

## PENGARUH METODE AKTIVASI PADA KEMAMPUAN KAOLIN SEBAGAI ADSORBEN BESI (Fe) AIR SUMUR GARUDA

Tirta Indah Wulan Sari, Muhsin, Hesti Wijayanti\*

Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat  
Jl. A. Yani Km. 36 Banjarbaru Kalimantan Selatan

\*Email : hesti.wijayanti2013@gmail.com

**Abstrak-** Kaolin adalah mineral yang terdapat pada batuan sedimen dikenal dengan nama batu lempung. Kaolin banyak diaplikasikan di industri seperti kertas, keramik, karet, plastik, cat, fibergelas, dan kosmetik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh metode aktivasi terhadap kemampuan kaolin sebagai adsorben. Penelitian dilakukan dengan cara pengaktifasian kaolin secara fisika, kimia, dan kimia-fisika. Aktivasi fisika dilakukan dengan pemanasan kaolin pada suhu 700°C di dalam furnace selama 30 menit dan untuk aktivasi kimia dilakukan penambahan HCl 0,25 M pada kaolin disertai pengadukan dengan kecepatan 200 rpm selama 60 menit sedangkan untuk aktivasi kimia-fisika dilakukan penambahan HCl 0,25 M pada kaolin kemudian dilanjutkan pemanasan di dalam furnace pada suhu 700°C. Pengaktifasian kaolin ini untuk menghasilkan adsorben yang mampu menyerap ion besi (Fe) secara optimum. Dari penelitian ini, aktivasi yang optimum diperoleh untuk kaolin dalam mengadsorpsi Fe adalah aktivasi kimia. Adsorben kaolin yang teraktivasi kimia mempunyai daya adsorpsi yang besar terhadap ion Fe yaitu menghasilkan penurunan kandungan ion besi (Fe) menjadi sebesar 0,04 mg/L.

**Kata kunci:** Aktivasi, hydrous aluminium silicate, adsorben, besi

**Abstract-** Kaolin is a mineral found in sedimentary rocks known as clay stone. Kaolin widely applied in industries such as paper, ceramics, rubber, plastics, paint, glassfiber, and cosmetics. This study aimed to determine the effect on the ability of kaolin activation methods as adsorbent. The study was conducted by activation of kaolin in physics, chemistry, and chemistry-physics. Physical activation was done by heating kaolin at 700 ° C in a furnace for 30 minutes and for the chemical activation, the addition of 0.25 M HCl in kaolin with stirring speed of 200 rpm for 60 minutes, while the chemical-physical activation, the addition of 0.25 M HCl to the kaolin and continued warming in furnace at 700 ° C. The kaolin activation was to produce an adsorbent that is able to absorb iron (Fe) optimally. From this study, the optimum activation obtained for kaolin in adsorbing Fe is the chemical activation. Chemical activated kaolin adsorbent having a large adsorption capacity of the ion Fe which resulted in decreased content of iron (Fe) to 0.04 mg / L.

**Keywords :** Activation, hydrous aluminium silicate, adsorbent, iron

### PENDAHULUAN

Kaolin adalah mineral yang terdapat pada batuan sedimen dikenal dengan nama batu lempung. Kaolin merupakan massa batuan yang tersusun dari material lempung berkualitas tinggi dengan komposisi kimia *hydrous aluminium silicate* ( $2\text{H}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ) dan berwarna putih, abu-abu putih, kuning jingga, abu-abu atau kemerahan. Kaolin ini mengandung butiran yang sangat halus, lunak dan kurang plastis bila bercampur dengan air. Potensi dan cadangan kaolin yang besar di Indonesia terdapat di Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan, Pulau Bangka dan Belitung, serta potensi lainnya tersebar di Pulau Sumatera khususnya Sumatera Utara, Pulau Jawa, dan Sulawesi Utara (Distam, 2004).

Kaolin merupakan batuan yang termasuk kelompok tanah liat (lempung), berwarna putih atau kekuning-kuningan. Rumus kimia kaolin murni adalah aluminium silikat hidrat ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), tetapi seringkali dirumuskan sebagai  $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ . Mineral yang termasuk kelompok kaolin adalah kaolinat, nakrit, dan haloisit dengan mineral utamanya kaolinat, seringkali oksida-oksida seperti  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  dan  $\text{Na}_2\text{O}$  terdapat dalam kaolin sebagai zat pengotor. Komposisi kaolin murni adalah  $\text{SiO}_2$  46,54%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  39,5% dan  $\text{H}_2\text{O}$  13,96% (Utari, 1994).



Gambar 1. Kaolin

Aktivasi lempung menggunakan asam akan menghasilkan lempung dengan situs aktif lebih besar dan keasaman permukaan yang lebih besar, sehingga akan dihasilkan lempung dengan kemampuan adsorpsi yang lebih tinggi dibandingkan sebelum diaktivasi sedangkan aktivasi dengan pemanasan (kalsinasi) yang dilakukan pada lempung akan menyebabkan bertambah besarnya ukuran pori dengan bentuk kristal yang lebih baik, karena dengan pemanasan pada suhu tinggi dan dalam waktu yang lama lempung cenderung mengalami rekristalisasi, menghasilkan kristal yang lebih baik dengan pori-pori yang lebih besar (Notodarmojo, 1994).

Proses aktivasi merupakan proses yang terpenting karena sangat menentukan kualitas kaolin yang dihasilkan baik luas area permukaan maupun daya adsorpsinya. Luas permukaan berhubungan erat dengan aktivitas karena reaksi berlangsung dalam permukaan. Luas permukaan yang besar akan menyebabkan semakin banyak pula molekul-molekul zat pereaksi teradsorpsi pada permukaan sehingga aktivitasnya akan bertambah besar. Proses aktivasi dapat dilakukan dengan dua cara yaitu aktivasi fisika dan aktivasi kimia. Aktivasi fisika disebut juga aktivasi termal. Pemanasan di atas temperatur  $500^{\circ}\text{C}$  sampai  $700^{\circ}\text{C}$  menyebabkan proses pengeluaran molekul-molekul air dari rangka kristal (*framework*), dimana dua gugus  $-\text{OH}$  yang berdekatan melepaskan satu molekul air. Pemanasan lebih lanjut terhadap montmorillonit menghasilkan perubahan yang sama dengan kaolinit, dimana bisa terbentuk kristoballit, mullit dan glass (Susana, 2006). Hasil dari proses aktivasi dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain laju kenaikan suhu, laju aliran *inert gas*, suhu proses, *activating agent*, lama proses aktivasi dan alat yang digunakan pada penelitian tersebut (Marsh et al, 2006). Perlakuan pemanasan dengan temperatur yang berbeda akan mengakibatkan jumlah asam atau basa yang teradsorpsi pada permukaan montmorillonit akan berbeda pula. Hal ini terjadi karena pada proses pemanasan ditemukan adanya perubahan struktur padatan yang akan mengubah sifat kimia maupun sifat fisiknya pula (Susana, 2006). Teng Hsisheng (1996) melakukan penelitian pembuatan karbon aktif dari tiga jenis batubara *antracit* pada suhu

aktivasi  $900^{\circ}\text{C}$  dengan variasi waktu sampai 200 menit dan menggunakan CO sebagai *activating agent*. Diperoleh bahwa semakin lama proses aktivasi dilakukan maka semakin besar kandungan batubara yang berkurang dan menghasilkan luas permukaan yang semakin besar.

Proses adsorpsi dapat digambarkan sebagai proses dimana molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat akibat ikatan kimia dan fisika. Adsorpsi dibagi menjadi dua yaitu adsorpsi fisik dan adsorpsi kimia (Reynold, 1982). Adsorpsi fisik terjadi terutama karena adanya gaya Van der Waals. Apabila gaya tarik antar molekul zat terlarut dengan adsorben lebih besar dari pada gaya tarik antara molekul dengan pelarutnya maka zat terlarut tersebut akan diadsorpsi. Ikatan tersebut sangat lemah, sehingga mudah untuk diputuskan apabila konsentrasi zat terlarut yang teradsorpsi diubah. Jadi proses ini berlangsung bolak-balik sedangkan dalam proses adsorpsi kimia ikatan antara zat terlarut yang teradsorpsi dan adsorben sangat kuat, sehingga sulit untuk dilepaskan dan proses hampir tidak mungkin untuk bolak-balik.

Selain klasifikasi tersebut ada pula klasifikasi lain, yaitu berdasarkan struktur kimia pada permukaan (*kiselev*) dapat dibedakan menjadi 3 jenis adsorben: adsorben tak spesifik, adsorben spesifik positif, dan adsorben spesifik negatif. Permukaan adsorben tak spesifik tidak mengandung gugus fungsi atau ion yang dapat dipertukarkan, seperti arang, hidrokarbon jenuh dan polimer (polietilen). Interaksi tak spesifik terutama terjadi karena gaya dispersi. Molekul dengan kerapatan elektron bulat simetris sama dengan gas mulia, seperti molekul hidrokarbon jenuh teradsorpsi melalui adsorben tak spesifik. Adsorben spesifik positif memiliki gugus OH yang bersifat asam pada permukaannya, seperti pada silika gel dan alumina. Zeolit juga tergolong dalam adsorben ini karena mengandung kation yang dapat dipertukarkan pada permukaannya. Interaksi antara adsorben jenis ini dengan adsorbat dapat terjadi melalui gaya induksi, ikatan hydrogen, pembentukan molekul kompleks dan ikatan atom atau ion. Pada adsorben spesifik negatif, muatan negatif terkonstruksi di sekitar ikatan atau kelompok atom pada permukaannya. Seringkali adsorben jenis ini dihasilkan dengan cara memasukkan gugus fungsi seperti  $\text{CN}^-$  pada permukaan adsorben (Utari, 1994).

Persyaratan bagi masing-masing standar kualitas air masih perlu ditentukan oleh 4 (empat) aspek yaitu: persyaratan fisis, kimia, biologis, radiologis. Persyaratan fisis ditentukan oleh faktor-faktor kekeruhan, warna, bau maupun rasa. Persyaratan kimia ditentukan oleh konsentrasi bahan-bahan kimia seperti Arsen, *Clhor*, Tembaga,

Cyanida, Besi dan sebagainya. Persyaratan biologis ditentukan baik oleh mikroorganisme yang *pathogen*, maupun yang *nonpathogen* (Yuliana, 2009). Air sumur bor merupakan salah satu jalan yang ditempuh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan air bersih, namun tingginya kadar ion Fe ( $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ) yaitu 5–7 mg/L mengakibatkan harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dipergunakan, karena telah melebihi standar yang telah ditetapkan oleh Departemen Kesehatan di dalam Permenkes No. 416/Per/Menkes/IX/ 1990 tentang air bersih yaitu sebesar 1,0 mg/l. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menurunkan kadar besi ( $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ) dalam air adalah dengan cara aerasi. Teknologi ini juga dapat dikombinasikan dengan sedimentasi dan filtrasi (Yuliana, 2009).

Kandungan ion Fe ( $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ) pada air sumur bor berkisar antara 5–7 mg/L. Tingginya kandungan Fe ( $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ) ini berhubungan dengan keadaan struktur tanah. Struktur tanah dibagian atas merupakan tanah gambut, selanjutnya berupa lempung gambut dan bagian dalam merupakan campuran lempung gambut dengan sedikit pasir (Yuliana, 2009).

#### METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru (pengaktivasian kaolin), Laboratorium PDAM Intan Banjar (proses adsorpsi dan pengujian sampel) dan Laboratorium Operasi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru.

#### Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : tanur (*furnace*), motor pengaduk, jar test, desikator, gelas beker, *oven*, erlenmeyer, neraca analitik, gelas arloji, *stopwatch*, cawan porselin, gelas ukur, botol semprot, corong, kertas saring, labu ukur, ayakan, loyang, penjepit, pipet volume, dan sudip.

#### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : kaolin, air sumur Garuda Banjarbaru, akuades, HCl 0,25 M.

#### Prosedur Penelitian

##### Aktivasi Fisika Kaolin

Kaolin yang berasal dari tanah Cempaka dibersihkan dari pengotor – pengotor disekitarnya kemudian dipanaskan dalam oven dengan suhu 100°C sampai kering kemudian ditumbuk, lalu kaolin diayak dengan ukuran 500 *mesh*. Kaolin yang sudah menjadi powder kemudian dipirolisasi

pada suhu 700°C selama 30 menit. Kaolin dari *furnace* dikeluarkan dan didinginkan sampai pada suhu kamar.

##### Aktivasi Kimia Kaolin

Kaolin yang berasal dari tanah Cempaka sebelumnya diperlakukan sama halnya dengan kaolin yang diaktivasi secara fisika. Kaolin dibersihkan dari pengotor – pengotor disekitarnya kemudian dipanaskan dalam oven dengan suhu 100°C sampai kering kemudian ditumbuk, lalu kaolin dihaluskan dengan ayakan ukuran 500 *mesh*. Kaolin yang telah menjadi powder ditimbang sebanyak 40 gram. Setelah itu kaolin dimasukkan ke dalam gelas beker 500 mL kemudian ditambahkan dengan larutan HCl 0,25 M sebanyak 400 mL. Gelas beker kemudian diletakkan pada rangkaian alat seperti pada Gambar 3.3 dan dilakukan pengadukan dengan kecepatan 200 rpm selama 60 menit. Kaolin tersebut dipisahkan dari larutan HCl dengan cara disaring menggunakan kertas saring, kaolin yang tersisa pada kertas saring dicuci dengan *aquadest* kemudian di oven sampai kering.

##### Aktivasi Kimia-Fisika Kaolin

Untuk aktivasi secara kimia-fisika pun diperlakukan sama halnya seperti kaolin dengan aktivasi fisika dan aktivasi secara kimia. Kaolin yang sudah menjadi powder kemudian ditimbang sebanyak 40 gram. Setelah itu kaolin dimasukkan ke dalam gelas beker 500 mL kemudian ditambahkan dengan larutan HCl 0,25M sebanyak 400 mL. Gelas beker kemudian diletakkan pada rangkaian alat seperti pada Gambar 3.3 dan dilakukan pengadukan dengan kecepatan 200 rpm selama 60 menit. Kemudian kaolin tersebut dipisahkan dari larutan HCl dengan cara disaring menggunakan kertas saring, kaolin yang tersisa pada kertas saring dicuci dengan *aquadest*. Kaolin yang telah diaktivasi secara kimia kemudian dipirolisasi pada suhu 700°C selama 30 menit. Kaolin dari *furnace* dikeluarkan dan didinginkan sampai pada suhu kamar.

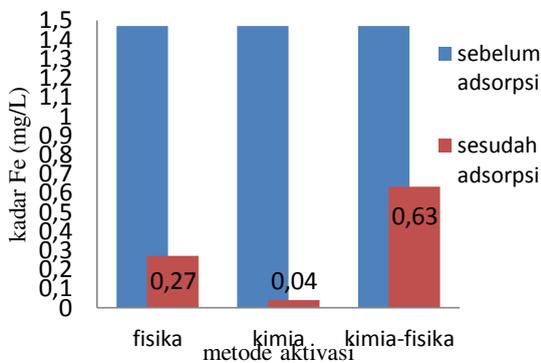
##### Pengujian Air Sumur Hasil Adsorpsi

Kaolin yang teraktivasi secara fisika, kimia, dan kimia-fisika dihaluskan dengan ayakan ukuran 200 *mesh* lalu ditimbang sebanyak 10 gram, kaolin ditambahkan ke dalam 500 mL sampel air sumur Garuda kemudian dilakukan *jar test* selama 60 menit dengan kecepatan pengaduk sebesar 100 rpm seperti terlihat pada Gambar 3.4, didiamkan dengan waktu kontak selama 24 jam. Kaolin dipisahkan dengan cara disaring menggunakan kertas saring. Kadar Fe setelah proses adsorpsi diukur kembali dengan alat Spektrofotometer DR-2500.

**Uji Logam Fe**

Pengujian logam besi dilakukan menggunakan *Spectrofotometer* DR-2500 dengan memasukkan 10 mL air sampel ke dalam botol sampai tanda batas, menambahkan 1 bungkus *Reagen Ferro Ver Iron Reagent Powder Pills*. Menyalakan *Spectrofotometer* DR-2500 dan menekan tombol *timer*, menggoyangkan botol untuk mengaduk selama 3 menit (sebagai sampel). Kemudian masukkan 10 mL sampel ke dalam tempat sampel (sebagai blanko). Memasukkan blanko ke dalam *cell holder* ketika *timer* berbunyi sampai terlihat tanda 0,00 mg/L Fe pada layar. Setelah itu memasukkan botol sampel kedalam *cell holder*, lalu akan terlihat nilai logam besi untuk air sampel.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**



**Gambar 2.** Hasil Adsorpsi Besi (Fe) Dengan Perlakuan Aktivasi

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa kemampuan kaolin dalam mengadsorpsi atau menyerap ion besi (Fe) dalam air Sumur Garuda sangat baik dibandingkan dengan hasil uji awal tanpa perlakuan. Hal ini dikarenakan kaolin umumnya didominasi oleh SiO<sub>2</sub> sekitar 50% dimana berupa padatan amorf dan berpori serta mempunyai sifat inert, netral, luas permukaannya besar sehingga memiliki sifat daya adsorpsi yang besar. Selain itu di dalam kaolin juga didominasi oleh Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sekitar 36% dimana alumina dapat mengadsorpsi kation maupun anion dengan urutan adsorpsi kation oleh alumina sebagai berikut: Fe<sup>3+</sup>>Hg<sup>2+</sup>>Pb<sup>2+</sup>>Cu<sup>2+</sup>>Zn<sup>2+</sup>>Ni<sup>2+</sup>>Fe<sup>2+</sup>>Mn<sup>2+</sup> (Utari,1994).

Pada perlakuan aktivasi fisika, kaolin dipanaskan pada suhu 700<sup>o</sup>C yang bertujuan untuk menguapkan kandungan-kandungan air yang terdapat pada kaolin, sehingga pori-pori kaolin untuk menyerap besi bertambah luas. Hal ini terjadi karena pada proses pemanasan ditemukan adanya perubahan struktur padatan yang akan mengubah sifat kimia maupun sifat fisiknya pula. Peristiwa dehidroksilasi (pelepasan air) dari kaolin seperti persamaan berikut ini:



Kaolin memiliki struktur rangka, mengandung ruang kosong yang ditempati oleh kation dan molekul air yang bebas sehingga memungkinkan pertukaran ion dan penyerapan senyawa kimia. Karena adanya penguapan kandungan air pada saat aktivasi fisika maka ruang yang ditempati oleh molekul air yang bebas tersebut menjadi kosong sehingga saat adsorpsi sangat memungkinkan terjadinya penyerapan ion besi (Fe). Hal ini terbukti dengan berubahnya nilai Fe yang terkandung dalam air sumur Garuda yang semula memiliki kadar Fe sebesar 1,47 mg/L turun menjadi 0,27 mg/L sehingga diperoleh besarnya penurunan kadar Fe sebesar 81,67%.

Untuk aktivasi kimia dengan menggunakan HCl 0,25 M bertujuan untuk membuat permukaan kaolin menjadi asam sehingga kapasitas adsorpsi kaolin tersebut menjadi lebih besar untuk menyerap ion besi. Senyawa HCl merupakan senyawa yang cocok dan efektif untuk membuang zat-zat pengotor pada permukaan kaolin dan membuat permukaan kaolin tersebut menjadi asam, karena nilai konduktivitas pada kaolin akan meningkat dengan pengaruh suasana yang asam. Meskipun kaolin tanpa perlakuan mampu untuk adsorpsi, namun kemampuan adsorpsinya terbatas. Kelemahan tersebut dapat diatasi melalui proses aktivasi menggunakan asam (HCl) sehingga dihasilkan kaolin dengan kemampuan adsorpsi yang lebih tinggi. Asam klorida merupakan asam yang memiliki bilangan ekuivalen H<sup>+</sup> yang tinggi. Aktivasi kaolin menggunakan asam akan menghasilkan kaolin dengan situs aktif lebih besar dan keasamaan permukaan yang lebih besar, sehingga akan dihasilkan kaolin dengan kemampuan adsorpsi yang lebih tinggi dibandingkan sebelum diaktivasi.

Penambahan HCl ini akan menurunkan kadar Ca<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, dan Na<sup>+</sup> yang merupakan unsur-unsur pengganggu yang terikat pada permukaan kaolin yang berfungsi sebagai bahan penukar kation. Dengan menurunnya kadar Ca<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, dan Na<sup>+</sup> dalam kaolin tersebut maka akan terdapat banyak ruang kosong pada permukaan kaolin sehingga saat proses adsorpsi berlangsung ion besi yang terdapat di dalam air sumur Garuda dapat diserap dengan sangat optimum. Hal ini terbukti dengan berubahnya nilai Fe yang terkandung dalam air Sumur Garuda yang semula memiliki kadar Fe sebesar 1,47 mg/L turun menjadi 0,04 mg/L sehingga diperoleh besarnya penurunan kadar Fe sebesar 97,28%..

Pada perlakuan dengan aktivasi kimia-fisika dimana kaolin ditambahkan dengan HCl 0,25 M yang bertujuan untuk membersihkan permukaan pori, membuang senyawa pengganggu dan menata kembali letak atom yang dapat

dipertukarkan. Kemudian untuk lebih memperbesar permukaan pori-pori kaolin tersebut dilakukan lagi aktivasi fisika untuk menguapkan kandungan air sehingga memungkinkan pertukaran ion dan penyerapan senyawa kimia. Hal ini terbukti dengan berubahnya nilai Fe yang terkandung dalam air sumur Garuda yang semula memiliki kadar Fe sebesar 1,47 mg/L turun menjadi 0,63 mg/L sehingga diperoleh besarnya penurunan kadar Fe sebesar 57,14%.

Dari hasil adsorpsi Fe yang diperoleh ternyata aktivasi kimia paling bagus dibandingkan jenis aktivasi yang lain atau dapat diurutkan sebagai berikut:

Aktivasi kimia < Aktivasi Fisika < Aktivasi Kimia-Fisika

Hal ini dapat dijelaskan dimana untuk perlakuan aktivasi kimia dari hasil reaksi yang terjadi karena adanya penambahan HCl, dengan adanya penambahan asam luas permukaan kaolin lebih besar diperoleh dibandingkan dengan adanya pemanasan maupun gabungan antara pemanasan dengan penambahan asam.

Sebab saat penambahan HCl terjadi penurunan kadar  $\text{Ca}^+$ ,  $\text{K}^+$ , dan  $\text{Na}^+$  di permukaan kaolin sehingga lebih banyak diperoleh permukaan atau pori-pori kaolin yang menjadi lebih terbuka. Dibandingkan dengan perlakuan aktivasi kimia, pada aktivasi fisika kadar Fe yang diperoleh lebih besar disebabkan zat pengotor yang dihilangkan pada aktivasi fisika hanya air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) (Susana, 2006) sedangkan senyawa pengotor yang lain masih terikat pada permukaan kaolin tidak seperti aktivasi kimia yang dapat menghilangkan zat pengotor lebih banyak yaitu Ca, K, dan Na (Gurhayanto, 1995), sehingga luas permukaan dari kaolin tidak optimal terbuka yang menyebabkan pada saat proses adsorpsi penyerapan ion besi tidak dapat dilakukan sebanyak mungkin. Untuk aktivasi kimia-fisika menghasilkan kadar Fe paling besar dibandingkan aktivasi lainnya. Dengan adanya aktivasi kimia terhadap kaolin dapat menukar kation-kation yang ada dalam antarlapis kaolin dengan ion  $\text{H}^+$  sehingga kaolin menjadi lebih aktif, antarlapis kaolin ini merupakan bidang yang bertanggung jawab terhadap proses pertukaran kation tetapi karena adanya pemanasan pada suhu  $700^\circ\text{C}$  (aktivasi fisika) antarlapis kaolin menjadi rusak sehingga mempengaruhi dalam besarnya penyerapan ion Fe. Gambar 2 menunjukkan bahwa kaolin dengan aktivasi kimia menunjukkan aktifitas adsorpsi terbaik, yakni mampu mengadsorpsi Fe paling banyak 0,04 mg/L.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan di atas menyebabkan terjadinya penurunan pada kadar ion besi dalam air sumur Garuda. Kadar ion besi sebelum proses adsorpsi dengan kaolin

diperoleh sebesar 1,47 mg/L. Hasil uji sesudah adsorpsi dengan kaolin, kadar ion besi yang diperoleh mengalami penurunan dengan adanya variasi perlakuan aktivasi berupa aktivasi fisika, aktivasi kimia, dan aktivasi kimia-fisika yang menunjukkan hasil sebagai berikut 0,27 mg/L (aktivasi fisika), 0,04 mg/L (aktivasi kimia), dan 0,63 mg/L (aktivasi kimia-fisika).

Penurunan ion besi yang diperoleh dengan adanya perlakuan aktivasi ini sama halnya dengan yang terjadi dengan hasil penelitian yang didapat oleh Auliya dan Luthfianti pada tahun 2009 meskipun dengan adsorben yang berbeda dimana mereka menggunakan tanah lempung gambut. Meskipun demikian, tanah lempung gambut dapat bersifat amorf contohnya silika gel, alumina, dan besi oksida dimana komposisi zat tersebut juga dimiliki oleh kaolin.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Kaolin merupakan adsorben yang baik dalam menyerap ion besi, baik dengan perlakuan aktivasi fisika dan kimia ataupun kimia-fisika.
2. Perlakuan dengan aktivasi kimia merupakan adsorben yang paling baik dalam penyerapan ion besi yaitu menghasilkan kandungan ion besi (Fe) sebesar 0,04 mg/L.
3. Kandungan Fe dalam air sumur Garuda sebelum adsorpsi cukup tinggi yaitu sebesar 1,47 mg/L, setelah proses adsorpsi dengan kaolin yang teraktivasi kandungan Fe mengalami penurunan.
4. Senyawa HCl merupakan asam kuat yang efektif untuk mengaktivasi kaolin sehingga dapat menurunkan kandungan ion besi (Fe) secara signifikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Auliya, R. & Widia Sri L. 2009. Pemanfaatan Tanah Lempung Gambut Sebagai Adsorben Dalam Menurunkan Ion Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Pada Air Tanah Kota Banjarbaru. Banjarbaru: Fakultas Teknik UNLAM.
- Brown, G.G. 1950. *Unit Operation*. Modern Asia ed. John Wiley & Son, Inc. New York.
- Farah, Isma & Rosiyana E. 2009. Studi Awal Penurunan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Air Sumur Kota Banjarbaru Memanfaatkan Limbah Lumpur PDAM Sebagai Adsorben. Banjarbaru: Fakultas Teknik UNLAM.
- Fitria. 2004. Aktivasi Lempung dan Karakteristiknya. Skripsi. Banjarbaru: Fakultas MIPA UNLAM.

- Gurhayanto, Andi Bukit & Holia Onggo. 1995. Pengolahan Kaolin Untuk Bahan Baku *Cordierite*. Telaah, Jilid XVI, No. 2.
- Hammer, Mark J. 1977. *Water and Waste Water Technology*. John Wiley and Sons Inc. New York
- Hartaya, K.. 2006. Pengaruh Pemasakan dan Kandungan Binder terhadap Porositas Kaolin Teknis. Available From: URL: <http://www.scribd.com/doc/3532972/Pengaruh-Pemasakan-Dan-Kandungan-Binder-Terhadap-Porositas-Kaolin-Teknis.pdf>
- Helda N. 2005. Penggunaan unit proses oksidasi-kimia untuk menghilangkan besi dalam air. Prosiding. Banjarbaru: Seminar Ilmiah Dies Natalis Universitas lambung mangkurat.
- Marsh et al, Harry. Francisco Rodriguez-Reinoso. 2006. *Activated Carbon*. Elsevier Ltd. London. UK
- Menteri Kesehatan RI. 2002. Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum No.907/MENKES/SK/VII/2002. Jakarta.
- Notodarmojo, S.. 1994. Pengolahan Air Berwarna. Kajian Terhadap Studi Laboratorium. Makalah Lokakarya Pengolahan Air Berwarna. Palangkaraya.
- Nurahmi. 2001. Reynold T. D. 1982. *Unit Operation And Process In Environmental Engineering*. Texas:Woods Worth Inc. A&M University.
- Sediawan, W.B. dan Prasetya, A. 1997. Pemodelan Matematis dan Penyelesaian Numeris dalam Teknik Kimia dengan Pemrograman Bahasa Basic dan Fortran. Andi. Yogyakarta.
- Sontheimer, J.E.. 1985. *Activated Carbon for Water Treatment*. Netherlands.. Elsevier.
- Susana, Ina. 2006. Montmorillonit Terpillar TiO<sub>2</sub> Sebagai Bahan Anti Bakteri *Escherichia coli*. Skripsi. Surakarta: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret.
- Tjokrokusumo, K. R. T. 1995. Pengantar Konsep Teknologi Bersih Khusus Pengelolaan Dan Pengolahan Air Bersih. Jogjakarta: STTL YLH.
- Teng Hsisheng, Ho Jui an, Yung fu, Hsieh Chien To. 1996. *Preparation of Activated Carbon from Bituminous Coal with CO<sub>2</sub> Activation I Effects of Oxygen Content in Raw Coal*. *Ind. Eng. Chem.Res*, 35: 4043-4049.
- Utari, Tresye. 1994. Pembuatan Adsorben Alumina Dari Kaolin. Tesis. Jakarta