



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA III

"Teori dan Aplikasi Sains dalam Isu Globalisasi Lingkungan, Profesionalisasi Pembelajaran dan Kewirausahaan"



Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP UNS

Surakarta, 7 Mei 2011

MAKALAH PENDAMPING

KIMIA ANORGANIK
(Kode : D-02)

ISBN : 978-979-1533-85-0

MODIFIKASI BENTONIT DENGAN N-CETIL-N,N,N-TRIMETILAMMONIUM BROMIDA (CTAB) UNTUK ADSORPSI ANION $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$

Rohmatun Nafi'ah^{1,*}, Sutarno¹ dan Yateman Arryanto¹

¹Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia-55281

*Keperluan korespondensi, tel/fax: 085290312726, email: nafie_qudsy@yahoo.com

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang modifikasi bentonit dengan N-cetil-N,N,N-trimetilammonium bromida (CTAB) untuk adsorpsi anion $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ dalam larutan. Bentonit terlebih dahulu dicuci dengan asam sulfat 1,5 M selanjutnya dimodifikasi menggunakan CTAB dengan konsentrasi sebesar 2 kali harga kapasitas tukar kationnya (KTK). Bentonit termodifikasi CTAB (bentonit-CTAB) selanjutnya digunakan untuk adsorpsi anion heksasianoferat(III) dalam larutan. Karakterisasi bentonit sebelum dan sesudah modifikasi dilakukan dengan metode spektroskopi inframerah dan difraksi sinar-X, sedangkan jumlah anion yang teradsorpsi dianalisis dengan metode spektroskopi serapan atom. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adsorpsi anion heksasianoferat(III) oleh bentonit-CTAB mengikuti adsorpsi isoterm Langmuir dengan kapasitas adsorpsi sebesar 40,26 mg/g dan energi adsorpsi sebesar 28,03 kJ/mol.

Kata kunci: Bentonit, Modifikasi, CTAB, Adsorpsi, Heksasianoferat(III)

PENDAHULUAN

Berdasarkan kandungan mineralnya lempung dibedakan menjadi: kaolinit, montmorilonit, haloisit, illit, vermikulit, dan klorit. Bentonit merupakan mineral lempung jenis smektit yang kandungan mineral utamanya montmorilonit dengan tipe 2:1 [1]. Lempung bentonit sangat menarik untuk diteliti karena strukturnya yang berlapis dan mempunyai kemampuan mengembang.

Bentonit sebagai adsorben biasanya digunakan untuk adsorpsi logam kationik, karena permukaan bentonit bermuatan negatif, sehingga tidak efektif digunakan untuk mengadsorpsi anion-anion yang berada di perairan. Sementara itu, pencemar di perairan tidak hanya berbentuk kation ataupun senyawa organik, tetapi juga anion seperti $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$. Bentonit perlu dimodifikasi agar dapat digunakan untuk mengadsorpsi anion.

Modifikasi yang biasa dilakukan adalah dengan mengaktivasi bentonit serta menginterkalasi molekul organik ke dalam ruang antarlapis dengan surfaktan kationik yang mempunyai situs aktif positif sehingga diharapkan dapat mengadsorpsi anion.

Modifikasi permukaan adsorben dengan senyawa organik sering kali dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi adsorben, sehingga diharapkan dapat mengoptimalkan penggunaan adsorben. Adsorben semacam ini lazim disebut sebagai adsorben pengkhelat (*chelating adsorbent*) yang mempunyai reaktivitas dan selektivitas yang baik [2].

Modifikasi permukaan lempung menggunakan surfaktan kationik (kation ammonium kuarternar) telah terbukti mampu meningkatkan kemampuan lempung dalam

mengadsorpsi polutan molekul organik [3,4] dan polutan anionik seperti kromat [5,6].

Polutan anionik di perairan selain kromat, heksasianoferrat(III) juga sering ditemukan di perairan. Anion $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ mengandung gugus sianida yang sangat membahayakan kesehatan karena merupakan racun bagi makhluk hidup [7]. Untuk menghilangkan ion $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ dari perairan telah dilakukan dengan metode adsorpsi menggunakan karbon aktif dan γ -alumina sebagai adsorben [8], dengan menggunakan adsorben zeolit termodifikasi CTAB [9] dan menggunakan lapisan lempung [10]. Sementara itu, penelitian tentang adsorpsi anion $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ menggunakan adsorben bentonit termodifikasi CTAB belum pernah diteliti.

Pada penelitian ini akan dilakukan modifikasi bentonit menggunakan surfaktan kationik CTAB. Muatan positif dari surfaktan akan berikatan dengan muatan negatif permukaan bentonit. Keberhasilan interkalasi ke dalam struktur lempung bentonit diharapkan menjadikan lempung ini efektif sebagai adsorben untuk anion $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$.

PROSEDUR PERCOBAAN

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi bentonit Thailand, aquabides (Laboratorium Kimia Dasar FMIPA UGM), bahan kimia yang digunakan dari E. Merck dengan kualitas pro analisis adalah H_2SO_4 96%, AgNO_3 , BaCl_2 , N-cetil-N,N,N-trimetilammonium bromida (CTAB), $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, kertas saring whatman 42.

Peralatan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi seperangkat alat gelas laboratorium, saringan pengayak 200 mesh, alat pemanas (oven), pH meter, neraca analitik sartorius BP 410, mortal agat, cawan porselin, *ultrasonic bath*,

shaker, *hot plate* dan pengaduk magnetik, pompa vakum "Buchi Vac^{RV}-500, desikator, *sentrifuge* IEC (*International Equipment Company*), Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) Perkin Elmer model 3110, Spektrometer inframerah Shimadzu FTIR Prestige-21, difraktometer sinar-X Shimadzu XRD-6000.

Cara Kerja

Sampel padatan bentonit dikeringkan dalam oven selama 24 jam pada temperatur 110 °C. Bentonit yang sudah kering digerus menggunakan mortal agat sampai halus, kemudian diayak menggunakan ayakan ukuran 200 mesh.

Sebanyak 200 g bentonit 200 mesh dimasukkan ke dalam 1000 mL larutan H_2SO_4 1,5 M sambil diaduk dengan pengaduk magnetik selama 24 jam. Campuran disaring dengan penyaring *buchner* dan dicuci dengan aquades (sampai uji negatif terhadap larutan BaCl_2 untuk menghilangkan ion SO_4^{2-}). Padatan kemudian dikeringkan dalam oven pada temperatur 110 °C, kemudian disimpan dalam desikator. Bentonit tersebut digerus, diayak menggunakan ayakan ukuran 200 mesh.

Sampel bentonit alam dan bentonit teraktivasi ditentukan nilai kapasitas tukar kation (KTK). Analisis dilakukan di Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian UGM.

Sebanyak 10 g bentonit teraktivasi dicampur dengan larutan surfaktan CTAB dengan konsentrasi sebesar 2 kali nilai KTK bentonit. Campuran diaduk dengan pengaduk magnetik selama 24 jam pada temperatur kamar. Campuran disaring dengan penyaring *buchner* dan dicuci beberapa kali dengan aquades untuk menghilangkan sisa ion bromida dalam residu (sampai uji negatif terhadap larutan AgNO_3 untuk menghilangkan ion Br^-). Padatan kemudian dikeringkan dalam oven pada temperatur 110 °C selama 24 jam, kemudian disimpan dalam

desikator. Bentonit tersebut digerus, diayak menggunakan ayakan ukuran 200 mesh. Bentonit alam, bentonit teraktivasi, dan bentonit termodifikasi dianalisis dengan FTIR dan XRD.

Pengaruh pH medium. Sebanyak 50 mg adsorben dimasukkan dalam botol plastik kemudian ditambahkan 10 mL larutan $K_3[Fe(CN)_6]$ 200 ppm dengan variasi pH 4,7; 5,5; 5,9; 6,5; dan 7,2, kemudian digojok dengan *rotary shaker* selama waktu tertentu pada temperatur kamar. Larutan selanjutnya disaring dengan kertas whatman 42.

Pengaruh waktu kontak. Sebanyak 50 mg adsorben masing-masing dimasukkan dalam botol plastik kemudian ditambahkan 10 mL larutan $K_3[Fe(CN)_6]$ 200 ppm pada pH optimum, kemudian digojok dengan *rotary shaker* dengan variasi waktu yang berbeda-beda yaitu selama 10, 30, 60, 120, 180, 300, 1080, dan 1260 menit. Pada waktu yang telah ditetapkan, sampel diambil dari salah satu botol dan disaring dengan kertas saring whatman 42.

Kapasitas dan energi adsorpsi. Sebanyak 50 mg adsorben masing-masing dimasukkan dalam botol plastik kemudian ditambahkan 10 mL larutan $K_3[Fe(CN)_6]$ pada pH optimum dengan variasi konsentrasi 150 ppm sampai 500 ppm, kemudian digojok dengan *rotary shaker* pada waktu setimbang. Sampel disaring dengan kertas saring whatman 42.

Kandungan Fe dalam larutan sebelum dan sesudah adsorpsi dianalisis dengan spektrofotometer serapan atom (SSA)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan aktivasi, serta modifikasi bentonit menggunakan surfaktan CTAB dengan konsentrasi 2 kali nilai KTK. Nilai KTK sampel bentonit alam dan bentonit teraktivasi disajikan dalam Tabel 3 yang menunjukkan bahwa nilai KTK untuk bentonit alam lebih besar

daripada bentonit teraktivasi. Hal ini dikarenakan setelah proses aktivasi, jumlah kation-kation yang berada pada ruang antar lapis, pada lapisan tetrahedral dan oktahedral berkurang karena digantikan oleh ion H^+ dari asam.

Interpretasi Spektroskopi Inframerah

Spektroskopi inframerah untuk bentonit alam, bentonit teraktivasi dan bentonit termodifikasi disajikan oleh Gambar 1 dan interpretasi vibrasi gugus fungsional disajikan dalam Tabel 1.

Gambar 1 menunjukkan serapan spektra inframerah tiap sampel yang cukup tajam pada daerah bilangan gelombang 400, 500, 1000, 1600, 3400, dan 3600 cm^{-1} . Dalam penelitian ini, terlihat bahwa pada spektra (A) yang merupakan spektra bentonit alam terdapat pita serapan tajam pada daerah sekitar 447,49 cm^{-1} adalah pita karakteristik untuk vibrasi tekuk Si-O-Si. Pita serapan ini berdekatan dengan pita serapan vibrasi tekuk lain, yaitu vibrasi tekuk Si-O-Al yang muncul pada bilangan gelombang 516,92 cm^{-1} . Bilangan gelombang 794,67 cm^{-1} merupakan karakteristik kuarsa. Sedangkan vibrasi tekuk gugus -OH dari Al_2OH muncul sebagai pita serapan lemah pada daerah bilangan gelombang 918,12 cm^{-1} [11].

Pita serapan vibrasi ulur Si-O muncul pada bilangan gelombang 1026,13 cm^{-1} . Data ini diperkuat oleh serapan kuat pada daerah 950-1250 cm^{-1} merupakan vibrasi ulur dari M-O, dimana M dapat berupa Si atau Al. Dua pita serapan berbeda yang berdekatan pada daerah 3400-3600 cm^{-1} menunjukkan vibrasi ulur -OH yang memiliki lingkungan berbeda [12]. Pita serapan pada bilangan gelombang 3626,17 cm^{-1} diidentifikasi sebagai pita vibrasi ulur untuk gugus Si-OH. Serapan yang relatif kuat pada bilangan gelombang 3433,29 cm^{-1} merupakan vibrasi ulur gugus -OH molekul air. Hal ini diperkuat dengan adanya pita serapan pada

bilangan gelombang $1635,64 \text{ cm}^{-1}$ yang merupakan pita vibrasi tekuk gugus -OH molekul air [13].

Untuk spektra (B) yang merupakan spektra bentonit teraktivasi memiliki kemiripan dengan spektra (A), namun relatif sedikit berbeda. Hal ini menunjukkan perbedaan lingkungan struktur dan komposisi penyusun sampel. Pada bentonit teraktivasi terjadi pergeseran bilangan gelombang pada $470,83 \text{ cm}^{-1}$ dengan serapan yang lebih tajam, yang menunjukkan lingkungan Si-O-Si yang semakin homogen dan pergeseran pada bilangan gelombang 524 cm^{-1} pada Si-O-Al menunjukkan adanya pelepasan kation oktahedral, namun tidak lengkap. Komposisi atom Al oktahedral yang semakin menurun juga teramati dengan hilangnya vibrasi tekuk gugus -OH dari Al_2OH pada $918,12 \text{ cm}^{-1}$ akibat perlakuan asam [14]. Hal ini dikarenakan selama proses aktivasi, terjadi pertukaran kation antar lapis dengan H^+ dan terjadi pelepasan Al dari kerangka bentonit pada lapisan oktahedral yang mengalami proses dealuminasi. Tetap munculnya serapan di $1041,56 \text{ cm}^{-1}$ setelah proses aktivasi, menunjukkan ketahanan dari struktur bentonit terhadap perlakuan asam [15].

Spektra inframerah dari bentonit alam dan bentonit teraktivasi terdapat perbedaan dengan bentonit termodifikasi yang terdapat pada spektra (C). Pada bentonit termodifikasi CTAB terjadi pergeseran bilangan gelombang yaitu pada bilangan gelombang $455,20 \text{ cm}^{-1}$. Terjadinya perbedaan pada bilangan gelombang dari bentonit alam, bentonit teraktivasi dan bentonit termodifikasi memperlihatkan adanya perbedaan struktur. Pada bilangan gelombang $509,21 \text{ cm}^{-1}$ terjadi pergeseran ke arah bilangan gelombang yang lebih kecil yang mengindikasikan terbentuknya muatan positif dari surfaktan $\text{R-N}^+(\text{CH}_3)_3$.

Pada spektra bentonit termodifikasi CTAB, terdapat serapan yang menunjukkan adanya gugus-gugus fungsional surfaktan CTAB yang tidak terdapat pada spektra kedua sampel sebelumnya. Serapan pada bilangan gelombang $2924,09 \text{ cm}^{-1}$ dan $2854,65 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan vibrasi ulur asimetris dan simetris gugus $(\text{-CH}_2\text{-})$, serta serapan pada daerah bilangan gelombang 1473 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi menggantung $\text{-CH}_2\text{-}$ dan vibrasi tekuk asimetris $\text{CH}_3\text{-N}^+$ [16].

Interpretasi Difraksi Sinar-X

Data difraksi sinar-X mampu memberikan informasi yang lengkap mengenai komposisi mineral penyusun sampel. Pola difraksi sinar-X untuk bentonit alam, bentonit teraktivasi dan bentonit termodifikasi disajikan pada Gambar 2.

Bentonit alam memberikan tiga puncak tertinggi dari intensitas difraksi yaitu pada daerah $2\theta = 5,84^\circ$; $20,19^\circ$; dan $22,01^\circ$. Identifikasi komponen penyusun sampel diperiksa dengan mencocokkan harga d yang ada pada difraktogram sampel dengan harga d mineral yang terdapat dalam *Mineral Powder Diffraction File*.

Puncak utama adalah puncak pada $2\theta = 5,84^\circ$ yang merupakan puncak karakteristik bidang (001) lempung golongan smektit. Munculnya puncak difraksi pada $20,19^\circ$ dengan bidang (020), menandakan bahwa lempung smektit tersebut merupakan jenis montmorilonit. Intensitas tajam yang muncul pada daerah $2\theta = 22,01^\circ$ merupakan puncak untuk bidang (101) pada kristobalit.

Berdasarkan interpretasi data difraktogram sinar-X tersebut dapat disimpulkan bahwa bentonit Thailand mempunyai kandungan utama lempung golongan smektit, yaitu montmorilonit. Namun terdapat juga kristobalit dan mineral pengotor lain yang jumlah keberadaannya diperkirakan relatif sedikit.

Setelah proses aktivasi, secara umum intensitas masing-masing puncak difraksi turun, untuk puncak pertama harga 2θ bergeser ke arah yang lebih besar dengan harga $d(001)$ menjadi lebih kecil, yaitu dari 15,11 Å menjadi 14.33 Å. Hal ini dikarenakan selama proses aktivasi, terjadi pertukaran kation antar lapis dengan H^+ dan terjadi pelepasan Al dari kerangka bentonit pada lapisan oktahedral terjadi proses dealuminasi. Setelah proses modifikasi, harga 2θ bergeser ke arah yang lebih kecil, dengan d spacing yang lebih besar yakni dari 15.11 Å menjadi 20.51 Å. Hal ini menunjukkan bahwa pada ruang antar lapis dari bentonit terinterkalasi oleh kation $R-N^+(CH_3)_3$, dari data $d(001)$ mengindikasikan bahwa modifikasi bentonit dengan menggunakan CTAB telah berhasil dilakukan.

Kajian Pengaruh pH medium

Kondisi pH pada larutan merupakan salah satu faktor yang sangat penting pada proses adsorpsi karena perubahan keasaman larutan logam dapat menyebabkan perubahan muatan permukaan adsorben maupun jenis ion logam dalam larutan [17].

Bentonit termodifikasi CTAB mempunyai situs aktif $R-N^+(CH_3)_3$ yang dapat berinteraksi dengan anion $[Fe(CN)_6]^{3-}$ melalui interaksi elektrostatik. Interaksi ini menyebabkan anion tersebut dapat terserap oleh adsorben. Pengaruh pH terhadap adsorpsi anion $[Fe(CN)_6]^{3-}$ perlu dikaji untuk mengetahui pengaruh pH medium terhadap adsorpsi. Variasi pH menghasilkan data adsorpsi yang disajikan pada Gambar 3 yang menunjukkan bahwa adsorpsi $[Fe(CN)_6]^{3-}$ maksimal terjadi pada pH 5,5. Pada pH rendah (kondisi asam) menyebabkan permukaan adsorben kelebihan proton (terprotonasi), pada sisi tepi menjadi bermuatan positif sehingga dapat menyeras anion $[Fe(CN)_6]^{3-}$ lebih banyak. Pada pH tinggi (kondisi basa) menyebabkan permukaan adsorben terdeprotonasi, pada sisi tepi menjadi

bermuatan negatif sehingga mengganggu interaksi terhadap anion $[Fe(CN)_6]^{3-}$, selain itu juga menyebabkan $[Fe(CN)_6]^{3-}$ mudah terhidrolisis, sehingga menyebabkan daya adsorpsi $[Fe(CN)_6]^{3-}$ menurun.

Kajian Pengaruh waktu kontak

Hasil kajian pengaruh waktu terhadap kemampuan adsorpsi bentonit disajikan pada Gambar 4 yang menunjukkan bahwa waktu kesetimbangan adsorpsi tercapai pada waktu 1 jam. Sebelum waktu kesetimbangan tercapai, pola serapan menunjukkan peningkatan yang cukup tinggi dan kemudian cenderung konstan setelah mencapai kesetimbangan. Secara umum dengan meningkatnya waktu adsorpsi akan meningkatkan jumlah adsorbat yang terserap, tetapi pada saat waktu setimbang adsorbat terserap semua oleh adsorben hingga jenuh.

Penentuan kapasitas adsorpsi

Penentuan kapasitas adsorpsi dilakukan untuk mengetahui kemampuan bentonit termodifikasi mengikat anion $[Fe(CN)_6]^{3-}$. Adsorpsi isoterm merupakan model yang dapat digunakan untuk menentukan kapasitas adsorpsi dan menggambarkan hubungan antara zat yang terserap dalam sejumlah berat adsorben dalam suatu kesetimbangan. Dalam hal ini digunakan model teori isoterm Langmuir [5,6], dengan demikian kapasitas adsorpsi untuk anion $[Fe(CN)_6]^{3-}$ juga menggunakan persamaan isoterm Langmuir.

Untuk mengkaji pengaruh modifikasi menggunakan surfaktan kationik terhadap kemampuan adsorpsi bentonit dilakukan proses adsorpsi dengan variasi konsentrasi 150 ppm sampai 500 ppm pada pH dan waktu optimum. Pola isoterm Langmuir dari bentonit termodifikasi CTAB terhadap anion $[Fe(CN)_6]^{3-}$ disajikan pada Gambar 5, sehingga dapat disimpulkan bahwa pola adsorpsi dari bentonit termodifikasi cenderung mengikuti pola isoterm Langmuir yang

ditunjukkan dengan nilai $R^2 = 0,998$, sehingga kapasitas adsorpsi (q_{maks}) dari bentonit termodifikasi dapat ditentukan secara langsung dengan menggunakan isoterm Langmuir. Parameter isoterm Langmuir disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi bentonit termodifikasi terhadap anion $[Fe(CN)_6]^{3-}$ sebesar 40,26 mg/g dan energi adsorpsi sebesar 28,03 kJ/mol. Jenis adsorpsi yang terjadi pada bentonit termodifikasi dapat dikategorikan sebagai adsorpsi fisika.

KESIMPULAN

Bentonit termodifikasi CTAB efektif sebagai adsorben untuk anion $[Fe(CN)_6]^{3-}$. Adsorpsi anion heksasianoferrat(III) oleh bentonit-CTAB mengikuti isoterm Langmuir dengan kapasitas adsorpsi sebesar 40,26 mg/g dan energi adsorpsi sebesar 28,03 kJ/mol.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Departemen Agama Republik Indonesia yang telah memberikan beasiswa tugas belajar S2 dan segenap pengelola pascasarjana Jurusan Kimia, FMIPA UGM yang telah memberikan sarana dan prasarana selama penelitian.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Supeno, M., 2007, *Bentonit Alam Terpilar sebagai Material Katalis/Co-Katalis Pembuatan Gas Hidrogen dan Oksigen dari Air*, Disertasi, Universitas Sumatra Utara, Medan, h. 16-30.
- [2] Bilba, D., Bejan, D., and Tofan, L., 1998, Chelating Sorbents in Inorganic Chemical Analysis, *Croat. Chem. Acta*, 71, 155-178.
- [3] Foehner, S., Martins, R.F., Furukawa, W., and Errera, M.R., 2008, Water Remediation by Adsorption of Phenol onto Hydrophobic Modified Clay, *Water Air Soil Pollut.*, doi: 10.1007/s11270-008-9863-0.

- [4] Lee, S.Y., and Kim, S.J., 2002, Adsorption of Naphtalen by HDTMA Modified Kaolinite and Halloysit, *Appl. Clay Sci.*, 22, 55-63.
- [5] Krishna, B.S., Murty, D.S.R., and Jai prakash, B.S., 2001, Surfactant-modified clays as adsorbent for chromate, *Appl. Clay Sci.*, 20, 65-71.
- [6] Li, Z., and Bowman, R.S., (1998), Sorption of Chromate and PCE by Surfactant-Modified Clay Minerals, *Environ Eng Sci.*, 15, 3, 237-244.
- [7] Manahan, S.E., 2000, *Environmental Chemistry*, 7th edition, Lewis Publishers, USA.
- [8] Mbadcam, J.K., Wouaha, G.F.T., and Gomdje, V.H., 2010, Adsorption of Ferricyanide Ion on Activated Carbon and γ -Alumina, *J. Chem.*, 7, 3, 721-726.
- [9] Basri, 2009, *Modifikasi Zeolit Alam dengan Propilamina dan N-Cetil-N,N,N-Trimetilammonium Bromida (CTAB) dan Aplikasinya Untuk Adsorpsi Anion $Cr_2O_7^{2-}$ dan $[Fe(CN)_6]^{3-}$* , Tesis, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [10] Sequaris, J.M., 2000, Hexacyanoferrate(III) Transport in Coated Montmorillonite Clay Films. Effects of Water-Soluble Polymers, *Appl. Phys. Chem.*, 16, 1368-1378.
- [11] Komadel P. and Madejova, J., 2006, *Handbook of Clay Science*, F. Bergaya, B.K.G. Theng and G. Lagaly, Developments in Clay Science, Vol. 1.
- [12] Rahman, A., 2008, *Sintesis Nanokomposit Poliester-Lempung Berbahan Baku Organolempung dari Bentonit Indonesia*, Tesis, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [13] Zhang, Y., Tan, W., Szeto, Y., Liao, L., 2008, A novel Method to Prepare Chitosan/Montmorillonite Nanocomposites in The Presence of Hydroxy-Aluminum Oligomeric Cations, *Composite Sci. Technol.*, 68, 2917-2921.

[14] Falaras, P., Kovanis, I., Lezou, F., and Seiraga, G., 1999, Cottonseed Oil Bleaching by Acid-Activated Montmorillonit, *Clay Miner.*, 34, 221-232.

[15] Onal M., Sarikaya, Y. and Alemdaroglu, I., 2001, The Effect of Acid Activation on Some Physicochemical Properties of a bentonite, *Turk. J. chem.*, 26, 409-416

[16] Holmes, S.M., Zholobenko, V.L., Thusfield, A., Plaisted, R.J., Cudy, C.S., and Dewyer, J., 1998, In situ FTIR Study of the Formation MCM-41, *J.Chem Soc. Faraday Trans.*, 94, 14, 2025-2032.

[17] Stumm, W., and Morgan, J.J., 1981, *Aquatic Chemistry*, John Wiley and Sons Inc., New York

LAMPIRAN

Tabel 1 Hasil analisis spektra inframerah

Bilangan gelombang cm^{-1}			Keterangan
PB	AB	SMB	
447.49	470.83	455.20	Vibrasi tekuk Si-O-Si
516.92	524	509.21	Vibrasi tekuk Si-O-Al (Al oktahedral)
794.67	794.67	794.67	Karakteristik dari kuarsa
918.12	-	-	Karakteristik dari kuarsa
1026.1	1041	1033	Vibrasi tekuk -OH dari Al_2OH
-	-	1473	Vibrasi tekuk -OH dari Al_2OH
-	1635.6	-	Vibrasi ulur -Si-O-
1635.6	4	2854.6	Vibrasi menggantung -CH ₂ - dan Vibrasi tekuk asimetris CH ₃ -N ⁺
4	-	5	Vibrasi tekuk -OH
-	-	2924.0	Vibrasi tekuk -OH
-	3426.5	9	molekul air
3433.2	8	3410.1	Vibrasi ulur simetris (-CH ₂ -)
9	3626.17	5	Vibrasi ulur asimetris (-CH ₂ -)
3626.1	-	3626.1	Vibrasi ulur -OH molekul air
7	-	7	Vibrasi ulur -OH gugus silanol

Keterangan:
 (PB): bentonit hasil preparasi, (AB): bentonit teraktivasi, dan (MB): bentonit termodifikasi

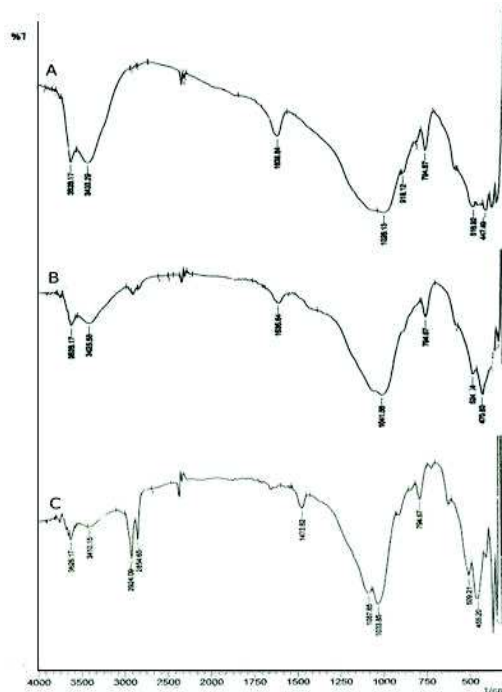
Tabel 2 Parameter adsorpsi isoterm Langmuir

Adsorbe	Parameter adsorpsi isoterm Langmuir				
	n	q_{maks} (mg/g)	K ($L \cdot mol^{-1}$)	E (kJ/mol)	R^2
Bentonit	40,26	0,32	28,03	0,998	

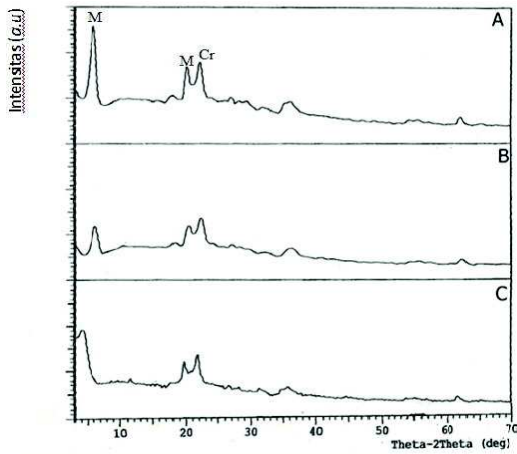
Tabel 3 Nilai KTK sampel bentonit

Sampel	KTK (me/100 g)
--------	----------------

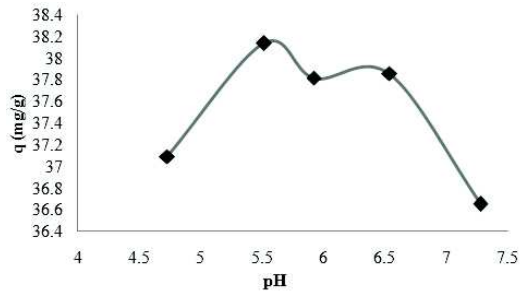
Bentonit alam	69,60
Bentonit teraktivasi	65,20



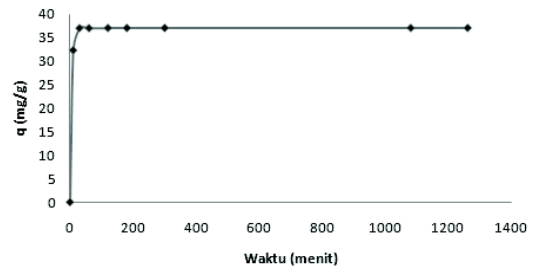
Gambar 1 Spektra inframerah sampel bentonit Thailand, (A) bentonit alam, (B) bentonit teraktivasi, (C) bentonit termodifikasi



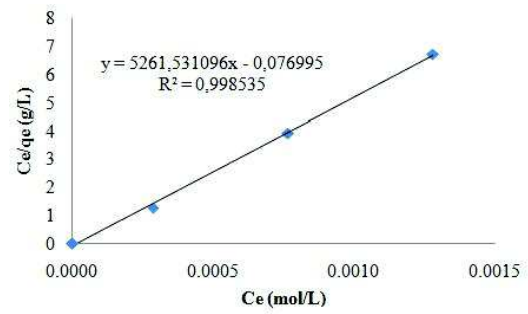
Gambar 2 Difraksi sinar-X sampel bentonit Thailand, (A) bentonit alam, (B) bentonit teraktivasi, (C) bentonit termodifikasi, M = Montmorilonit, Cr = Kristobalit



Gambar 3 Pengaruh pH medium terhadap adsorpsi $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$



Gambar 4 Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ oleh bentonit



Gambar 5 Adsorpsi isoterm Langmuir pada bentonit termodifikasi