

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Preparasi dan Aktivasi Kaolin

Preparasi kaolin alam dilakukan dengan mencuci kaolin alam terlebih dahulu menggunakan akuades. Akuades digunakan untuk membersihkan kaolin dari pengotor-pengotornya. Selanjutnya kaolin alam dikeringkan dibawah sinar matahari untuk mengurangi kadar air yang ada pada kaolin sehingga memudahkan pada tahap aktivasi. Setelah kaolin benar-benar kering kemudian ditumbuk menggunakan mortar, dihaluskan menggunakan ayakan 100 mesh agar diperoleh ukuran kaolin yang sama. Ukuran kaolin yang halus akan meningkatkan luas permukaan. Kaolin yang lolos ayakan kemudian dilakukan proses aktivasi.

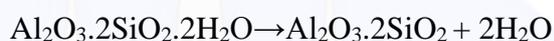


Gambar 4.1 (a) Kaolin Sebelum Preparasi (b) Kaolin Setelah Preparasi

Luas permukaan dan daya adsorpsi dari kaolin ditentukan dari proses aktivasi. Semakin besar luas permukaan maka semakin banyak zat yang terserap dan semakin cepat laju adsorpsinya (Susana, 2006). Proses aktivasi dapat dilakukan dengan aktivasi fisika, aktivasi kimia serta aktivasi kimia-fisika. Proses kaolin teraktivasi fisika dapat dilakukan dengan memanaskan kaolin pada temperatur tinggi (Sunardi dkk., 2011), proses kaolin teraktivasi kimia dilakukan dengan menambahkan larutan kimia seperti larutan asam atau larutan basa kedalam kaolin (Nurhadini dkk., 2019) sedangkan kaolin teraktivasi kimia-fisika gabungan antara

aktivasi kimia dan aktivasi fisika (Sari dkk., 2019). Ketiga aktivasi tersebut dilakukan untuk mengetahui kaolin mana yang paling baik dengan cara membandingkan hasil setelah aktivasi yang digunakan dalam proses adsorpsi.

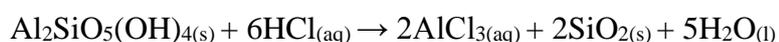
Aktivasi fisika pada kaolin dilakukan dengan pemanasan kaolin pada temperatur 700°C selama 1 jam. Pemanasan pada temperatur 700°C bertujuan untuk mengurangi kadar air dan senyawa organik yang masih terperangkap pada kisi kristal kaolin. Penelitian Sari, dkk, (2016) menyebutkan pemanasan dengan temperatur 500-700°C pada kerangka kristal terjadi pengeluaran molekul-molekul air dimana terlepasnya molekul air yang berdekatan dengan dua gugus OH. Proses pelepasan molekul air dari kaolin seperti persamaan berikut :



Kaolin memiliki ruang kosong yang ditempati oleh molekul air, karena adanya pemanasan dari aktivasi fisika menyebabkan penguapan kandungan air maka terjadi kekosongan pada kaolin yang ditempati oleh molekul air sehingga pada saat adsorpsi memungkinkan terjadinya penyerapan ion Fe (III) dan Cu (II) (Sari dkk., 2016). Penelitian Sunardi dkk., (2011) menyebutkan struktur kaolin menjadi rusak apabila dilakukan pemanasan temperatur 800°C selama 3 jam.

Kaolin teraktivasi secara kimia dilakukan dengan menggunakan larutan asam yaitu HCl dengan konsentrasi 5 M. Menurut penelitian Nurhadini, dkk (2019) berdasarkan hasil uji XRD kaolin yang ditambahkan larutan asam mempunyai komponen penyusun yaitu kaolinit sedangkan kaolin yang ditambahkan larutan basa mempunyai komponen penyusun yaitu kuarsa dan sodalit. Penelitian yang dilakukan oleh Sari, dkk (2016) kaolin teraktivasi HCl daya adsorpsi terhadap Fe lebih baik yaitu sebesar 97,2% jika dibandingkan dengan kaolin teraktivasi H₂SO₄ hanya mampu mengadsorpsi logam Fe sebesar 54,2%.

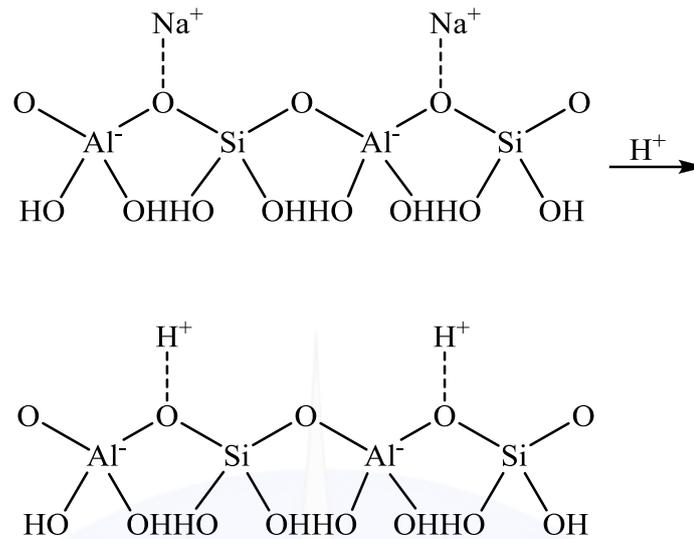
Larutan HCl yang digunakan pada proses aktivasi bertujuan untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi kaolin terhadap logam Fe(III) dan Cu(II) dengan cara meningkatkan luas permukaan kaolin. Reaksi antara kaolin dengan larutan HCl ditunjukkan pada persamaan reaksi berikut :



Kaolin memiliki kation penyeimbang seperti Na^+ , Ca^+ dan K^+ yang terikat pada permukaan kaolin. HCl pada proses aktivasi berguna untuk menurunkan kadar kation penyeimbang tersebut. Selama proses aktivasi pengotor larut dalam fasa cair, kemudian terjadi pertukaran kation Na^+ , Ca^+ dan K^+ pada ruang antar lapis kaolin dengan ion hidrogen (H^+) dari larutan asam (Sadiana dkk., 2018).

Kaolin yang telah ditambah larutan HCl kemudian diaduk selama 6 jam. Pengadukan bertujuan untuk menghomogenkan campuran antara kaolin dan HCl. Adsorben yang sudah diaduk kemudian disaring untuk memisahkan filtrat dan residu, residu hasil pemisahan dioven suhu 100°C selama 24 jam.

Aktivasi kimia-Fisika dilakukan dengan menggabungkan proses aktivasi kimia dan aktivasi fisika yang dilakukan dengan menambahkan larutan asam yaitu HCl yang bertujuan untuk membuat permukaan kaolin menjadi asam sehingga dapat menghasilkan kaolin dengan situs aktif yang lebih banyak dan meningkatkan daya adsorpsi kaolin dalam menyerap logam Fe(III) dan Cu(II). Penambahan HCl juga digunakan untuk mengurangi unsur pengganggu seperti Na^+ , Ca^+ dan K^+ yang terdapat pada permukaan kaolin. Semakin sedikit unsur pengganggu, semakin banyak ruang kosong yang terdapat pada kaolin, sehingga tercapai kondisi optimum adsorben dalam menyerap logam Fe(III) dan Cu(II). Mekanisme reaksi protonasi pada permukaan kaolin dapat dilihat pada gambar berikut :

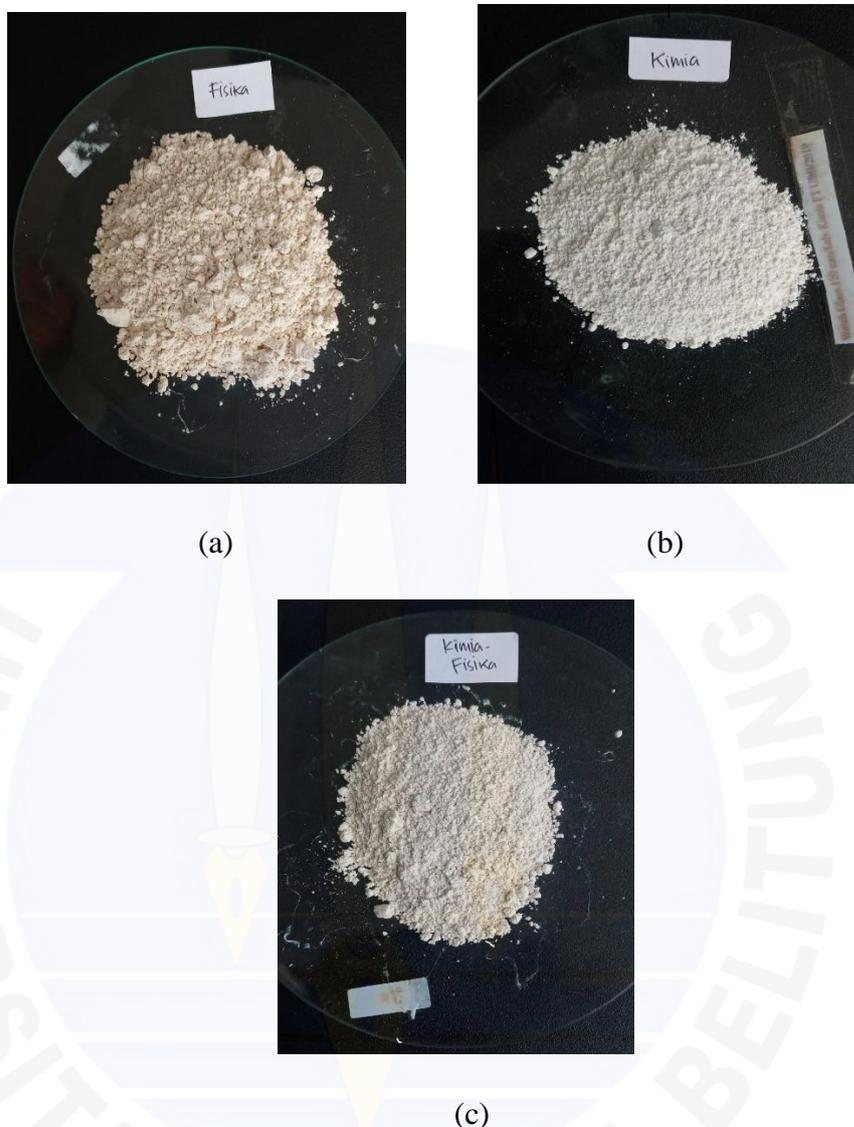


Gambar 4.2 Mekanisme Reaksi Protonasi pada Permukaan Kaolin

Struktur kaolin terdiri dari 1 layer tetrahedral silikat dan 1 layer oktahedral aluminat dan pada permukaannya terdapat kation penyeimbang seperti kation Na^+ , Ca^+ dan K^+ . Mekanisme yang terjadi adalah protonasi pada struktur aluminosilikat kaolin sehingga terjadi pergantian kation Na^+ menjadi H^+ . Pergantian kation ini terjadi karena lepasnya kation penyeimbang oleh penambahan HCl sehingga struktur kaolin menjadi kosong, dan ion H^+ memiliki afinitas yang lebih besar sehingga memudahkan proton (H^+) untuk masuk ke dalam layer kaolin (Lindasari dkk., 2017).

Kaolin yang telah ditambahkan HCl selanjutnya dikalsinasi. Kalsinasi adalah proses pemanasan kaolin menggunakan temperatur tinggi dalam kisaran 538 hingga 1.149°C. Proses kalsinasi bertujuan untuk menghilangkan molekul air yang masih terdapat dalam pori-pori kaolin serta untuk memperbesar pori-pori permukaan kaolin (Sadiana dkk., 2018). Kalsinasi dilakukan pada temperatur 700°C selama 1 jam. *Furnace* menghasilkan panas yang akan mengalir secara konduksi keseluruhan bagian permukaan kaolin. Panas dari *furnace* yang akan menguraikan air dan senyawa organik yang masih terperangkap pada kisi kristal. Temperatur 100-400°C terjadinya proses predehidrasi yang berkaitan dengan kaolin pada lapisan oktahedral, yang diawali dengan penataan ulang pada gugus OH dipermukaan kaolin dan pada temperatur 400-700°C terjadinya proses dehidroksilasi yaitu

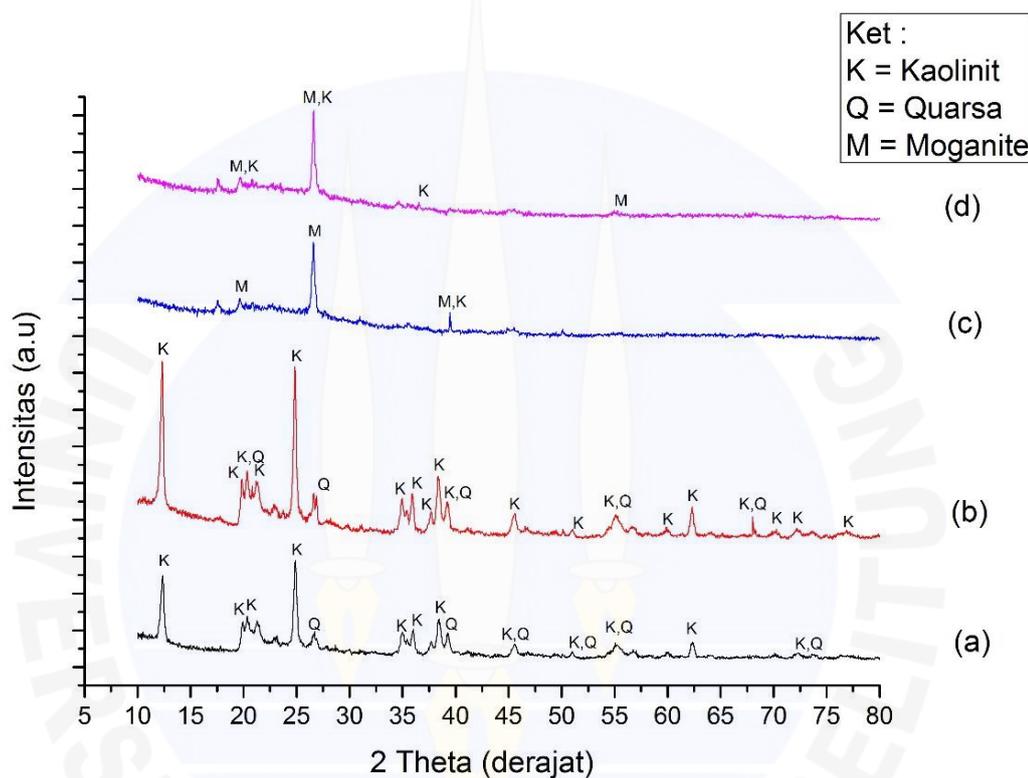
penghilangan gugus OH pada kaolin dan terbentuknya metakaolin (Sunardi dkk., 2011).



Gambar 4.3 Hasil Kaolin Teraktivasi (a) Fisika (b) Kimia (c) Kimia-Fisika

Gambar 4.3 menunjukkan bentuk fisik dari ketiga kaolin yang telah diaktivasi warnanya berbeda, kaolin teraktivasi fisika dan kaolin teraktivasi kimia-fisika berwarna lebih kecoklatan dibandingkan kaolin teraktivasi kimia. Warna kecoklatan dari aktivasi fisika dan kimia-fisika diakibatkan karena telah melewati proses kalsinasi pada suhu 700°C selama 1 jam. Menurut Akolekar (1997) pada proses kalsinasi gugus hidroksil yang terdapat pada kaolin akan dihilangkan, sehingga terjadi perbedaan perubahan warna akibat kehilangan molekul air.

Sampel adsorben kaolin sebelum aktivasi, setelah aktivasi fisika, aktivasi kimia dan aktivasi kimia-fisika dianalisis menggunakan XRD dan FTIR untuk memverifikasi karakteristik kaolin hasil aktivasi. XRD digunakan untuk menunjukkan mineral penyusun kaolin sedangkan FTIR digunakan untuk memperoleh informasi mengenai gugus fungsi yang terdapat pada kaolin. Gambar 4.4 menunjukkan difraktogram sinar-x untuk sampel kaolin sebelum aktivasi, sesudah aktivasi fisika, kimia dan kimia-fisika.



Gambar 4.4 Difraktogram Sinar-X Kaolin (a) Sebelum Aktivasi; (b) Aktivasi Kimia; (c) Aktivasi Fisika; (d) Aktivasi Kimia-Fisika

Karakterisasi kaolin tanpa aktivasi dan teraktivasi kimia memiliki difraktogram yang hampir sama yaitu disekitar 2θ ($^{\circ}$) = $12,3^{\circ}$ dan $24,8^{\circ}$ dengan komponen penyusunnya yaitu kaolinit. Berdasarkan penelitian Sunardi dkk., (2009) mineral kaolinit memiliki bidang kisi kristal dan 2θ ($^{\circ}$) pada adalah $12,4^{\circ}$ dan $24,8^{\circ}$. Kaolin yang teraktivasi fisika memiliki puncak khas moganite dan kaolin teraktivasi kimia-fisika komponen penyusunnya terdiri dari moganite dan kaolinit. Moganite merupakan mineral oksida dengan rumus kimia SiO_2 .

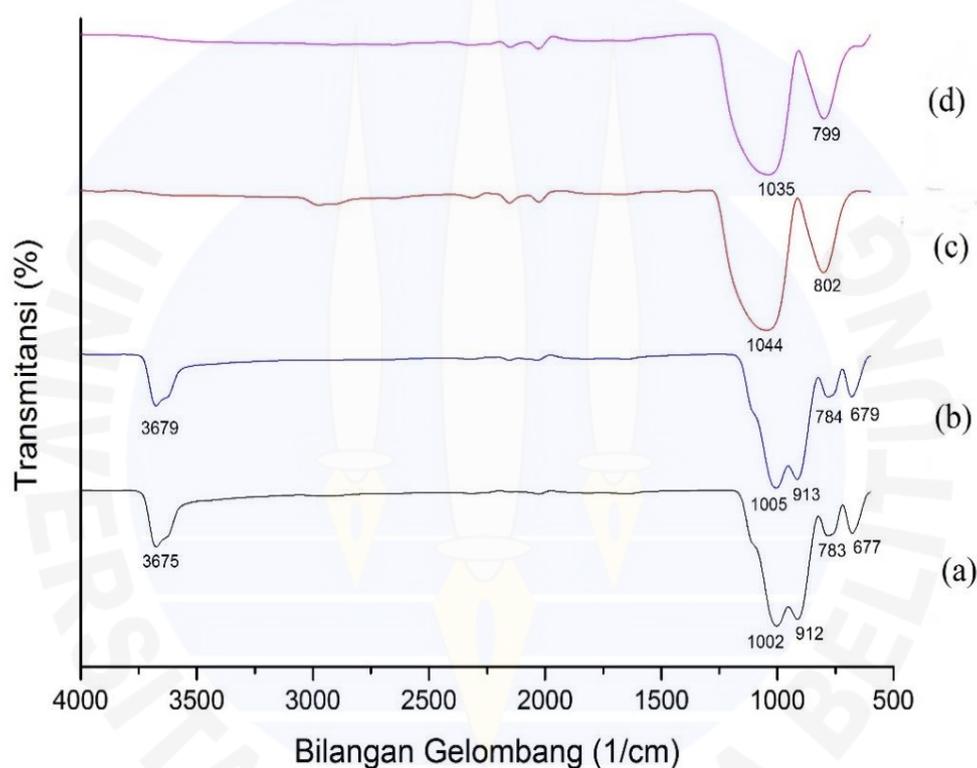
Kaolin teraktivasi fisika memiliki difraktogram yang hampir sama dengan kaolin teraktivasi kimia-fisika dengan 2θ ($^{\circ}$) = $26,5^{\circ}$; dan $39,4^{\circ}$. Gambar 4.4 menunjukkan bahwa difraktogram kaolin teraktivasi fisika memiliki puncak khas moganite dan kaolin teraktivasi kimia-fisika memberikan puncak yang khas yaitu moganite dan kaolinit. Moganite memiliki komposisi yang sama dengan kuarsa. Hannani, M (2019) menyebutkan berdasarkan ICSD 89276 puncak spesifik kuarsa muncul pada difraktogram di daerah 2θ ($^{\circ}$) = $26,70^{\circ}$; $37,15^{\circ}$; $39,50^{\circ}$ dan $50,31^{\circ}$. Munculnya puncak karakteristik moganite disebabkan karena adanya proses pemanasan dengan temperatur yang tinggi yaitu temperatur 700°C . Menurut Chateau dkk., (1999) moganite stabil pada temperatur dekat dengan batas antara kuarsa dan tridimit. Kuarsa stabil pada temperatur 537°C sedangkan tridimit stabil pada temperatur 870°C . Diantara temperatur 537°C dan 870°C , kemungkinan pembentukan moganite. Penelitian Sunardi dkk., (2011) menyebutkan kaolin memiliki bentuk yang berlapis-lapis sehingga ketika dilakukan pemanasan mengakibatkan ikatan antar lapisan kaolin akan mudah putus dan interaksi yang terjadi tidak terlalu kuat. Pemanasan menyebabkan struktur kaolin menjadi rusak sehingga puncak-puncak kaolin sebelum pemanasan menjadi hilang.

Kekristalan kaolin dilihat dari nilai intensitas yang dihasilkan pada difraktogram. Sampel dengan kekristalan tinggi, meskipun jumlahnya sedikit akan memberikan intensitas yang tajam dan tinggi (Lumingkewas, 2006). Dilihat dari Gambar 4.4 menunjukkan kaolin sebelum aktivasi memiliki intensitas puncak yang lebih rendah jika dibandingkan dengan kaolin setelah aktivasi. Rendahnya intensitas puncak pada kaolin sebelum aktivasi menunjukkan bahwa derajat kristalinitas yang dihasilkan masih rendah dan masih mengandung pengotor. Dengan demikian, perlu dilakukan aktivasi untuk menghilangkan pengotor dan meningkatkan derajat kristalinitas kaolin.

Kaolin teraktivasi fisika dan kimia-fisika memiliki intensitas yang tidak berbeda jauh dengan kaolin sebelum aktivasi. Pada kaolin teraktivasi fisika dan kimia-fisika muncul puncak baru yaitu moganite yang diakibatkan pemanasan dengan temperatur 700°C selama 1 jam. Puncak dengan intensitas tertinggi menunjukkan bahwa kaolinit merupakan mineral yang mendominasi pada kaolin

teraktivasi kimia. Hal ini dikarenakan kaolin teraktivasi kimia pengotornya telah hilang akibat penambahan asam pada proses aktivasi dan derajat kristalinitas yang dihasilkan meningkat, hal ini menunjukkan proses aktivasi kimia berhasil.

Kaolin sebelum dan setelah aktivasi dilakukan pengujian menggunakan FTIR sebagai data pendukung. Spektrum FTIR kaolin sebelum aktivasi digunakan sebagai pembanding terhadap ketiga jenis aktivasi. Analisis FTIR berguna untuk mengetahui pengaruh aktivasi pada gugus fungsi pada kaolin.



Gambar 4.5 Spektra FTIR Adsorben Kaolin (a) Sebelum Aktivasi (b) Aktivasi Kimia (c) Aktivasi Fisika (d) Aktivasi Kimia-Fisika

Dari data FTIR diatas terdapat perbedaan antara adsorben sebelum dan setelah aktivasi. Berdasarkan Gambar 4.5 tersebut menunjukkan bahwa pola vibrasi pada kaolin alam mirip dengan kaolin alam teraktivasi kimia sedangkan kaolin teraktivasi fisika mirip dengan kaolin teraktivasi kimia-fisika. Spektrum tersebut menunjukkan adanya beberapa puncak serapan yang cukup tajam, yaitu pada daerah bilangan gelombang untuk kaolin sebelum aktivasi 3675; 1002; 912; 783

dan 677cm^{-1} , kaolin teraktivasi kimia 3679 ; 1005 ; 913 ; 784 dan 679 cm^{-1} , kaolin teraktivasi fisika 1044 dan 802 cm^{-1} dan kaolin teraktivasi kimia-fisika 1035 dan 799 cm^{-1} . Puncak daerah bilangan gelombang 3675 cm^{-1} untuk kaolin sebelum aktivasi dan 3679 cm^{-1} untuk kaolin teraktivasi kimia secara berturut-turut merupakan vibrasi ulur -OH yang terikat pada atom Al oktahedral pada permukaan silikat pada antar lapis silikat dari struktur kaolin. Serapan tersebut berkorelasi dengan munculnya bilangan gelombang 912 cm^{-1} dan 913 cm^{-1} yang menunjukkan adanya vibrasi tekuk Al-OH (Sadiana dkk., 2018; Eren dkk., 2019).

Puncak serapan tajam pada bilangan gelombang 1002 cm^{-1} untuk kaolin sebelum aktivasi, 1005 cm^{-1} untuk kaolin teraktivasi kimia, 1044 cm^{-1} untuk kaolin teraktivasi fisika dan 1035 cm^{-1} untuk kaolin teraktivasi kimia-fisika merupakan serapan vibrasi ulur Si-O (Sunardi dkk., 2010; Sadiana dkk., 2018). Serapan kuat pada bilangan gelombang $950\text{-}1250\text{ cm}^{-1}$ adalah ikatan dari M-O (M merupakan Al atau Si). Data ini berkorelasi dengan bilangan gelombang 677 cm^{-1} pada kaolin sebelum aktivasi dan 679 cm^{-1} untuk kaolin teraktivasi kimia merupakan vibrasi ulur Si-O. Gugus fungsi O-Si-O pada kaolin teraktivasi fisika ditunjukkan pada bilangan gelombang 802 cm^{-1} sedangkan pada kaolin teraktivasi kimia-fisika ditunjukkan bilangan gelombang 799 cm^{-1} . Vibrasi O-Si-O merupakan SiO_2 atau mineral kuarsa (Sadiana dkk., 2018; Hajjaji dan Arfaoui, 2009). Data puncak serapan dari sampel ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis FTIR

Bilangan Gelombang (1/cm)				Keterangan
Kaolin sebelum aktivasi	Kaolin teraktivasi Kimia	Kaolin teraktivasi Fisika	Kaolin teraktivasi Kimia-Fisika	
3675	3679	-	-	Vibrasi ulur Al-OH
1002	1005	1044	1035	Vibrasi ulur Si-O
912	913	-	-	Vibrasi tekuk Al-OH
-	-	802	799	Vibrasi regangan O-Si-O
783	784	-	-	Vibrasi ulur Si-O
677	679	-	-	Vibrasi ulur Si-O

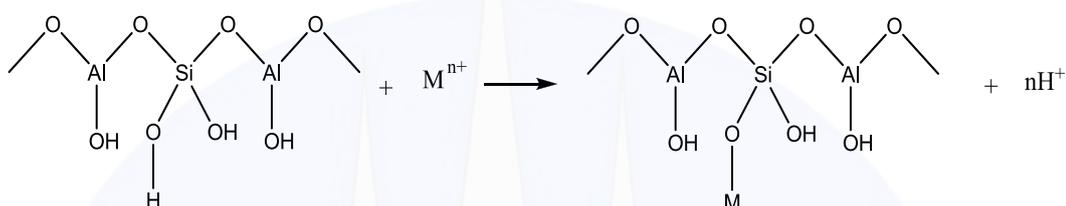
Berdasarkan karakteristik yang sudah dilakukan dengan analisis XRD dan FTIR kaolin teraktivasi kimia yang dipilih sebagai adsorben dalam penyerap logam Fe (III) dan Cu (II). Berdasarkan uji mineral penyusun kaolin melalui metode XRD, pada kaolin teraktivasi kimia komponen penyusunnya terdiri dari kaolinit, sedangkan pada kaolin teraktivasi fisika dan teraktivasi kimia-fisika komponen penyusunnya terdiri dari moganite, hal ini diperkuat hasil dari uji gugus fungsi melalui metode FTIR, pada kaolin teraktivasi kimia tidak terjadi perubahan pada gugus Al-OH, sedangkan pada kaolin teraktivasi fisika dan teraktivasi kimia-fisika terdapat pemutusan ikatan Al-OH yang dibuktikan dengan hilangnya serapan Al-OH pada bilangan gelombang 3600 cm^{-1} . Berdasarkan penelitian Fabiani dkk., (2017) ikatan Al-OH terputus karena ikatan Al-OH mempunyai energi disosiasi yang rendah yaitu 116 kkal/mol^{-1} jika dibandingkan dengan ikatan Si-O yang mempunyai energi disosiasi lebih besar yaitu 190 kkal/mol^{-1} , sehingga ikatan Al-OH lebih mudah terputus dibandingkan Si-O.

4.2 Penyerapan Logam Fe(III) dan Cu(II) Menggunakan Kaolin Teraktivasi Kimia

Penyerapan logam Fe(III) dan Cu(II) menggunakan kaolin teraktivasi kimia dipelajari berdasarkan variabel pH dan waktu kontak. Penyerapan dilakukan dengan menambahkan adsorben kedalam larutan yang sudah diketahui konsentrasinya. Kemudian dilakukan pengadukan untuk menghomogenkan larutan.

Setelah selesai pengadukan campuran disaring, filtrat diuji menggunakan *Atomic Absorption Spectrofotometer* (AAS). Pengujian menggunakan AAS dilakukan terhadap larutan untuk mengetahui jumlah logam Fe (III) dan Cu (II) yang terdapat pada larutan setelah proses adsorpsi.

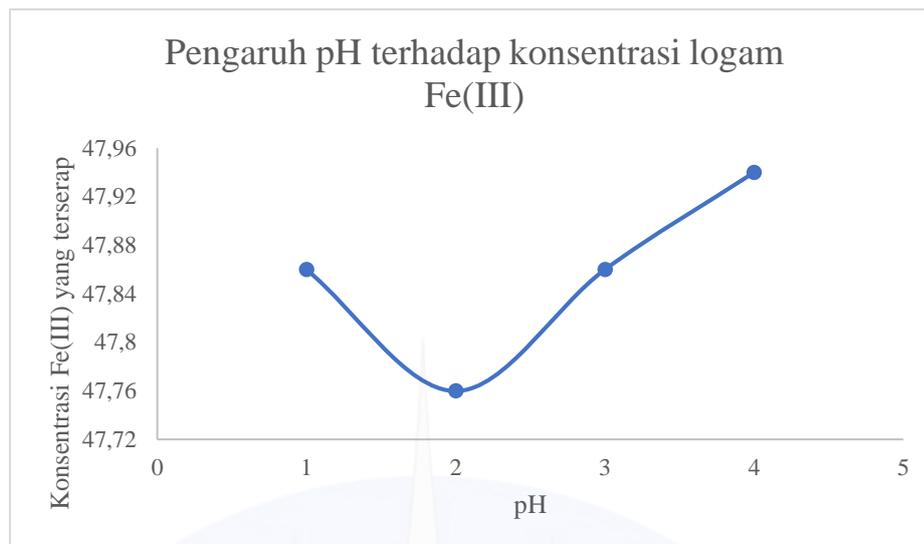
Kaolin mengandung gugus OH pada permukaan yang dapat berinteraksi dengan logam Fe(III) dan Cu(II). Mekanisme adsorpsi yang terjadi antara gugus OH yang terikat pada permukaan kaolin dengan logam Fe(III) dan Cu(II) yang bermuatan positif (kation) adalah sebagai berikut :



Gambar 4.6 Mekanisme Adsorpsi Logam Fe(III) dan Cu(II); Ket : $M = \text{Fe}; \text{Cu}; n = 2, 3$

M^{3+} dan M^{2+} adalah logam Fe(III) dan Cu(II), interaksi antara logam Fe(III) dan Cu(II) dengan gugus OH melalui mekanisme pembentukan kompleks koordinasi karena atom oksigen pada gugus OH mempunyai pasangan elektron bebas, sedangkan logam Fe(III) dan Cu(II) mempunyai orbital d yang tidak berpasangan. Pasangan elektron bebas tersebut akan menempati orbital d yang tidak berpasangan yang dimiliki oleh logam Fe(III) dan Cu(II), sehingga terbentuk suatu senyawa atau ion kompleks. Hal ini terjadi karena ligan yang berasal dari gugus bermuatan negatif pada adsorben berikatan dengan atom pusat yaitu logam Fe(III) dan Cu(II) sehingga terjadi pembentukan kompleks. Pengikatan antara kation logam dengan gugus bermuatan negatif melibatkan interaksi elektrostatis (Apriliani, 2010).

Proses adsorpsi dipengaruhi oleh derajat keasaman (pH) larutan. Penentuan pH optimum dilakukan untuk mengetahui pH interaksi dimana adsorben menyerap secara maksimum, sehingga dilakukan variasi pH 1,2,3 dan 4. Adsorpsi dilakukan dengan konsentrasi awal larutan 50 ppm. Hasil dari pengukuran berupa konsentrasi logam Fe(III) dalam *part per millions* (ppm) atau mg/L. Plot kurva antara pH dengan konsentrasi logam Fe(III) sebagai berikut :

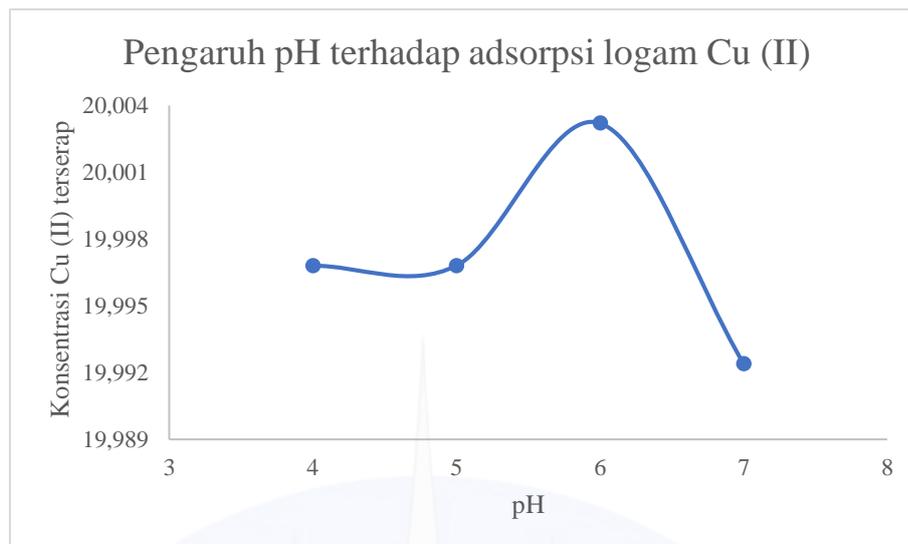


Gambar 4.7 Kurva Pengaruh pH terhadap Adsorpsi Logam Fe(III)

Proses adsorpsi sangat berpengaruh terhadap tingkat keasaman dari larutan, karena perubahan keasaman dalam larutan dapat menyebabkan perubahan muatan permukaan adsorben atau spesies ion logam dalam larutan. Dari plot kurva di atas terlihat pada pH 1 hingga pH 2 kemampuan adsorpsi mengalami penurunan, sama seperti penelitian Renni dkk (2018) melakukan adsorpsi Fe(III) menggunakan zeolit alam mengalami penurunan pada pH 2, kemudian mengalami kenaikan kembali pada pH 4.

Gambar 4.7 menunjukkan pada pH 3 hingga pH 4 kemampuan adsorpsinya meningkat tajam, sehingga pH 4 merupakan kondisi optimum penyerapan terhadap logam Fe(III). Rismiarti dkk., (2016) melakukan adsorpsi Fe(III) menggunakan zeolit alam teraktivasi dengan pH optimum pada pH 4. Pada pH 2 daya serap Fe(III) oleh zeolit teraktivasi lebih rendah jika dibandingkan dengan pH 4, karena pada pH 2 terdapat banyaknya ion hidrogen (H^+) dalam larutan. Aktivitas H^+ dalam larutan dapat berkompetisi menjadi pengganggu untuk adsorpsi Fe(III) oleh zeolit.

Adsorpsi Cu(II) menggunakan adsorben kaolin alam dilakukan dengan memvariasikan pH larutan yaitu pH 4,5,6 dan 7. Filtrat yang diperoleh setelah proses adsorpsi diuji kadar logam Cu(II) menggunakan AAS. Hasil dari pengukuran berupa konsentrasi logam Cu(II) dalam ppm atau mg/L. Plot kurva antara pH dengan adsorpsi logam sebagai berikut :

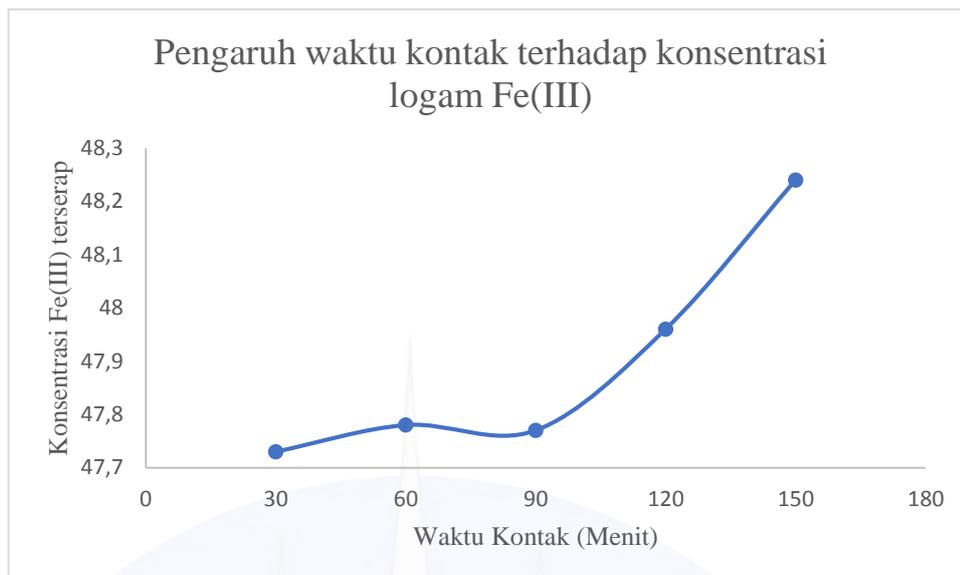


Gambar 4.8 Kurva Pengaruh pH terhadap Adsorpsi Logam Cu(II)

Dari Gambar 4.8 dapat diamati bahwa kemampuan adsorpsi Cu(II) dimana pada pH 4 hingga pH 6 kemampuan adsorpsinya terus meningkat. Cici dkk., (2017) menyebutkan semakin tinggi pH maka semakin berkurang ion H^+ yang berasal dari adsorben sehingga mengurangi persaingan antara ion logam dan gugus-gugus aktif dipermukaan adsorben. Hal ini menyebabkan lebih banyak situs aktif yang dapat diakses oleh ion Cu(II) terus meningkat sehingga tercapai kondisi optimum di pH 6.

Pada pH 7 kemampuan adsorpsinya mengalami penurunan. Penurunan tersebut diakibatkan oleh kemampuan adsorben dalam menyerap logam Cu(II) semakin berkurang, hal ini disebabkan karena logam Cu(II) yang terserap sudah penuh pada permukaan adsorben dan menyebabkan adsorben menjadi jenuh, sehingga pada pH 7 adsorben tidak dapat mengadsorpsi ion logam Cu(II) yang masih tersisa.

Variasi waktu kontak adalah faktor yang berpengaruh dalam proses adsorpsi. Waktu kontak adsorpsi kaolin terhadap Fe(III) dan Cu(II) berhubungan dengan berapa lama waktu kaolin dalam menyerap logam Fe(III) dan Cu(II) secara optimal. Plot kurva antara waktu kontak dengan konsentrasi logam Fe(III) yang terserap sebagai berikut :

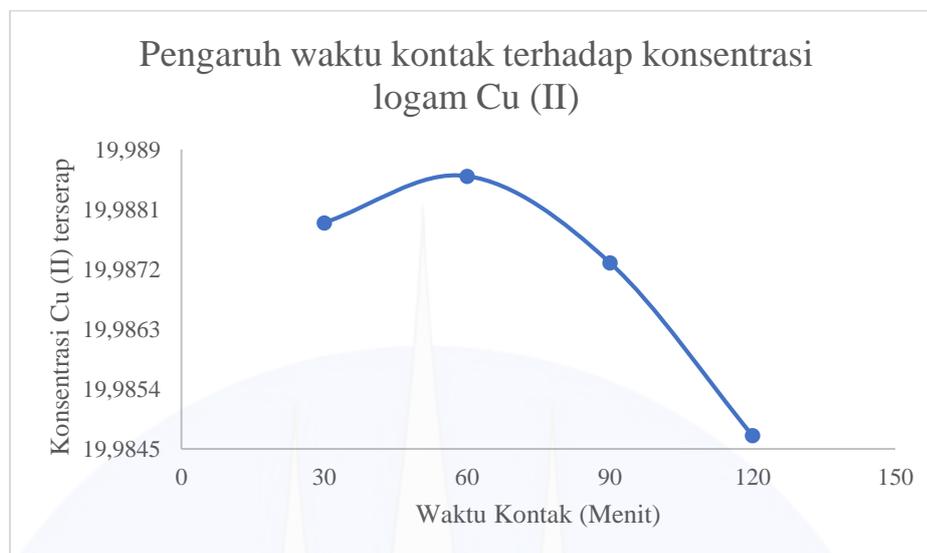


Gambar 4.9 Kurva Pengaruh Waktu Kontak terhadap Adsorpsi Logam Fe(III)

Penyerapan logam Fe(III) dilihat dari kurva pada waktu kontak 30 menit sampai 60 menit konsentrasi Fe(III) yang terserap mengalami kenaikan sedangkan pada waktu kontak 90 menit konsentrasi Fe(III) yang terserap mengalami sedikit penurunan. Namun pada waktu kontak diatas 90 menit hingga 150 menit konsentrasi Fe(III) yang terserap mengalami lonjakan kenaikan yang sangat drastis sehingga dapat disimpulkan kondisi penyerapan optimum logam Fe(III) terjadi pada waktu kontak 150 menit. Hal ini menunjukkan semakin lama waktu pengadukan semakin besar konsentrasi Fe(III) yang terserap. Hal ini terjadi karena kecepatan pengadukan mempercepat terjadinya kontak antara adsorben dengan larutan yang mengandung logam Fe(III). Renni dkk, (2018) melakukan penelitian adsorpsi Fe(III) menggunakan zeolit alam teraktivasi dengan memvariasikan waktu kontak. Hasil adsorpsi pada variasi waktu kontak didapatkan penyerapan optimum pada waktu kontak 150 menit dan pada waktu kontak 180 menit mengalami penurunan.

Adsorpsi Cu(II) pada kaolin teraktivasi kimia dipelajari dengan cara menentukan pengaruh waktu kontak terhadap logam Cu(II) yang terserap. Penentuan waktu kontak menggunakan variasi waktu kontak 30,60, 90 dan 120 menit. Adsorpsi dilakukan dengan konsentrasi awal larutan 20 ppm dengan pH

optimum. Plot kurva antara waktu kontak dengan konsentrasi logam Cu(II) yang terserap sebagai berikut :



Gambar 4.10 Kurva Pengaruh Waktu Kontak terhadap Adsorpsi Logam Cu(II)

Adsorpsi Cu(II) oleh kaolin teraktivasi kimia meningkat pada waktu kontak 30 menit hingga 60 menit. Ketika waktu kontak 90 dan 120 menit efisiensi penyerapan mulai menurun dikarenakan terjadinya proses desorpsi. Proses desorpsi merupakan proses pelepasan kembali logam Cu(II) yang telah berikatan dengan gugus aktif pada adsorben (Nucifera dkk., 2016). Waktu kontak diatas 60 menit telah mengalami kejenuhan sehingga sebagian logam Cu(II) yang ada di permukaan adsorben menjadi terlepas. Sehingga kondisi penyerapan logam Cu(II) optimum terletak pada waktu kontak 60 menit.

Penyerapan Fe(III) pada kondisi optimum pH 4 dan waktu kontak 150 menit dengan konsentrasi Fe(III) terserap 48,24 ppm sehingga hasil yang diperoleh untuk nilai efisiensi adsorpsi pada kondisi optimum yaitu 96,48%. Penyerapan Cu(II) pada kondisi optimum pH 6 dan waktu kontak 60 menit dengan konsentrasi Cu(II) terserap 19,9886 ppm sehingga hasil yang diperoleh untuk nilai efisiensi adsorpsi pada kondisi optimum yaitu 99,94%.