

Penyisihan Kadar Logam Fe dan Mn Pada Air Gambut Dengan Pemanfaatan Geopolimer Dari Kaolin Sebagai Adsorben

Ade Anggriawan¹⁾, Edy Saputra²⁾, Monita Olivia²⁾

¹⁾ Mahasiswa Prodi Teknik Lingkungan, ²⁾ Dosen Teknik Kimia dan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Binawidya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5, Pekanbaru Kode Pos 28293
E-mail: ade.anggriawan@yahoo.com

ABSTRACT

Geopolymer is kind of synthetic compound that made by synthesizing alumino and silicate, known has similarity with zeolit. In this study elaborate that geopolymer which made by kaolin used for adsorben to remove ion Ferrum and Mangan in peat water by using adsorption process. The influence of ratio alkaline activator to kaolin and adsorbent dosage examined at constant particle size and contact time to analyzed the efficiency of removal Ferrum and Mangan by using batch system. The adsorption process of geopolymer by using batch system made of kaolin as an adsorption prove that geopolymer which made by kaolin have excellence ability to removing Ferrum and Mangan from peat water.

Keyword: Peat water, Geopolymer, Kaolin, Ratio, Ferrum, Mangan

PENDAHULUAN

Luas lahan gambut Indonesia merupakan salah satu yang terbesar di dunia. Berdasarkan survei dan perhitungan dari Wahyunto *et al* (2005), diperkirakan luas lahan gambut di Indonesia adalah sekitar 20,6 juta hektar. Luas tersebut berarti sekitar 10,8 % luas daratan Indonesia. Di Sumatra sendiri luas lahan gambutnya adalah sekitar 7,2 juta hektar dan daerah Riau memiliki 4.043.601 hektar luas lahan gambut atau sekitar 56% dari luas lahan gambut pada pulau Sumatra. Pada lahan gambut juga terdapat air permukaan yang biasa disebut dengan air gambut, karena kandungan air pada permukaan lahan ini telah tercemar oleh kondisi lahan gambut disekitarnya. Jumlah air gambut di lahan gambut cukup banyak, hal inilah yang menjadikan

air gambut merupakan sumber air baku yang potensial di daerah Riau .

Menurut Setiasih (2010), Air gambut merupakan air permukaan dari tanah bergambut atau air yang mengalir diatas tanah gambut. Umumnya air gambut memiliki intensitas warna yang tinggi (berwarna coklat kemerahan), pH yang rendah, kadar zat organik yang tinggi, kekeruhan dan kandungan partikel tersuspensi yang rendah serta kandungan kation yang rendah.

Air gambut juga memiliki kandungan logam pencemar didalamnya, seperti Fe dan Mn. Logam pencemar ini biasanya merupakan unsur bebas yang melekat pada tanah dan batuan yang kemudian terbawa oleh air atau berasal limbah dari suatu industri. Kandungan Fe dan Mn yang terlalu banyak didalam air akan memberikan dampak buruk bagi

kesehatan manusia, untuk itulah harus dilakukan pengolahan air gambut untuk menyisihkan Fe dan Mn yang ada pada air gambut.

Majunya ilmu pengetahuan memberikan banyak solusi dalam mengolah air gambut, salah satunya adalah menggunakan geopolimer berbahan kaolin sebagai media adsorben dalam menyisihkan kandungan logam Fe dan Mn yang terdapat dalam air gambut. Geopolimer adalah bahan yang terbuat dari bahan-bahan alam non organik lewat proses polimerisasi. Bahan dasar utama yang diperlukan untuk pembuatan material geopolimer ini adalah bahan-bahan yang banyak mengandung unsur-unsur silikon dan aluminium (Davidovits, 1994).

Oleh karena itu, pada penelitian ini akan menggunakan kaolin sebagai bahan dasar pembuatan geopolimer dengan pengaruh variasi rasio larutan alkali per kaolin dan massa adsorben dalam proses adsorpsi logam pencemar Fe dan Mn yang ada pada air gambut. Penelitian ini akan dilakukan dengan variasi rasio larutan alkali per kaolin sebagai berikut 0,2 dan 0,6 sedangkan variasi massa adsorben adalah sebagai berikut 0,5, 1, 1,5, 2 dan 2,5 gr. Diharapkan dengan variasi ini berpengaruh untuk menyisihkan Fe dan Mn pada air gambut sehingga air hasil olahan memiliki kandungan Fe dan Mn yang sesuai dengan Permenkes No.416/MENKES/PER/IX/1990 tentang Baku Mutu Air Bersih.

Tujuan dari penelitian ini adalah: mengetahui pengaruh rasio larutan alkali per kaolin dan massa adsorben pada geopolimer untuk

menurunkan Fe dan Mn pada pengolahan air gambut, menghitung efisiensi penurunan Fe dan Mn pada air gambut yang telah diolah dan membandingkan nya air gambut hasil pengolahan dengan Permenkes No. 416/MENKES/PER/IX/1990.

METODA PENELITIAN

Berikut merupakan cara pembuatan geopolimer sampai proses pengolahan terhadap air gambut:

1. Bahan yang akan digunakan ditimbang terlebih dahulu sesuai dengan perhitungan dan variabel yang digunakan.
2. NaOH 16 M dicampurkan dengan Na_2SiO_3 dengan rasio $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$ adalah 0,5. Lalu aduk hingga rata, campuran ini disebut larutan alkali aktivator.
3. Kemudian larutan alkali aktivator dicampurkan dengan kaolin sesuai dengan variasi rasio larutan alkali terhadap kaolin 0,2 dan 0,6. Campuran tersebut lalu diaduk menggunakan mixer selama ± 15 menit sambil ditambahkan aquadest perlahan sampai terbentuk pasta.
4. Kemudian pasta dituang ke dalam cetakan dan dibungkus dengan *aluminium foil*.
5. Cetakan dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 85°C selama 24 jam.
6. Selanjutnya cetakan dikeluarkan dan dibiarkan pada suhu ruangan selama 3 hari.
7. Setelah 3 hari geopolimer dicuci dengan aquadest hingga pH netral dan kemudian dioven dengan suhu 105°C selama 1 jam.
8. Geopolimer kemudian digerus dan disaring dengan menggunakan saringan 200 mesh sehingga

- didapatkan partikel yang berukuran < 0,074 mm.
- Kemudian variasikan massa adsorben untuk tiap rasio masing-masing 0,5 gr, 1 gr, 1,5 gr, 2 gr dan 2,5 gr. Masukkan kedalam 200 mL air gambut lalu diaduk menggunakan *Jar test* dengan kecepatan 240 rpm selama 30 menit.
 - Untuk hasil yang lebih maksimal sebelum dilakukan pengujian terhadap sampel hasil pengolahan, dilakukan pemisahan padatan dan cairan dengan menggunakan kertas saring whatman 42, kemudian simpan pada botol sampel untuk dilakukan analisa hasil uji Fe dan Mn.
 - Menghitung efisiensi penurunan intensitas warna dan zat organik dengan rumus :

$$\eta = \frac{(C_{in} - C_{ef})}{C_{in}} \times 100\%$$

Persamaan (1)
 Dimana :
 η : Efisiensi penurunan (%)
 C_{in} : Konsentrasi awal
 C_{ef} : Konsentrasi akhir
 - Prosedur kerja untuk menganalisis uji parameter pada penelitian ini dapat dilihat pada Lampiran A, B, dan C sesuai dengan SNI.
 - Hasil pengujian dibandingkan dengan Permenkes No.416/MENKES/PER/IX/1990 tentang Baku Mutu Air Bersih.

Analisa yang dilakukan terdiri dari:

- Dilakukan pengujian terhadap sampel sebelum dan sesudah ditambahkan adsorben geopolimer untuk mengetahui pengaruh rasio larutan alkali per kaolin dan massa adsorben.
- Uji parameter penelitian meliputi Fe dan Mn dilakukan sebanyak dua kali untuk melihat kesamaan pada hasil atau apakah terjadi perubahan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Air yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari Desa Air Terbit, Kecamatan Tapung, Kabupaten Kampar. Uji karakteristik pada air gambut ini meliputi kandungan Fe dan Mn yang ada pada air gambut. Adapun hasil kandungan Fe dan Mn yang terdapat dalam Desa Air Terbit, Kecamatan Tapung, Kabupaten Kampar ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Analisa Uji Karakteristik Air Gambut

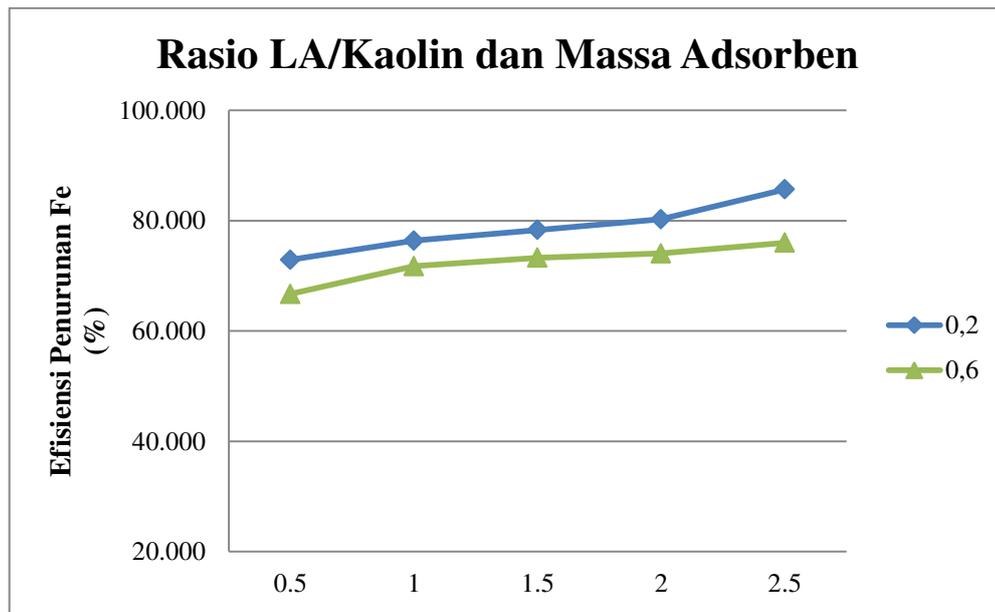
No.	Parameter	Satuan	Hasil Analisa
1.	Fe	mg/L	2,066
2.	Mn	mg/L	1,819

Berdasarkan data dari Tabel 1 di atas menunjukkan bahwa air gambut Desa Air Terbit ini tidak memenuhi standar yang ditetapkan pemerintah melalui Permenkes No.

416/MENKES/PER/IX/1990 tentang Baku Mutu Air Bersih. Berdasarkan standar tersebut, kadar maksimum Fe dan Mn yang diperbolehkan adalah 1 mg/L untuk Fe dan 0,5 mg/L untuk

Mn. Untuk itu perlu dilakukan pengolahan lebih lanjut agar air gambut tersebut agar memenuhi standar yang ditetapkan Pemerintah melalui Permenkes No. 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang Baku Mutu Air Bersih.

Analisa uji parameter penelitian terhadap pengaruh rasio larutan alkali terhadap kaolin dan massa adsorben sesudah dilakukan pengolahan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Pengaruh Rasio Perbandingan Larutan Alkali per Kaolin dan Massa Adsorben Pada Efisiensi Penurunan Fe

Berdasarkan Gambar 1 terjadi penurunan efisiensi terhadap penurunan Fe seiring meningkatnya rasio alkali/kaolin yang digunakan dalam pembuatan geopolimer. Dari hasil pengujian didapatkan rasio geopolimer dengan rasio alkali/kaolin 0,2 lebih baik dalam menyerap ion Fe yang terdapat pada air gambut dibandingkan dengan geopolimer dengan rasio alkali/kaolin 0,6. Hal ini disebabkan jumlah larutan alkali yang semakin meningkat. Larutan alkali terbuat dari campuran antara NaOH dan Na_2SiO_3 . Dimana NaOH berfungsi untuk mereaksikan unsur-unsur

silikon (Si) dan aluminium (Al) yang terkandung dalam geopolimer sehingga menghasilkan ikatan polimer yang kuat. Ion OH^- pada NaOH merupakan elemen penting pada tahap proses geopolimerisasi. Ion ini diperlukan untuk meningkatkan reaksi pemutusan rantai silika dan alumina, kemudian membentuk ikatan Si-OH dan Al-OH dalam jumlah besar (Putri, 2013), sedangkan Na_2SiO_3 berperan dalam mempercepat reaksi polimerisasi (Ekaputri *et al*, 2007) dan sebagai perekat antara material-material sehingga membentuk pasta yang padat (Olivia, 2005). Namun

peningkatan jumlah larutan alkali dalam pembuatan geopolimer menghasilkan ikatan polimer yang kuat dengan jumlah besar, dimana memiliki jumlah pori yang semakin sedikit. Dalam proses adsorpsi jumlah pori pada adsorben akan mempengaruhi luas permukaan adsorben yang dapat digunakan untuk menyerap adsorbat, sehingga semakin banyak pori maka akan semakin luas permukaan adsorben dan semakin banyak adsorbat yang dapat diserap. Semakin besar larutan alkali yang digunakan dalam pembuatan geopolimer akan menghasilkan geopolimer dengan kemampuan adsorpsi yang semakin rendah. Hal itulah yang mengakibatkan terjadi penurunan efisiensi penyerapan Fe dan Mn pada setiap peningkatan rasio larutan alkali per kaolin.

Pengaruh massa adsorben geopolimer terhadap efisiensi penurunan Fe pada air gambut dapat dilihat pada gambar 1, dimana didapat hasil pengujian bahwa selalu terjadi peningkatan efisiensi penurunan Fe pada air gambut di setiap kenaikan massa adsorben. Massa adsorben 2,5 gr selalu memiliki efisiensi penurunan yang paling tinggi untuk tiap rasio perbandingan alkali/kaolin yang telah divariasikan. Hal ini berbanding lurus dengan faktor adsorpsi dimana dinyatakan bahwa, semakin banyak massa adsorben yang digunakan semakin tinggi pula tingkat efisiensinya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin banyak massa adsorben yang dimasukkan ke dalam 200 mL air gambut, maka akan semakin banyak

pula Fe yang teradsorpsi oleh adsorben.

Dari hasil penelitian ini didapatkan efisiensi penurunan Fe dan Mn selalu naik pada setiap peningkatan jumlah adsorben geopolimer, namun selalu terjadi penurunan efisiensi pada setiap peningkatan rasio larutan alkali terhadap kaolin. Dimana didapatkan variasi terbaik untuk menyisihkan Fe dan Mn yang ada dalam air gambut dengan menggunakan geopolimer berbahan dasar kaolin adalah pada saat rasio alkali/kaolin 0,2 dengan massa adsorben 2,5 gr. Didapatkan efisiensi penurunan Fe sebesar 85,67 % dari 2,066 mg/L menjadi 0,296 mg/L dan Mn sebesar 77,55 % dari 1,819 mg/L menjadi 0,408 mg/L. Hasil akhir air gambut yang telah diolah menunjukkan bahwa Fe dan Mn yang ada dalam air hasil olahan tersebut telah sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan, yaitu dibawah 1 mg/L untuk kandungan Fe dan dibawah 0,5 mg/L untuk kandungan Mn.

KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini adalah:

1. Geopolimer dari kaolin sebagai adsorben telah berhasil dan dapat digunakan dalam menyisihkan kandungan Fe dan Mn yang ada pada air gambut
2. Efisiensi penurunan Fe dan Mn pada air gambut yang tertinggi yaitu pada saat rasio larutan alkali per kaolin 0,2 dan massa adsorben 2,5 gr dengan penurunan Fe sebesar 85,67 % dan Mn sebesar 77,55 %. Dimana hasil sesuai dengan baku mutu dalam Permenkes RI No.416/MENKES/PER/IX/1990

3. Semakin tinggi rasio larutan alkali per kaolin dalam pembuatan geopolimer akan mengurangi efisiensi penurunan Fe dan Mn pada air gambut, namun semakin besar massa adsorben yang digunakan maka akan semakin tinggi pula efisiensi penurunan Fe dan Mn pada air gambut.

SARAN

Saran dari penelitian ini adalah:

1. Dalam pembuatan larutan alkali, prosesnya dilakukan di lemari asam, karena terjadi proses *eksoterm*.
2. Utamakan APD (Alat Pelindung Diri) seperti: masker, sarung tangan, dan jas lab saat melakukan penelitian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT, Keluarga, Bapak Edy Saputra, MT, PhD, Ibu Monita Olivia ST, MSc, PhD, teman sepenelitian Imelda Dewi Agusti dan Kartika Pratama Syafitri, jurusan teknik kimia dan prodi teknik lingkungan yang telah memberikan bantuan tenaga, semangat maupun pengetahuan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Davidovits, J. (1994). *Geopolymer: man-made rocks geosynthesis and the resulting development*

of very early high strength cement. Journal of Materials Education, 16 [2-3] page 91-137

Ekaputri, Januarty Jaya, Oktavina Damayanti, dan Triwulan. 2007. *Sifat Mekanik Beton Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash Jawa Power Paiton sebagai Material Alternatif*. Surabaya

Ekaputri, J.J dan Triwulan. 2013. *Sodium sebagai Aktivator Fly ash, Trass dan Lumpur Sidoarjo dalam Beton Geopolimer*. Jurnal Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.

Olivia, M., Rachmadani, O., Indrawan, R., Indrawan, B., & Damon. 2005. Pemanfaatan Abu Sawit Sebagai Bahan Tambah Pada Beton. *Jurnal Sains Dan Teknologi* 4(1), 10-15.

Putri, W. A. H. 2013. *Karakteristik Mortar Geopolimer Abu Sawit*. Pekanbaru: UR

Wahyunto, Ritung, S., Heryanto, B. 2003. Inventarisasi Lahan Rawa Gambut Di Pulau Sumatera Berbasis Teknologi Penginderaan Jauh Dan (SIG). Bogor