menunjukkan pori)

Terlihat pada gambar 2(a) beberapa pori abu layang tertutup dengan zat pengotor dengan jumlah pori lebih sedikit dibanding jumlah pori setelah diaktivasi serta menunjukkan diameter pori abu layang sebelum aktivasi ( $566 \text{ nm} - 761 \text{ nm}$ )

dibandingkan dengan diameter pori abu layang setelah diaktivasi dengan HCl sebesar ( $1,97 - 9,06 \mu\text{m}$ ). Sedangkan pada gambar 2(b) terlihat jumlah pori abu layang setelah aktivasi lebih banyak dari pada jumlah pori abu layang sebelum aktivasi dengan asam. Kemudian permukaan abu layang setelah aktivasi terlihat zat pengotor sudah tidak menutupi pori abu layang.

### Pengaruh pH larutan terhadap Adsorpsi logam Fe

Larutan logam Fe yang digunakan adalah larutan sintesis  $\text{FeCl}_3$  diadsorpsi menggunakan abu layang yang mempunyai massa optimum 2,5 gram dengan lama kontak 60 menit pada kecepatan pengadukan 100 rpm. Dimana variasi pH yang digunakan adalah pH 2, 3, 4, 5, 6, dan 7.



Gambar 3. Kurva pengaruh variasi pH terhadap % adsorpsi Fe.

Berdasarkan data dalam gambar 3. menyatakan bahwa pada pH 2 sampai pH 5 terjadi peningkatan persentase adsorpsi, pada pH 5 sampai pH 7 menunjukkan penurunan persentase adsorpsi ion  $\text{Fe}^{2+}$ . Pada pH rendah adsorpsi terjadi relatif karena pada kondisi ini gugus aktif silanol akan terprotonasi. Hal ini berarti jika silanol mempunyai  $\text{pK}_a = 3,5$  maka  $\text{pH} < \text{pK}_a$ , gugus aktif silanol terprotonasi dan tidak akan berikatan dengan  $\text{Fe(II)}$ . Pada pH optimum yakni  $\text{pH} = 5$ , gugus aktif silanol akan mengalami deprotonasi ( $\text{SiO}^-$ ) dimana muatan negatif dari gugus silanol akan mengikat muatan positif dari  $\text{Fe(II)}$ . Hal ini berarti jika  $\text{pH} > \text{pK}_a$  gugus aktif silanol akan bermuatan negatif dan akan berada dalam bentuk anion pada pH diatas 5 sehingga logam  $\text{Fe(II)}$  akan cenderung berinteraksi dengan gugus  $\text{SiO}^-$ .

Pada pH 5 sampai pH 7 terjadi penurunan persentase adsorpsi. Hal ini terjadi karena pH diatas 5,  $\text{Fe}^{2+}$  mulai mengalami

hidrolisis dan  $\text{Fe}^{2+}$  akan membentuk  $\text{Fe}(\text{OH})^+$  yang lebih stabil dimana  $\text{Fe}(\text{OH})^+$  mempunyai kemampuan elektrostatik yang lebih tinggi dari  $\text{Fe}^{2+}$  sehingga  $\text{Fe}(\text{OH})^+$  yang telah terikat membentuk asosiasi ion yang sulit terdisosiasi kembali menjadi  $\text{SiO}_2^-$  dan  $\text{Fe}(\text{OH})^+$  dan dapat mengakibatkan penurunan daya adsorpsi Fe.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan aktivasi adsorben abu layang menggunakan hci berpengaruh terhadap karakteristik adsorben abu layang dengan meningkatnya jumlah pori yang terbuka pada abu layang yang sudah diaktivasi dan kondisi pH optimum adsorpsi logam Fe pada pH 5.

### SARAN

Perlu diteliti kembali untuk menambah karakterisasi abu layang dengan XRF, FTIR dan KTK.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mewakili penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Balikpapan khususnya P3M Politeknik Negeri Balikpapan yang sudah memfasilitasi kami untuk mempublikasi Jurnal penelitian kami..

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Danielyn, "Analisa kualitas air bersih di Balikpapan", Balikpapan, (2009)
- [2] Dede Fajar I., "Aktivasi Abu Layang Batubara dengan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sebagai Adsorben Ion Logam Pb(II) dan Zn(II)", (2010).
- [3] Eaton, Andrew. Et. al., Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 21st Edition. Maryland—USA : American Public Health Association, (2005).
- [4] El-latif, M.M.A., Amal M. Ibrahim, M.F. El-Kady, Adsorption Equilibrium, Kinetics and Thermodynamic of Methylene Blue from Aqueous Solutions Using Biopolymer Oak Sawdust Composite, Journal of American Science, (2010) Vol., 6 pp 1-6.
- [5] Gretchen K. Hoffman, Uses of fly ash from New Mexico Coals, New Mexico Geology, ISSN 0196-948X, (2000) Vol., 22, No 2.
- [6] Jumaeri, W. Astuti, Preparasi dan karakterisasi zeolit dari abu layang batubara secara alkali hidrotermal, Jurnal Reaktor, (2007) Vol., 11 hal: 38-44.
- [7] Karthikeyan, G., Anbalagan, K., Andal, N.M., Adsorption Dynamics and equilibrium Studies of Zn(II) onto Chitosan. Indian J. Chem. Sci. (2004), Vol., 116 (2), pp. 119-127.
- [8] Lathif rizal, Penggunaan fly ash batubara untuk mengadsorpsi malasit hijau, jurusan mipa, pasca sarjanauinmalang, (2003).
- [9] Mattigold S.V., C.C. Ainsworth, L.E. Eary and D. Rai, Geochemical factors controlling the mobilization of inorganic constituents from fossil fuel combustion residues: I. Review of the major elements. J. Environ. (1990), Vol., 1918, pp 8-201.
- [10] Nicolette Rebecca H., The Application of High Capacity Ion Exchange Adsorbent Material, Synthesized from Fly Ash and Acid Mine Drainage for The Removal of Heavy and Trace Metals from Secondary Co-disposed Process Waters, University of Western Cape, (2005)
- [11] Papandreou, A, C.J Stournaras, D. Panias., Copper and cadmium adsorption on pellets made from fired coal fly ash, Science Direct. Journal of Hazardous Material. (2007), Vol., 148, pp 538-547.
- [12] Peraturan Menteri Kesehatan, Syarat-syarat dan pengawasan Kualitas Air, PerMenKes RI No 416/Per/IX/1990, Jakarta, (1990).
- [13] Widihati, I.A. Gede., Adsorpsi Anion Cr(VI) oleh Batu Pasir Teraktivasi Asam dan Tersalut  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , Jurnal Kimia II. Bukit Jimbaran: Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, (2008).