



KAJIAN ADSORPSI KOMPOSIT Fe_3O_4 -LEMPUNG TERHADAP ION LOGAM $Pb(II)$

Aulia Rahman, Endaruji Sedyadi*

Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
Jl. Marsda Adisucipto Yogyakarta 55281 Telp. +62-274-540971
Email: endaruji@yahoo.com*

Abstrak. Telah dilakukan penelitian mengenai kajian adsorpsi komposit Fe_3O_4 -lempung terhadap ion logam $Pb(II)$. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari adsorpsi Komposit terhadap Ion Logam $Pb(II)$. Komposit dibuat menggunakan metode kopresipitasi yang kemudian dilakukan adsorpsi terhadap ion logam $Pb(II)$ untuk diketahui kapasitas adsorpsinya. Sifat kimia fisik komposit dianalisis dan dibandingkan dengan sebelum pengkompitan menggunakan metode difraksi sinar-X dan spektrofotometer infra merah. Adsorpsi dilakukan terhadap ion logam $Pb(II)$ untuk dipelajari karakteristik adsorbsinya. Kajian Adsorpsi yang dianalisis meliputi waktu setimbang, isoterm adsorpsi, dan kapasitas adsorpsi menggunakan spektrofotometer serapan atom. Hasil karakterisasi menggunakan FTIR menunjukkan adanya vibrasi Fe-O pada spektrum 467,52 cm^{-1} dan vibrasi Si-O-Si pada spektrum 1037,54 cm^{-1} . Hasil XRD menunjukkan terjadinya eksfoliasi pada komposit yang ditandai dengan hilangnya basal spacing pada struktur montmorillonit. Kinetika adsorpsi komposit mengikuti model pseudo orde dua dengan serta kesetimbangan adsorpsi mengikuti model Isoterm Langmuir. Terjadi kenaikan kapasitas adsorpsi setelah pengkomposit dari 58,651 mg/g menjadi 70,547 mg/g

This publication is licensed under a



Kata kunci: Komposit, Fe_3O_4 -lempung, adsorpsi, $Pb(II)$.

Pendahuluan

Pencemaran logam berat pada lingkungan merupakan masalah besar di dunia. Logam berat adalah jenis polutan yang paling banyak ditemukan pada berbagai perairan industri. Perairan limbah industri yang mengandung konsentrasi logam berat rendah hingga tinggi sering ditemukan pada industri pertambangan, penyepuhan logam, pembuatan baterai, pupuk, kimia, farmasi, elektronik, tekstil, dan lain-lain.

Adanya ion-ion logam berat dalam limbah industri telah lama menjadi objek dalam bidang kimia analitik dan kimia lingkungan. Limbah yang mengandung logam berat perlu mendapat perhatian khusus, mengingat dalam konsentrasi tertentu dapat memberikan efek toksik yang berbahaya bagi kehidupan manusia dan lingkungan di sekitarnya (Lelifajri, 2010).

Persoalan spesifik logam berat di lingkungan terutama karena akumulasinya sampai pada rantai makanan dan keberadaannya di alam, serta meningkatnya sejumlah logam berat yang menyebabkan keracunan terhadap tanah, udara, dan air. Keberadaan logam-logam berat di lingkungan seperti tembaga, kadmium, dan timbal merupakan masalah lingkungan yang perlu mendapat perhatian serius. Keberadaan logam berat tersebut sangat berbahaya bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya, karena sifatnya yang sangat beracun dan tidak dapat terbiodegradasi. Keberadaan logam berat perlu untuk dihilangkan agar diperoleh perairan yang memenuhi standar kualitas lingkungan.

Salah satu logam berat yang berbahaya adalah timbal (Pb^{2+}). Limbah logam timbal dapat berasal dari limbah industri, rumah tangga (domestic wastewater), baterai tidak terpakai ataupun dari hasil penambangan. Logam timbal sebagai logam berat merupakan unsur terbanyak di alam. Logam timbal mempunyai

densitas yang sangat tinggi, jauh melebihi densitas tertinggi logam transisi pertama. Logam ini merupakan satu dari tiga senyawa yang paling beracun yang menarik perhatian para peneliti untuk mendapatkan metode penanggulangan yang tepat.

Batas kandungan timbal yang diperbolehkan dalam keluaran limbah industri berbeda untuk setiap negara, namun tidak lebih dari 0,1 mg/L sedangkan dalam air minum tidak lebih dari 0,01 mg/L (Depkes RI, 1996). Jika jumlahnya melebihi batas, maka akan berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan. Logam timbal akan terakumulasi di dalam tubuh manusia seumur hidup dan secara normal dikeluarkan dengan cara yang lambat. Dengan demikian, sangat perlu dikembangkan teknologi untuk mengontrol konsentrasi logam berat dalam perairan limbah industri (Sivaiah et al., 2004). Pengaruh yang ditimbulkan adalah gangguan pada saraf perifer dan sentral, sel darah, gangguan ginjal secara kronis, gangguan metabolisme vitamin D, dan kalsium sebagai unsur pembentuk tulang. Timbal dapat juga menembus plasenta pada bayi dalam kandungan sehingga mempengaruhi pertumbuhan janin (Kristina H.S., 2003).

Saat ini sudah ada beberapa metode yang telah dikembangkan untuk menangani masalah limbah di perairan yaitu presipitasi, ekstraksi, separasi dengan membran (Jain et al., 2005), pertukaran ion (Sivaiah et al., 2004), dan adsorpsi. Metode presipitasi adalah metode yang ekonomis tetapi infisien untuk larutan encer, metode pertukaran ion atau osmosis balik umumnya efektif tetapi memerlukan peralatan dan biaya operasional yang relatif tinggi. Metode adsorpsi adalah salah satu metode alternatif yang potensial karena prosesnya yang relatif sederhana, dapat bekerja pada konsentrasi rendah, dapat di daur ulang, dan biaya yang dibutuhkan relatif murah (Blais et al., 2000).

Adsorpsi melibatkan gaya tarik-menarik antarmolekul, pertukaran ion, dan ikatan kimia. Karbon aktif banyak digunakan sebagai adsorben yang efektif dalam berbagai aplikasi serta paling banyak digunakan dalam proses adsorpsi untuk perlakuan limbah industri cair (Jusoh et al., 2007). Pengambilan ion logam dengan metode adsorpsi menggunakan karbon aktif komersial membutuhkan biaya relatif mahal. Karbon aktif juga dapat mengalami penurunan aktivasi sebesar 10-15% selama regenerasi. Selain itu karbon aktif merupakan bahan yang bersifat dapat terbakar (combustible material), sehingga kurang tepat jika diaplikasikan pada suhu tinggi (Yenisoy-karakas et al., 2004).

Lempung merupakan adsorben alam yang dapat dikategorikan berbiaya murah dibandingkan adsorben lain seperti karbon aktif, zeolit, atau resin organik. Kelimpahan lempung di alam membuatnya mudah diperoleh secara langsung. Lempung di temukan di alam tidak dalam keadaan murni, tetapi merupakan gabungan dari beberapa mineral dan bahkan juga mengandung material bukan lempung. Mineral lempung umumnya ditemukan dalam beberapa kelompok seperti kaolinit, mika, montmorillonit, klorit, illit, dan vermikulit (Goenadi, 1982). Mineral montmorillonit ditemukan di alam dalam tanah bentonit. Tanah bentonit mengandung kurang lebih 85% montmorillonit (Riyanto, 1994).

Montmorillonit menjadi perhatian karena memiliki kemampuan untuk mengembang (swelling) saat berada dalam air atau larutan organik serta memiliki kapasitas pertukaran ion yang tinggi sehingga mampu mengakomodasikan kation dalam jumlah besar (Ogawa, 1992). Antarlapis silikat lempung montmorillonit dapat disisipi (interkalasi) dengan suatu bahan yang lain seperti senyawa organik ataupun oksida-oksida logam sehingga diperoleh suatu komposit yang sifat fisikokimianya lebih baik dibandingkan lempung sebelum dimodifikasi. Sifat fisikokimia merupakan bagian penting pada setiap karakterisasi lempung baik sebagai katalis, pendukung katalis, maupun adsorben (Goenadi, 1982).

Lempung memiliki kelemahan sebagai adsorben yaitu sulit dipisahkan dari larutan. Beberapa peneliti melakukan modifikasi dengan magnetit yang dapat memaksimalkan kemampuan lempung sebagai adsorben (Zheng et al., 2014).

Magnetit merupakan suatu material yang memiliki berbagai keunggulan diantaranya bersifat superparamagnetik, kejenuhan magnet yang tinggi, kontribusi anisotropi yang bagus, dan biokompatibel. Kejadian ini terus meningkat seiring pengaruh ukuran dan permukaan yang didominasi oleh sifat magnetik dari masing-masing partikel (Kornak, 2005). Material magnetik juga dapat dimanfaatkan untuk aplikasi lain, diantaranya pemisahan/amobilisasi enzim (Shao, 2009), transport obat, serapan gelombang mikro, fotokatalis, aplikasi biologi, biomedik, pemisahan logam, magnetik resonance imaging (MRI), hipertemia, dan lain-lain (Dang, 2010). Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan percobaan adsorpsi menggunakan magnetik.

Oksida logam yang mudah ditemukan dalam bentuk mineralnya adalah oksida besi. Mineral oksida besi dapat ditemukan berupa magnetit (Fe_3O_4), maghemit ($\gamma\text{-Fe}_3\text{O}_4$), dan

hematit ($\alpha\text{-Fe}_3\text{O}_4$). Perbedaan suhu kalsinasi akan menghasilkan berbagai bentuk faasa oksida besi dimana Fe_3O_4 (suhu ruang), $\gamma\text{-Fe}_3\text{O}_4$ (kalsinasi 200 °C), dan $\alpha\text{-Fe}_3\text{O}_4$ (kalsinasi 300-600 °C) (Chirita, 2009).

Pada penelitian ini dikaji kemampuan komposit Fe_3O_4 -lempung dalam mengadsorb ion logam Pb(II) . Diharapkan lempung yang telah dimodifikasi dengan dilapisi magnetit akan menjadi suatu komposit yang baik dalam mengadsorb logam timbal (Pb^{2+}).

Bahan dan Metode

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain: Lempung yang dibeli di Jl. Raya Solo, Somopuro, Jogonalan, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah, Besi Klorida Heksa Hidrat ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) kualitas p.a Merck, Ferro Sulfat Heptahidrat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) kualitas p.a Merck, Natrium Hidroksida (NaOH) kualitas p.a Merck, dan akuades.

Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini antara lain: seperangkat alat gelas, seperangkat alat sintesis, kertas saring Whatman 0,42 μm , vakum, oven, hot plate, neraca analitik, desikator, Fourier Transform Infrared (FTIR), X-Ray Diffraction (XRD), dan Atomic Absorption Spectroscopy (AAS).

Metode Penelitian

Preparasi Lempung

Sebanyak 100 gram lempung dilarutkan dalam 2000 mL akuades. Kemudian diaduk selama 6 jam, selanjutnya didiamkan selama 24 jam. Selanjutnya dipisahkan air pencucian dengan endapan, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 110 °C selama 24 jam. Setelah kering endapan digerus dan di karakterisasi dengan Fourier Transform Infrared (FTIR) dan X-Ray Diffraction (XRD).

Preparasi Magnetit (Fe_3O_4)-Lempung

Kedalam labu leher tiga dimasukkan 3 gram lempung yang telah dikeringkan sebelumnya, selanjutnya diaduk dengan magnetic stirrer. Kemudian dimasukkan 14 mmol $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dan 14 mmol $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Lalu ditambahkan 50 mL NaOH 2,5 M. Selanjutnya campuran mulai diaduk dengan kecepatan konstan dan dipanaskan pada suhu 70 °C selama 1 jam. Setelah itu campuran disaring dengan penyaring bunchner. Campuran dicuci dengan akuades sampai air hasil cucian mencapai pH netral (pH 7), lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 100 °C selama 3 jam. Setelah kering padatan komposit kemudian digerus selanjutnya dikarakterisasi dengan Fourier Transform Infrared (FTIR) dan X-Ray Diffraction (XRD).

Penentuan Waktu Setimbang

Ke dalam 5 buah erlenmeyer 100 ml masing masing dimasukkan 0,02 g lempung bentonit yang tidak terkomposit. Kemudian ke dalam masing-masing erlenmeyer tersebut ditambahkan adsorbat 20 ml Pb(II) 80 ppm. Campuran diaduk dengan waktu yang berbeda-beda yaitu selama 5, 10, 20, 40, dan 80 menit. Selanjutnya disaring dan filtratnya diukur dengan spektrofotometer serapan atom. Prosedur yang sama juga dilakukan untuk komposit Fe_3O_4 -lempung. Adsorbansi yang

terbaca kemudian dimasukkan ke dalam persamaan regresi sehingga konsentrasi Pb(II) dalam filtrat bisa ditentukan. Untuk mengetahui waktu setimbang dibuat grafik antara banyaknya Pb(II) yang teradsorpsi pergram adsorben dan waktu yang diberikan. Waktu setimbang ditentukan dari grafik dimana waktu memberikan konsentrasi Pb(II) tertinggi yang teradsorpsi.

Penentuan Isoterm Adsorpsi

Ke dalam 5 buah erlenmeyer 100 ml masing masing dimasukkan 0,02 g lempung bentonit yang tidak terkomposit. Kemudian ke dalam masing-masing erlenmeyer tersebut ditambahkan adsorbat 20 ml Pb(II) dengan konsentrasi yang berbeda-beda yaitu 40, 60, 80, 100, dan 120 ppm. Campuran diaduk selama waktu yang diperoleh dari penentuan waktu setimbang, selanjutnya disaring dan filtratnya diukur dengan spektrofotometer serapan atom. Prosedur yang sama juga dilakukan untuk komposit Fe₃O₄-lempung. Konsentrasi Pb(II) maksimum yang diserap pada isoterm adsorpsi diperoleh dengan cara membuat kurva antara jumlah Pb(II) yang teradsorpsi oleh adsorben (mg/g) dan konsentrasi ion Pb(II) dalam larutan.

Penentuan Kapasitas Adsorpsi

Masing-masing ke dalam Erlenmeyer 100 mL dimasukkan 0,02 g lempung tanpa terkomposit dan terkomposit Fe₃O₄-lempung. Kemudian ditambahkan 20 ml larutan Pb(II) dengan konsentrasi yang didapat dari penentuan isoterm adsorpsi dan diaduk selama waktu setimbang adsorpsi. Selanjutnya disaring dan filtratnya diukur dengan Analitic Atomic Spectroscopy (AAS).

Perhitungan Kapasitas Adsorpsi

Kapasitas adsorpsi ditentukan berdasarkan banyaknya zat terlarut yang teradsorpsi oleh setiap gram adsorben pada keadaan jenuh. Perhitungan kapasitas adsorpsi lempung bentonit dilakukan dengan rumusan:

$$A = \frac{C_1 - C_2}{1000} \times V \times \frac{1}{B}$$

Dimana A adalah jumlah Pb(II) yang teradsorpsi oleh lempung bentonit (mg/g), C₁ adalah konsentrasi Pb(II) awal, C₂ konsentrasi Pb(II) yang tersisa dalam filtrat (ppm), V adalah volume Pb(II) yang digunakan (mL) dan B adalah berat lempung yang digunakan (g).

Hasil dan Pembahasan

Preparasi Lempung

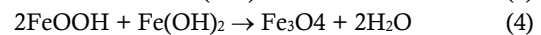
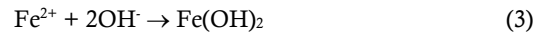
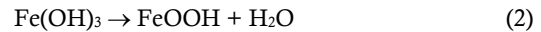
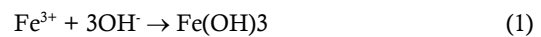
Lempung merupakan bahan baku yang digunakan pada penelitian ini. Lempung yang digunakan yaitu jenis Na-Bentonit. Kandungan alami yang dimiliki bentonit yaitu mineral montmorillonit. Selain montmorillonit, terdapat fragmen sisa yang pada umumnya terdiri dari campuran mineral kuarsa/kristobalit, feldspar, kalsit, gypsum, kaolinit, plagioklas, illit, dan lainnya yang terbentuk dari proses alami di alam (Zulkarnaen et al., 2002). Dilakukan preparasi dengan metode pengendapan bertujuan untuk memurnikan lempung dari senyawa-senyawa lain sehingga diperoleh montmorillonit dengan kemurnian lebih baik dari sebelumnya.

Pada proses pencucian dilakukan dengan melarutkan lempung dalam aquades kemudian diaduk 6 jam sampai

homogen. Campuran kemudian didiamkan selama 24 jam. Lapisan air dipisahkan dari lempung sehingga menghasilkan montmorillonit dengan kemurnian yang lebih baik. Lempung kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C selama 24 jam dengan tujuan menghilangkan molekul air yang terserap dalam ruang antar lapis lempung.

Preparasi Fe₃O₄-Lempung

Fe₃O₄ yang memiliki sifat menarik tetapi kelarutannya yang kecil akan dilapisi dengan lempung. Kapasitas adsorpsi lempung dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah luas permukaan, struktur molekul, kapasitas tukar kation dan keasaman permukaannya, semakin tinggi karakter-karakter tersebut maka akan semakin baik daya adsorpsinya (Bhattacharyya, 2008). Penambahan Fe₃O₄ akan mengubah struktur molekul, menaikkan kapasitas tukar kation, dan menambah luas permukaan dari lempung. Lempung memiliki interlayer bermuatan negatif antarlapisi molekulnya akan disisipkan dengan Fe₃O₄ melalui proses pertukaran ion. Fe³⁺ memiliki muatan kation lebih besar dari pada kation-kation di dalam interlayer lempung (Na⁺, K⁺, Ca²⁺, dan Mg²⁺) sehingga mampu menggantikan posisi dari kation alamimnya. Pembuatan komposit dilakukan dengan mencampurkan lempung yang sudah dikeringkan dengan FeSO₄ dan FeCl₃. Fe₃O₄ terbentuk dari penggabungan FeSO₄ dan FeCl₃ dengan bantuan NaOH sebagai agen γ -presipitat. Reaksi pembentukan Fe₃O₄ dapat digambarkan seperti berikut:

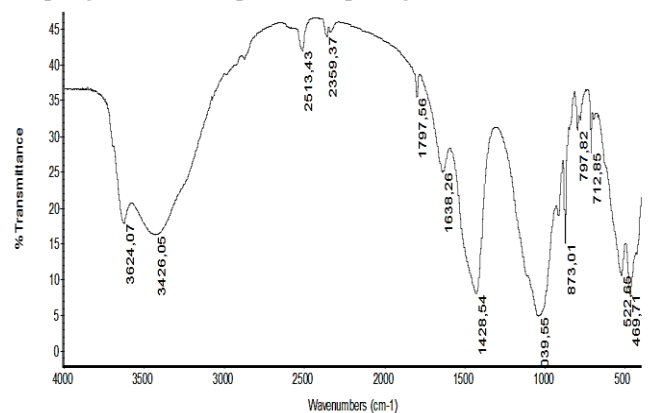


(Set et al., 2006)

Karakterisasi

FT-IR Lempung

FTIR (Fourier Transformation Infra Red) merupakan salah satu karakterisasi yang bertujuan untuk mengetahui gugus Si-O dari senyawa montmorillonit yang terdapat pada lempung. Hasil lempung dari FTIR dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Spektra FTIR Lempung

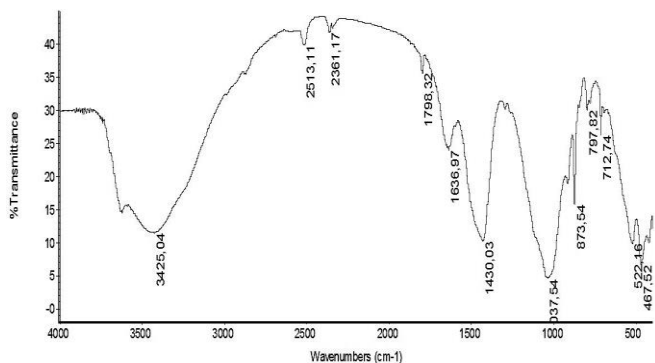
Spektrum serapan terlihat pada 3426,05 cm^{-1} menunjukkan serapan khas dari vibrasi ulur O-H yang terletak pada lapisan oktahedral. Rosadalima (2007) menyatakan spektrum serapan pada 3633 cm^{-1} merupakan serapan khas vibrasi ulur O-H dari ikatan Mg-O-Al dan Al-OH-Al. Vibrasi tekuk H-O-H disebabkan adanya ikatan hidrogen yang berasal dari air yang berikatan dengan bentonit pada spektrum 1638,26 cm^{-1} .

Spektrum serapan pada 1039,55 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi regang Si-O-Si, sedangkan vibrasi tekuk Si-O-Si terbaca pada spektrum serapan 469,71 cm^{-1} . Vibrasi ulur Si-O terbaca pada spektrum serapan 522,65 cm^{-1} .

Disimpulkan bahwa jenis mineral terkandung dalam lempung tersebut adalah jenis mineral yang dapat menyerap air dan logam sehingga untuk lebih jelasnya lempung di karakterisasi menggunakan instrumen XRD.

FT-IR Lempung-Fe₃O₄

Hasil karakterisasi komposit Fe₃O₄-lempung menggunakan FTIR dapat dilihat pada gambar 2. Serapan khas gugus Si-O-Si terbaca pada spektrum serapan 1037,54 cm^{-1} . Selanjutnya pada spektrum 3425,04 cm^{-1} memperlihatkan daerah serapan gugus O-H yang diperkuat dengan vibrasi tekuk H-O-H yang terbaca pada spektrum 1636,97 cm^{-1} .



Gambar 2. Spektra FTIR Komposit

Pada spektrum 467,52 cm^{-1} menunjukkan vibrasi Fe-O. Pita serapan pada daerah bilangan gelombang 400 cm^{-1} , 570 cm^{-1} , dan 635 cm^{-1} menunjukkan vibrasi rentang Fe-O (Klotz, 1999).

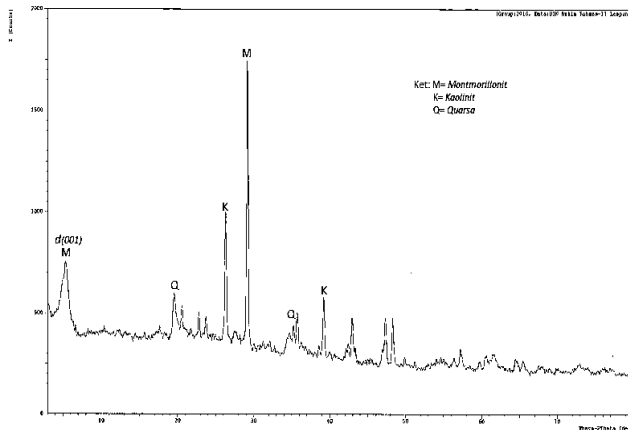
Dari hasil spektra FTIR pada gambar 2 belum dapat menunjukkan hasil merupakan jenis Fe₃O₄ karena daerah serapannya tertutup dengan lempung, sehingga perlu dikarakterisasi lebih lanjut dengan XRD (X-Ray Diffraction).

XRD Lempung

Karakteristik lempung dengan XRD sebagai informasi jenis mineral penyusun lempung yang dapat dilihat pada gambar 3. Hasil identifikasi pada gambar 3 menunjukkan adanya puncak difraksi dari montmorillonit pada daerah $2\theta=5,84^\circ$ ($d=15,1212 \text{ \AA}$), $2\theta=19,57^\circ$ ($d=4,5323 \text{ \AA}$), dan $2\theta=29,17^\circ$ ($d=3,0590 \text{ \AA}$). Difraksi dari kaolinit terdeteksi pada $2\theta=26,31^\circ$ ($d=3,3843 \text{ \AA}$) dan $2\theta=39,20^\circ$ ($d=2,2960 \text{ \AA}$). Kemudian difraksi kuarsa terdeteksi pada $2\theta=20,55^\circ$ ($d=4,3185 \text{ \AA}$) dan $2\theta=35,74^\circ$ ($d=2,5098 \text{ \AA}$).

Dari data yang diperoleh dapat disimpulkan lempung yang digunakan memiliki basal spacing (d_{001}) pada daerah 2 theta

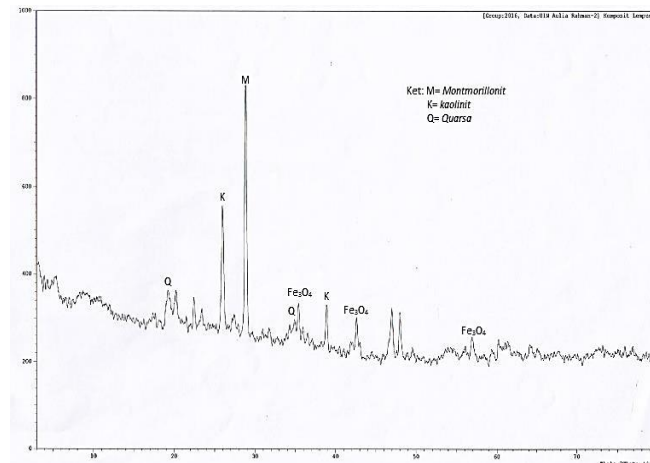
$5,84^\circ$ dengan jarak antar lapis (d) mineral lempung 15,1212 \AA yang merupakan difraksi khas dari struktur montmorillonit. Struktur basal spacing dari montmorillonit ini akan dimodifikasi dengan dimasukkan senyawa lain yang dapat meningkatkan jarak antar layer ataupun meningkatkan daya adsorpsinya.



Gambar 3. XRD lempung

XRD Lempung-Fe₃O₄

Karakteristik lempung dengan XRD sebagai informasi jenis mineral penyusun lempung yang dapat dilihat pada gambar 4. Hasil XRD pada gambar IV.4 menunjukkan adanya puncak difraksi Fe₃O₄ pada $2\theta=35,3780^\circ$ ($d=2,5351 \text{ \AA}$), $2\theta=42,9930^\circ$ ($d=2,1021 \text{ \AA}$), dan $2\theta=56,9171^\circ$ ($d=1,6165 \text{ \AA}$). Jika dibandingkan dengan hasil XRD pada gambar IV.2, komposit mengalami kehilangan basal spacing d_{001} yang terdapat pada antara sudut 0-5 theta (Supeno, 2007). Hal tersebut menunjukkan kemungkinan terjadinya eksfoliasi pada montmorillonit yang mengalami delaminasi struktur sehingga basal spacing pada interlayer terdispersi dalam matriks polimer (Syuhada et. al., 2009).



Gambar 4. XRD Komposit Fe-3O4-lempung

Hasil XRD komposit Fe₃O₄-lempung pada gambar 4 mengalami penurunan intensitas ketika dibandingkan dengan hasil XRD lempung pada gambar IV.2. Hal tersebut diakibatkan

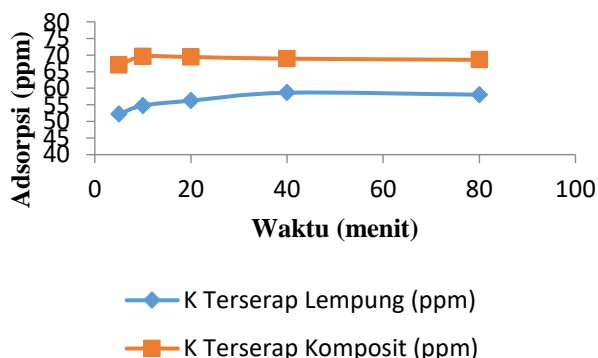
berkurangnya jarak kisi kristal pada lempung setelah dikompositkan dengan Fe₃O₄.

Untuk mengetahui daya adsorpsi dari komposit lempung-Fe₃O₄ maka dilakukan perbandingan waktu setimbang dan isoterm adsorpsi antara lempung alami dengan komposit lempung-Fe₃O₄ sehingga didapatkan peningkatan ataupun penurunan daya adsorpsi dari komposit. Adsorpsi dilakukan dengan menggunakan adsorbat logam Pb(II) dengan pH yang sama disetiap larutan yaitu 3,944.

Penentuan Waktu Setimbang

Waktu setimbang yaitu waktu yang dibutuhkan untuk mencapai optimum pada saat adsorpsi. Variasi waktu kontak bertujuan mengetahui waktu terbaik yang dibutuhkan lempung dan komposit Fe₃O₄-lempung dalam mengadsorpsi logam Pb(II) secara maksimum. Pengujian dilakukan dengan diambil masing-masing 20 mL Pb(II) konsentrasi 80 ppm.

Perbandingan waktu setimbang antara lempung dengan komposit Fe₃O₄-lempung dapat dilihat pada gambar IV.5. Berdasarkan grafik yang diperoleh, waktu setimbang pada lempung lebih besar dibandingkan Fe₃O₄-lempung yaitu 40 menit untuk komposit dan 20 menit untuk lempung. Ini disebabkan luas permukaan yang dimiliki Fe₃O₄-lempung lebih kecil dari pada lempung akibat terjadinya eksfoliasi pada struktur basal spacing sehingga waktu kontak adsorben untuk menarik adsorbat lebih cepat berlangsung.



Gambar 5. Grafik Waktu vs Adsorpsi

Terjadi penurunan kemampuan adsorpsi setelah waktu kontak optimum terjadi akibat ion Pb(II) yang telah teradsorpsi akan dilepaskan kembali. Situs aktif pada permukaan lempung dan komposit terbuka seutuhnya untuk ion Pb(II) pada awal adsorpsi yang menyebabkan lebih banyak ion Pb(II) yang terserap pada permukaan adsorben. Peningkatan daya serap tidak terjadi peningkatan setelah permukaan lempung dan komposit jenuh dengan adanya ion Pb(II). Pengadukan lama juga mempengaruhi ion Pb(II) lepas kembali dan meninggalkan permukaan adsorben (Bhaattacharyya, 2007).

Variasi waktu kontak dapat digunakan untuk mengetahui perbandingan kinetika adsorpsi logam ion Pb(II) terhadap lempung alam dan komposit lempung-Fe₃O₄. Model kinetika adsorpsi yang digunakan yaitu pseudo orde satu dan pseudo dua untuk logam Pb(II).

Penentuan Isoterm Adsorpsi

Isoterm adsorpsi ditentukan dengan memvariasi konsentrasi larutan Pb(II) yaitu 40, 60, 80, 100, dan 120 ppm. Sesuai hasil waktu setimbang, pengadukan yang digunakan adalah 80 menit. Tujuan dari variasi konsentrasi adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi logam Pb(II).

Parameter tersebut dimasukkan dalam masing-masing persamaan model yang ditinjau dan diperoleh jumlah ion Pb(II) yang teradsorpsi berdasarkan hasil perhitungan. Suatu isoterm adsorpsi menunjukkan hubungan antara jumlah ion Pb(II) yang teradsorpsi per berat adsorben di dalam larutan. Isoterm adsorpsi Langmuir dan Freundlich banyak digunakan untuk menggambarkan proses adsorpsi pada mineral. Isoterm Langmuir beranggapan bahwa proses adsorpsi bersifat monolayer dan situs adsorpsi semuanya sama. Model Freundlich berasumsi bahwa permukaan adsorpsi bersifat heterogen dengan situs yang dimiliki energy adsorpsi berbeda dan tidak sama (Bhaattacharyya, 2007).

Pengujian model isoterm dilakukan untuk menentukan jenis isoterm adsorpsi yang digunakan. Penghitungan menunjukkan isoterm adsorpsi terhadap Pb(II) pada lempung dan komposit Fe₃O₄-lempung yaitu isoterm Langmuir yang ditunjukkan dari harga R² yang lebih mendekati satu dibandingkan dengan isoterm Freundlich. Hal ini mengindikasikan afinitas yang tinggi antara adsorben dengan adsorbat.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Wahyuni (2010) menyatakan isoterm langmuir yang dihasilkan dari kesetimbangan kimia menunjukkan kinetika yang akan terjadi adalah pseudo orde dua dan model adsorpsinya adalah kemisorpsi.

Kapasitas Adsorpsi

Kapasitas adsorpsi dilakukan untuk mengetahui banyaknya Pb(II) yang teradsorpsi oleh setiap gram adsorben dari lempung ataupun komposit Fe₃O₄-lempung pada keadaan jenuh.

Tabel 1. Perbandingan kapasitas adsorpsi lempung dengan komposit Fe₃O₄-lempung

Jenis Adsorben	Kapasitas Adsorpsi (mg/g)
Lempung	58,651
Komposit Fe ₃ O ₄ -lempung	70,547

Berdasarkan data yang diperoleh pada tabel 1 yaitu komposit Fe₃O₄-lempung memiliki daya adsorb terhadap Pb(II) lebih banyak dibandingkan dengan lempung tanpa modifikasi. Daya adsorpsi komposit Fe₃O₄-lempung menjadi lebih tinggi diakibatkan struktur basal spacing yang terdapat pada lempung mengalami pemisahan antar kisinya sehingga mengakibatkan luas permukaan yang dihasilkan menjadi lebih luas.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa Karakter lempung mengalami pengecilan bentuk bidang kisi karena terjadinya eksfoliasi pada struktur montmorillonit ketika dimodifikasi menjadi komposit Fe₃O₄-lempung. Waktu setimbang terhadap logam Pb(II)

dengan adsorben lempung ialah 40 menit dan pada adsorben komposit Fe₃O₄-lempung ialah 20 menit. Isoterm adsorpsi yang terjadi pada logam Pb(II) terhadap adsorben lempung dan komposit Fe₃O₄-lempung adalah isoterm Langmuir. Kapasitas adsorpsi yang terjadi pada logam Pb(II) terhadap adsorben lempung ialah 58,651 mg/g dan terhadap adsorben komposit Fe₃O₄-lempung ialah 70,547 mg/g.

Daftar Pustaka

- Alemdar, A., Oztekin, N., B. Erim, F., I. Ece end Gungor, N. 2005. Effects of Polyathlenemine Adsorption Rheology of Bentonite Suspensions. *Bull Mater, Sci.* No. 28. p. 287-291.
- Auliah, A., 2009. Lempung Aktif Sebagai Adsorben Ion Fosfat dalam Air. *Jurnal Chemica.* 10. 2: 14-23.
- Blais, J.F., Dufresne, B and Mercier, G., 2000, *Rev. Sci. Eau* 12 (4), 647-711.
- Bruice, P. Y. 2001. *Organic Chemistry.* New Jersey: Prentice Hall International Inc.
- Chatwall, G. 1985. *Spectroscopy Atomic and Molecule.* Himalaya Publishing House: Bombay.
- Chirita, M and Grozescu. 2009. Fe₂O₃-Nanoparticle, Physical Properties and Their Photochemical and Photoelectrochemical Applications. *Chem. Bull.* 54. 68: 1-8.
- Dang, F., N. Enomoto., J. Hojo and K. Enpuku. 2010. Sonochemical Coating of Magnetite Nanoparticles with Silica. *Ultrasonic Sonochemistry.* 17: 193-199.
- Das Braja M. 1988. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1.* Jakarta: Erlangga.
- Das Braja M. 1998. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1.* Surabaya: Erlangga.
- Day, Jr.R.A. dan Underwood, A.L. 1989. *Analisis Kimia Kuantitatif.* Jakarta: Erlangga.
- Day, Jr.R.A. dan Underwood, A.L. 2002. *Analisis Kimia Kuantitatif Kuantum.* Jakarta: Erlangga.
- Depkes Ri. 1996. *Dasr Penentuan Dampak Kualitas Air.* Jakarta: Direktorat Penyesehatan Air Ditjen PPM dan PLP.
- Evans, Michael. 2003. *Enviromental Magnetism.* California, USA: Academic Press.
- Fisher, A dan Hill S.J, 1998, *An Introduction to Analytical Atomic Spectrometry.* England. John Wiley and Sons Ltd.
- Fisli A., Hamsah D., Wardiyati dan Ridwan. 2007. Pengaruh suhu pembuatan nanokomposit oksida besi bentonit. *J Sains Mat Indones.* 2, 145-149.
- Goenadi, D.H., 1982, *Dasar-dasar Kimia Tanah.* Diterjemahan Oleh Tan, K.H.
- Grand, N. M., dan Suryanayana, C. 1998. *X-Ray Diffraction : A Partical Approach.* New York: Plenum Press.
- Hadi, A. P. 2009. *Kajian Transformasi antar fasa pada komposit Fe₃O₄/Fe₂O₃.* Skripsi Jurusan Fisika FMIPA. Institut Teknologi Sepuluh November: Surabaya.
- Jusoh, A., Shiung. LS., Ali N. 2007. Simulation Study of The Removed Efficiency of Granular Activated Carbon On Cadmium and Lead. *Desalination.* 206: 916.
- Khopkar, S. M. 2003. *Konsep Dasar Kimia Analitik.* Jakarta: UI Press.
- Khopkar, S. M. 2007. *Konsep Dasar Kimia Analitik.* Jakarta: UI Press.
- Kornak R, D. Niznasky., K. Haimann., W. Tylus and K. Maruszewsky. 2005. *Synthesis of Magnetic Nanoparticles via the Sol-Gel Technique.* *Materials Science-Poland.* 23. 1: 87-92.
- Kristina, H. S. 2003. *Dasar-dasar Kimia Anorganik Logam Zn oleh Biomassa Saccharomyces Cerevisiae.* Jakarta: Balai Penelitian Pengolahan Limbah.
- Lelifajri. 2010. *Adsorpsi Ion Logam Cu(II) Menggunakan Lignin dari Limbah Serbuk kayu Gergaji.* Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Syiah Kuala: Banda Aceh.
- Li, Zhen., Q. Sun., and M. Gao. 2005. Preparation of Water-Soluble Magnetite Nanocrystals from Hydrated Ferric Salt in 2-Pyrrolidone: Mechanism Leading to Fe₃O₄. *Angew. Chem. Int. Ed.* 44: 123-126.
- Riyanto, A. 1994. *Bahan Galian Industri Bentonit.* Direktorat Jendral Pertambangan Umum, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral: Bandung.
- Sastrohamidjojo, H. 2007. *Spektroskopi Edisi Ketiga.* Yogyakarta: Liberty.
- Shao, D. et.,al. 2009. Effective Adsorption and Separation of Lysozyme with PAA-modified Fe₃O₄@Silica Core-Shell Microsphere. *Journal of Colloid and Interface Science.* 336: 526-532.
- Sivaiah, M.V. et., al. 2004. Ion Exchange Studies of Cerium(III) on Uranium Antimonite. *J. Nucl. Radiochem. Sci.,* 5, 1, 7-10.
- Suharyana. 2012. *Dasar-Dasar dan Pemanfaatan Metode Difraksi Sinar-X.* Skripsi Universitas Sebelas Maret: Surakarta.
- Vlack, L. H. 2004. *Elemen-elemen Ilmu dan Rekayasa Material.* (diterjemahkan oleh: S. Djaprie) Jakarta: Erlangga.
- Vogel, A. I. 1979. *Textbook of Macro and Semimicro Qualitative Inorganic Analysis.* 5th ed. London: Longman. Inc.
- Widihati I, A. Gede., 2009. Adsorpsi Ion Pb²⁺ oleh Lempung Terinterkalasi Surfaktan. *Jurnal Kimia.* 3. 1: 27-32.
- Widodo, Basuki. 2008. *Analisis Sifat Mekanika Komposit Epoksi dengan Penguat Serat Pohon Aren (Ijuk) model Lamina Berorientasi Sudut Acak (Random).* *Jurnal Teknologi Technoscintia,* Vol.1 No.1.
- Widyawati, N. 2012. *Analisis Pengaruh Heating Rate Terhadap Tingkat Kristal dan Ukuran Butir Lapisan BZT yang Ditumbuhkan dengan Metode Sol Gel.* Universitas Sebelas Maret: Surakarta.
- Zheng, C., Chen, P., Bao, S., Xia, J., and Sun, X. 2014. Environmentally Compatible Synthesis of Superparamagnetic Magnetite (Fe₃O₄) Nanoparticles with Prehydrolysate from Com Stover. *Bio Resources.* 9 (1). 589-601.