

## Penurunan Kadar Logam Dan Senyawa Organik Pada Air Gambut Menggunakan Adsorben Modifikasi Kaolin Surfaktan

Alfian Putra<sup>1</sup>, Rizal Syahyadi<sup>2</sup>, Siti Mutia Utami<sup>1</sup>

1) Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe

2) Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe

alfianputra@pnl.ac.id

**Abstrak**-Penelitian ini dilakukan untuk optimalisasi daya serap kaolin dengan cara melakukan modifikasi dengan surfaktan. Surfaktan yang digunakan adalah jenis amfolitik yaitu surfaktan yang mengandung gugus yang bersifat anionik dan kationik. Penggunaan jenis surfaktan ini disebabkan sebagian besar kandungan air gambut terdapat senyawa organik dan ion logam terutama mengandung logam Fe dan Mn. Limbah yang digunakan yaitu air gambut yang berasal dari daerah Geuredong Pase Desa Embang, Kabupaten Aceh Utara. Sebanyak 300 gram kaolin dimodifikasi dengan masing-masing 45%; 60%; dan 75% surfaktan amfolitik. Limbah yang digunakan sebanyak 200 ml dengan kondisi awal kadar Fe (II) 20,58 ppm, Mn (II) 1,007 ppm, dan kadar organik 20,32 ppm. Proses adsorpsi dilakukan dan 90 menit dengan kecepatan pengadukan 90 rpm. Kadar Fe dan Mn serta senyawa organik setelah proses adsorpsi dianalisa menggunakan AAS Agilent Technologies 200, TOC-VCPH Shimadzu.

**Kata Kunci** : Adsorpsi, air gambut, kaolin, ion logam, surfaktan

**Abstract**- This research was conducted to optimize the absorbability of kaolin by conducting modification with surfactant. The surfactant used is a type ampholytic, containing groups both anionic and cationic. The use of surfactants is due largely peat water contained organic compounds and metal ions mainly Fe and Mn. The peat waste used comes from the Geuredong Pase Embang village, North Aceh. Kaolin of 300 grams modified with 45%; 60%; and 75% ampholytic, respectively. The waste used was 200 ml with the composition of Fe (II) 20.58 ppm, Mn (II) 1.007 ppm and 20.32 ppm organic content. The adsorption process was conducted for 90 minutes with 90 rpm stirring speed variation. The concentration of Fe and Mn as well as organic compounds after adsorption process was analyzed using AAS 200 Agilent Technologies and Shimadzu TOC-VCPH.

**Keywords**: Adsorption, peat water, kaolin, metal ions, surfactants

### I. PENDAHULUAN

Air yang digunakan harus memenuhi syarat dari segi kualitas maupun kuantitasnya. Secara kualitas, air harus tersedia pada kondisi yang memenuhi syarat kesehatan. Kualitas air dapat ditinjau dari segi fisika, kimia dan biologi. Air yang dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari harus memenuhi standar baku air untuk kebutuhan rumah tangga. Kualitas air yang baik ini tidak selamanya tersedia dialam. Adanya perkembangan industri dan pemukiman dapat mengancam kelestarian air bersih. Bahkan di daerah-daerah tertentu, air yang tersedia tidak memenuhi syarat kesehatan secara alam seperti daerah rawa, sehingga diperlukan upaya perbaikan dan pengolahan air secara sederhana ataupun modern.

Seiring dengan laju pertumbuhan penduduk yang terus meningkat dari waktu ke waktu, serta penggunaan air yang lebih dari keperluan domestik, tetapi juga untuk perusahaan (*comercial water*) dan industri (*industrial water*), maka ketersediaan air tidak menunjukkan jumlah yang signifikan. Sehingga pengolahan sumber daya air harus dilakukan dengan bijak agar sumber air tetap terpelihara. Pengolahan air saat ini dilakukan dari sumber-sumber yang memiliki tingkat kesadahan yang

tinggi seperti air payau air sungai, dan sumber air lainnya. Khusus untuk air sungai sangat rentan terkontaminasi oleh zat pencemar, karena sungai merupakan tempat buangan akhir dari limbah domestik, industri, dan lain-lain.

Salah satu air permukaan yang sering digunakan sebagai sumber air bersih adalah air gambut. Air gambut mempunyai kadar organik yang tinggi, pH rendah karena banyak mengandung asam humat, asam fulvat dan humin, kekeruhan dan kandungan tersuspensi yang rendah dan kandungan kation yang rendah [1]. Warna coklat kemerahan pada air gambut merupakan akibat dari tingginya kandungan zat-zat organik dalam air gambut tersebut berasal dari dekomposisi bahan organik seperti daun, pohon dan kayu. Zat-zat organik ini dalam keadaan terlarut serta memiliki sifat sangat tahan terhadap mikroorganisme dalam waktu yang cukup lama.

Air gambut di Lhokseumawe sangat potensial untuk dikelola sebagai sumber daya air yang dapat diolah menjadi air bersih atau air minum. Namun, dalam pengolahannya masih banyak mengalami kendala seperti warnanya yang kuning, merah kecoklatan dan hitam. Hal ini disebabkan karena air gambut lebih dominan

mengandung senyawa-senyawa organik daripada senyawa-senyawa anorganik. Salah satu alternatif pengolahan air yang murah adalah dengan menggunakan bahan alam sebagai adsorben.

Salah satu adsorben yang sering digunakan adalah kaolin yang merupakan bahan tambang alam termasuk salah satu jenis tanah lempung (clay) yang berwarna putih keabu-abuan dengan komposisi campuran kalsium oksida, magnesium oksida, kalium oksida, natrium oksida, besi oksida dan lain-lain [2].

Kaolin merupakan polimer anorganik yang mengandung mineral yang berfungsi sebagai penukar ion anorganik, sehingga secara alami dapat melakukan proses pertukaran ion yang berasal dari luar dengan bantuan air. Ion bermuatan negatif berasal dari rasio silika dan alumina (Si/Al) yang relatif kecil, sehingga permukaan kaolin memunculkan gugus oksigen dan hidroksil yang berdampak terhadap munculnya titik-titik bermuatan negatif. Muatan ini berpotensi untuk mengikat kation yang dapat dipertukarkan oleh kation lain, hal inilah yang menyebabkan terjadinya pertukaran ion. Muatan positif yang ada akibat adanya modifikasi dan adanya sifat hidrofobik pada kaolin dapat meningkatkan efisiensi kaolin dalam mengadsorpsi anion dan kation lain serta sebagai adsorben molekul non polar.

Kaolin banyak digunakan dalam berbagai industri seperti industri kertas, keramik dan sebagainya. Lempung juga banyak dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif bahan penyerap bahan penyerap (adsorben) karena memiliki luas permukaan yang besar, porositas yang tinggi, kelimpahan yang tinggi, serta harga yang relatif lebih murah dibandingkan dengan adsorben lainnya. Namun bila tanpa dimodifikasi terlebih dahulu, bila diaplikasikan sebagai adsorben, kaolin memberi hasil yang kurang maksimal. Disebabkan oleh sifatnya yang mudah menyerap air dan pori-pori yang dimiliki sering tidak seragam [6].

Kaolin telah banyak digunakan sebagai adsorbent seperti adsorpsi timbal, seng dan kadmium dengan memodifikasi kaolin dan polipohospate [7] dan penyerapan pada pengotor gas [8]. Namun jika dibandingkan dengan karbon aktif, zeolit ataupun bentonit, daya serap kaolin lebih rendah, sehingga perlu adanya upaya peningkatan daya serap misalnya dengan melakukan modifikasi dengan senyawa organik (organokaolin).

Salah satu upaya peningkatan daya serap kaolin sebagai adsorben dapat dilakukan dengan memodifikasikannya menggunakan surfaktan. Modifikasi kaolin dengan surfaktan bertujuan untuk mengikat

surfaktan pada permukaan kaolin yang bersifat hidrofobik. Adsorpsi surfaktan pada permukaan kaolin mengikut sertakan interaksi molekul dengan permukaan dan antar molekul. Interaksi tersebut dapat mempengaruhi material surfaktan yang terbentuk, material tersebut ditentukan oleh konsentrasi surfaktan. Semakin besar konsentrasi surfaktan maka interaksi antar molekul semakin besar sehingga material yang terbentuk menjadi meningkat. Material yang terbentuk dapat menentukan sifat permukaan kaolin yang diikatnya dan akan mengadsorpsi anion lebih banyak [5]. Surfaktan ada beberapa jenis yaitu surfaktan anionik dan kationik. Surfaktan kationik merupakan senyawa organik rantai panjang yang terdiri dari dua bagian yaitu kepala dan ekor. Bagian kepala bermuatan positif dan bersifat hidrofilik sedangkan bagian ekor tidak bermuatan dan bersifat hidrofobik. Surfaktan dapat membentuk misel, monolayer atau bilayer pada permukaan kaolin modifikasi tergantung dari konsentrasi surfaktan yang digunakan.

Pada studi ini dilakukan studi tentang optimalisasi daya serap kaolin, dengan cara modifikasi kaolin dengan surfaktan amfolitik yaitu surfaktan mengandung gugus yang bersifat anionik dan kationik. Penggunaan jenis surfaktan dilatarbelakangi oleh kandungan air gambut sebagian besar terdapat senyawa organik dan logam, sehingga diharapkan adsorben hasil modifikasi ini dapat menangkap atau mengikat senyawa organik dan logam tersebut.

## II. METODE PENELITIAN

### Tujuan

Tujuan dari studi ini adalah, untuk meningkatkan daya serap kaolin melalui modifikasi dengan surfaktan jenis amfolitik yang mempunyai dua ion (ion positif dan negatif), sehingga dapat meningkatkan daya serap adsorben kaolin. Selain itu menentukan pengaruh konsentrasi surfaktan amfolitik yang digunakan untuk modifikasi kaolin terhadap efisiensi penurunan logam (Fe dan Mn) serta senyawa organik pada air gambut.

Modifikasi kaolin dengan surfaktan bertujuan untuk mengikat surfaktan pada permukaan kaolin yang bersifat hidrofobik. Adsorpsi surfaktan pada permukaan kaolin mengikutsertakan interaksi molekul dengan permukaan dan antar molekul. Interaksi tersebut dapat mempengaruhi material surfaktan yang terbentuk, material tersebut ditentukan oleh konsentrasi surfaktan.

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan kaolin, surfaktan amfolitik, serta air gambut yang berasal dari Daerah Geuredong Pase Desa Embang, Kabupaten Aceh Utara. Alat yang

digunakan Oven, *Shaker Incubator* dan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS).

**Persiapan Penelitian**

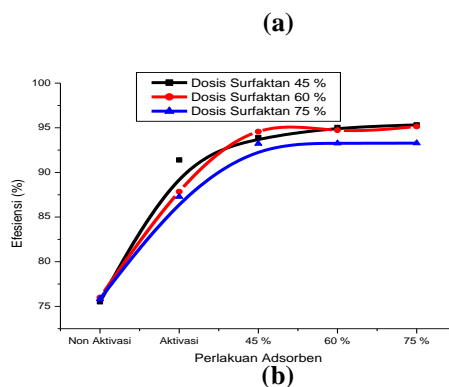
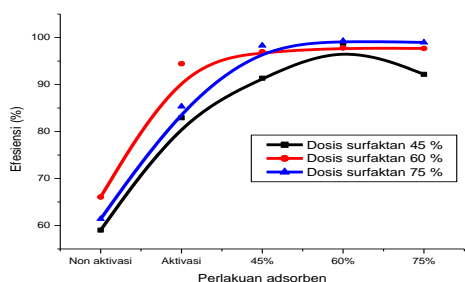
Kaolin dilakukan aktivasi fisik selama 2 jam dengan temp. 105°C, aktivasi kimia menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan KOH selama 2-3 jam, dinetralkan sampai pH 7, dikeringkan dan disimpan dalam desikator. Kaolin aktivasi dimodifikasi dengan surfaktan amfolitik dengan rasio penggunaan surfaktan 45%, 60%, 75% dari berat total 300 gr. Campuran kaolin-surfaktan diaduk menggunakan *Shaker Incubator* selama 2 jam dengan kecepatan pengadukan 150 rpm. Endapan kaolin disaring dan dicuci sampai pH 7, lalu dikeringkan dan disimpan dalam desikator.

Pada proses adsorpsi, 2 gr organokaolin dan 200ml air gambut dengan kondisi awal terutama kandungan Fe, Mn dan senyawa organik yang telah diketahui dimasukkan dalam erlenmeyer 250 mL, dikontakkan selama 90 menit dengan kecepatan pengadukan 90 rpm menggunakan *Shaker Incubator*. Sampel dianalisa menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) dan Total Organic Carbon (TOC) Shimadzu sebelum dan sesudah perlakuan. Sample ditutup dengan aluminium foil menghindari terjadinya kontak dengan udara luar.

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Penggunaan air gambut sebagai sumber air bagi masyarakat berdampak terhadap kesehatan yang berkaitan dengan keberadaan air gambut yang mengandung asam humat, Fe, Mn dan senyawa organik yang melebihi ambang batas standar air bersih. Oleh karena itu penggunaan modifikasi adsorben kaolin dengan surfaktan amfolitik digunakan untuk mengurangi kadar Fe dan Mn serta senyawa organik dalam air gambut.

Modifikasi kaolin bertujuan untuk mengikatkan surfaktan pada kaolin yaitu pada permukaannya yang bersifat hidrofobik yang aktif pada strukturnya. Adsorpsi surfaktan pada permukaan kaolin melibatkan interaksi molekul dengan permukaan dan antar molekul. Interaksi ini mempengaruhi agregat surfaktan yang terbentuk. Agregat surfaktan yang terbentuk pada permukaan kaolin ditentukan oleh konsentrasi surfaktan yang masuk.

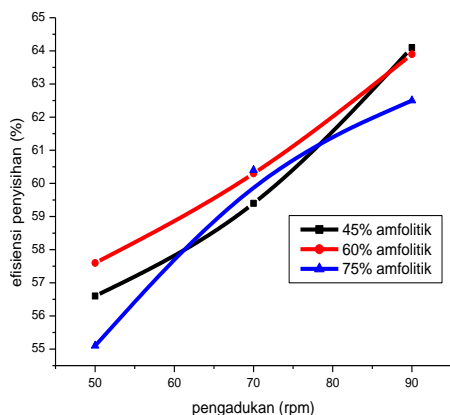


**Gambar 1.** Efisiensi penurunan kadar logam Fe dan Mn pada air gambut dengan perbedaan perlakuan adsorben (a) Fe (II) dan (b) Mn(II).

Penyisihan logam Fe, Mn serta senyawa organik dengan menggunakan adsorben kaolin yang dimodifikasi dengan surfaktan amfolitik menunjukkan perubahan konsentrasi Fe dan Mn pada air gambut setelah proses adsorpsi. Dari gambar 1(a) dan 1(b) terlihat kemampuan adsorben kaolin yang dimodifikasi dengan surfaktan jenis amfolitik mampu menurunkan kadar Fe dan Mn sampai dengan diatas 90 %. Efisiensi daya serap adsorben untuk logam Fe lebih besar dari logam Mn hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh [3] dalam tugas akhirnya, penyisihan logam Fe mencapai 99,8% pada 45% penggunaan surfaktan amfolitik dengan waktu 90 menit dan kecepatan pengadukan sebesar 90 rpm. Sedangkan penyisihan logam mangan (Mn) pada limbah artifisial dengan hasil yang diperoleh dari penelitian [4] yaitu logam Mn diserap dengan baik pada 60% penggunaan surfaktan anionik dengan waktu kontak 90 menit dan kecepatan pengadukan sebesar 90 rpm. Oleh sebab itu kaolin modifikasi surfaktan amfolitik lebih besar menyerap logam Fe daripada logam Mn. Hal ini dilatarbelakangi pula oleh komposisi air gambut yang memiliki kandungan anion yang rendah, sehingga kaolin yang dimodifikasikan dengan surfaktan amfolitik lebih efisien dalam menyerap logam Fe yang terdapat di dalam air gambut tersebut.

Dari gambar juga terlihat bahwa rasio surfaktan yang sesuai untuk menurunkan kadar logam Fe dan Mn adalah pada rasio 60% dari berat total adsorben. Komposisi ini menunjukkan bahwa pada rasio 60 % lebih banyak menyerap logam Fe dan Mn yang terdapat dalam air gambut. Berdasarkan sifat surfaktan amfolitik mempunyai dua ikatan ion positif dan negatif ditambah dengan

adanya pengadukan maka partikel-partikel dalam bentuk ion akan terserap pada adsorben dan terikat pada surfaktan.



**Gambar 2.** Efisiensi penurunan senyawa organik pada air gambut dengan perbedaan perlakuan adsorben

Dari gambar 2 terlihat kemampuan adsorben kaolin yang dimodifikasi dengan surfaktan jenis amfolitik mampu menurunkan senyawa organik sampai dengan 65%. Dalam penyisihan senyawa organik, organokaolin lebih bekerja pada rasio penggunaan 45% surfaktan amfolitik. Hal ini menunjukkan bahwa adsorben melakukan penyerapan maksimum dan menjadi komposisi yang ideal bagi penyerapan senyawa organik pada air gambut.

Dari gambar 2 Terlihat bahwa proses penyisihan senyawa organik dipengaruhi oleh kecepatan pengadukan, dimana semakin tinggi kecepatan pengadukan maka semakin tinggi tingkat penyisihan senyawa organik. Hal ini disebabkan karena senyawa organik yang terkandung didalam air gambut telah terserap secara keseluruhan pada pori-pori organokaolin, akibat kecepatan penumbukan antar molekul yang lebih cepat terjadi. Hal ini disebabkan karena senyawa organik yang terkandung didalam air gambut telah terserap secara keseluruhan pada pori-pori organokaolin. Fakta ini menunjukkan kemampuan organokaolin amfolitik yang mempunyai gugus negatif lebih efisien dalam menyerap senyawa organik akibat adanya gaya dispersi yang terjadi akibat adanya dua gugus yang terdapat pada surfaktan amfolitik.

#### IV. KESIMPULAN

Modifikasi Kaolin dengan surfaktan jenis amfolitik mampu meningkatkan daya serap adsorben dan mampu menurunkan kadar Fe dan Mn sampai 90%, penggunaan

konsentrasi surfaktan yang terbaik adalah 60% dari total berat adsorben dan mampu menurunkan kadar organik sampai 65%.

#### REFERENSI

- [1]. Kusnaedi. 2006. *Mengolah Air Gambut dan Kotor untuk Air Minum*, Penebar Swadaya, Jakarta, Hal. 17-20.
- [2]. Jalaluddin, Toni. 2005. *Pemanfaatan Kaolin sebagai Bahan Baku Pembuatan Aluminium Sulfat dengan Metode Adsorpsi*. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 6(5):71-74.
- [3]. Mardhanita, Silvia. 2015. *Optimalisasi Modifikasi Kaolin-Surfaktan dalam Penyisihan Logam Besi (Fe) menggunakan Analisis Response Surface Methodology (RSM)*. Laporan Penelitian Teknik Kimia. Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- [4]. Septia, Eva. 2015. *Aplikasi Response Surface Methodology (RSM) pada Penyisihan Logam Mangan (Mn) menggunakan Modifikasi Adsorben Kaolin-Surfaktan*. Laporan Penelitian Teknik Kimia. Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- [5]. Kumar, Li and Brown, H., Faghigian. 2007. Modification of Clinoptilolite by Surfactants for Molibate Adsorption from Aqueous Solution. *Journal of Science*, 3(14): 239-245
- [6]. Wijaya, K., Mudasir, Thahir., dan Asean, F. 2003. *Inklusi Senyawa P-Nitroanilin ke dalam Pori-Pori Montmorillonit Terpillar TiO<sub>2</sub>*. *Jurnal Kimia*, 2(6): 84-94.
- [7]. Amer,W.,Khalili,F.,Awwad,A. 2010. *Adsorption of Lead, Zink and Cadmium ions on Polyphosphate-Modified Kaolinite Clay*. *Journal of Environment Chemistry and Ecotoxicology*, (2): 1-8
- [8] Halim, A. ,Nassrullah. 2013. *Preparation and Formation of Zeolite 5A from Local Kaolin Clay for Drying and Desulfurization of Liquefied Petroleum Gas*, *Iraqi Journal of Chemical and Petroleum Engineering* Vol.14 No.1