

KARAKTERISASI LEMPUNG PALAS YANG DIAKTIVASI DENGAN AMONIUM DIHIDROGEN FOSFAT DAN APLIKASINYA TERHADAP ADSORPSI NITRIT

F. Sijabat¹, Nurhayati², Erman², Muhdarina²

¹Mahasiswa Program Studi S1 Kimia

²Bidang Kimia Fisik Jurusan Kimia

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia

floradewisijabat@yahoo.co.id

ABSTRACT

Clay is one of natural resources which has a the potential to be developed. To optimize the potential of the clay takes a touch of technology through characterization of clay, so it can be fully utilized. Clay with a high silica level has a negative impact on the adsorption, it can be seen from the silica content of Palas natural clay samples obtained at 66,46%. Therefore, the activation is done using ammonium dihydrogen phosphate ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) which calcined at 230°C with over 5 hours of fusion method that aims to reduce the amount of silica contained in the clay to increase absorbency. In this study, Si^{4+} cation contained in the clay was exchanged with cations P that causes excess positive charge on the clay framework, thus it is potential to be used as adsorbent of anion exchanger. After activation there is a decline in the amount of silica in sample LP (56,95%) which suggests that there is substitution between Si atom by atom P. In addition, the surface area of the clay phosphatation also decreased when compared with the natural clay surface area, is LA (25,39 m^2/g) and LP (24,60 m^2/g). Based on the results of the determination of the adsorption of the anion nitrite by phosphatation clays with variation of contact time, it showed that the lowest adsorption present at sample LA has adsorption 22,2% and sample LP has adsorption at 12,93% with each of a contact time 20 minutes.

Keywords: Clay, activation, adsorption nitrite

ABSTRAK

Lempung merupakan salah satu sumberdaya alam yang cukup berpotensi untuk dikembangkan. Untuk mengoptimasi potensi lempung ini dibutuhkan sentuhan teknologi melalui karakterisasi lempung, sehingga dapat dimanfaatkan secara maksimal. Lempung dengan kadar silika yang tinggi memiliki dampak negatif terhadap daya adsorpsi, hal ini dapat terlihat dari kadar silika yang diperoleh pada sampel lempung alam Palas sebesar 66,46 %. Oleh karena itu, dilakukan aktivasi menggunakan amonium dihidrogen fosfat ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) yang dikalsinasi pada suhu 230°C dengan metode peleburan selama 5 jam yang bertujuan untuk mengurangi kadar silika yang terdapat pada lempung guna meningkatkan daya serapnya. Pada penelitian ini, kation Si^{4+} yang terdapat pada lempung dipertukarkan dengan kation P yang menyebabkan kelebihan muatan positif pada kerangka lempung, sehingga berpotensi untuk digunakan

sebagai adsorben penukar anion. Setelah dilakukan aktivasi terjadi penurunan kadar silika pada sampel LP (56,95%) hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi substitusi antara atom Si dengan atom P. Selain itu, luas permukaan pada lempung fosfatasi juga mengalami penurunan jika dibandingkan dengan luas permukaan pada lempung alam, yaitu LA (25,39 m²/g) and LP (24,60 m²/g). Berdasarkan hasil penentuan daya serap lempung fosfatasi terhadap anion nitrit dengan variasi waktu kontak didapatkan bahwa daya serap pada sampel LA sebesar 22,2% dan sampel LP memiliki daya serap sebesar 12,93 % dengan waktu kontak masing-masing sampel yaitu 20 menit.

Kata kunci: Lempung, aktivasi, adsorpsi nitrit

PENDAHULUAN

Lempung adalah mineral alam yang struktur kristalnya terdiri atas beberapa lapisan yang bertumpuk seperti tumpukan kartu dan mempunyai ukuran partikel lebih kecil dari 2 µm. Struktur kristal lempung silikat terdiri dari komponen silika tetrahedral dan alumina oktahedral yang mengikat gugus hidroksil serta logam-logam. Berdasarkan banyaknya lapisan Si-tetrahedron dan Al-oktahedron dalam setiap unit mineral, maka lempung dibedakan menjadi lempung tipe 1:1 (kandit), 2:1 (smektit) dan 2:1:1 (illit) (Hardjowigeno, 2007). Mineral lempung (*clay*) jika dilihat dari komposisi dan potensinya yang cukup beragam dari setiap daerah, mineral tersebut layak untuk dikembangkan. Oleh karena itu, kajian berbasis sumberdaya alam masih akan terus dikembangkan untuk mencari potensi lain dari lempung yang lebih bervariasi. Berdasarkan kajian awal (studi pendahuluan), diketahui bahwa lempung alam Palas terdiri dari mineral kaolinit, muskovit dan kuarsa yang memiliki kadar SiO₂ sebesar 57,98% dan kadar Al₂O₃ sebesar 0,29%. Tingginya kadar SiO₂ tersebut disebabkan karena muskovit dan kuarsa yang terkandung didalam lempung merupakan mineral yang banyak mengandung SiO₂ yang mengakibatkan rendahnya daya serap lempung tersebut (Nadarlis, 2012). Hal ini sangat berpengaruh terhadap daya adsorpsi dari lempung. Oleh karena itu, beberapa peneliti terdahulu telah banyak melakukan aktivasi lempung untuk memperbaiki karakter lempung guna meningkatkan kapasitas serapannya.

Kation pada lempung yaitu Si⁴⁺ dapat dipertukarkan dengan kation P yaitu melalui metode fosfatasi dengan menggunakan ammonium dihidrogen fosfat (NH₄H₂PO₄). Metode fosfatasi dapat meningkatkan muatan lempung. Dengan adanya substitusi antara atom Si terhadap atom P, dalam hal ini atom P yang memiliki muatan +5 akan menggantikan atom Si yang bermuatan +4 yang menyebabkan kelebihan muatan positif pada kerangka lempung, sehingga berpotensi sebagai adsorben penukar anion. Modifikasi lempung alam Lipat Kain Kabupaten Kampar Provinsi Riau pernah dilakukan oleh Khadijah (2001) dengan menggunakan NH₄H₂PO₄ yang diujikan terhadap anion deodesil sulfat.

Perairan di Provinsi Riau terutama sungai Siak yang merupakan salah satu sumber air untuk PDAM memiliki kadar nitrit yang terukur sebesar 0,08 mg/L sedangkan untuk kawasan limbah industri terukur sebesar 0,092 mg/L (Susamto, 2010). Menurut PP. No. 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pencemaran Air, batas kandungan nitrit pada air minum adalah 0,06 ppm. Oleh karena itu, perlu dilakukan peningkatan upaya untuk mengurangi kadar toksisitas nitrit. Pada penelitian ini, akan dipelajari

pengaruh aktivasi lempung menggunakan ammonium dihidrogen fosfat yang dikalsinasi pada suhu 230°C dengan metode peleburan. Untuk menguji daya adsorpsi lempung yang di aktivasi tersebut maka dilakukan adsorpsi anion. Pada penelitian ini, anion yang digunakan sebagai adsorbat adalah nitrit. Adapun pemilihan anion nitrit sebagai adsorbat, disebabkan karena senyawa nitrit bersifat toksik jika terakumulasi di dalam tubuh manusia. Nitrit dapat masuk melalui aliran darah sehingga darah akan bereaksi dengan hemoglobin lebih dari 10% membentuk methemoglobin (metHb) yang mengakibatkan hemoglobin tidak mampu mengikat oksigen. Bila konversi ini melebihi 70% maka akan sangat fatal. Jika terjadi pada bayi, maka wajahnya akan tampak membiru yang dikenal sebagai *blue babies* (Alaert, 1987).

METODE PENELITIAN

a. Pengambilan dan pengolahan sampel

Sampel lempung alam Palas yang digunakan diambil dari pinggir aliran Sungai Siak. Sampel dibersihkan dari partikel kasar dengan cara direndam lalu dicuci dengan akuades beberapa kali kemudian di dekantir. Lempung dikeringkan pada suhu kamar selama satu malam kemudian dilakukan pengeringan dengan oven selama 2 jam pada suhu 105°C hingga didapat berat yang konstan. Lempung yang telah kering tersebut digerus kemudian diayak dengan menggunakan ayakan 200 mesh. Sampel yang akan digunakan pada penelitian ini adalah lempung yang lolos dari ayakan 200 mesh. Sampel disimpan dalam desikator dan siap untuk dimodifikasi. Sampel lempung ini diberi kode LA (lempung alam).

b. Aktivasi lempung dengan $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$

Lempung yang berupa serbuk sebanyak 30 gram dimasukkan kedalam cawan krusibel lalu dicampurkan dengan $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ sebanyak 3 gram. Campuran tersebut kemudian dikalsinasi dalam *furnace* pada temperatur 230°C selama 5 jam. Setelah dingin hasil leburan dicuci dengan akuades untuk menghilangkan sisa fosfat, kemudian sampel dikeringkan pada suhu 120°C dan diberi kode LP (lempung fosfatasi) dan siap untuk dikarakterisasi.

c. Karakterisasi Lempung

Identifikasi mineral lempung

Identifikasi lempung alam Palas dilakukan dengan menggunakan spektroskopi difraksi sinar-X (XRD). Analisis ini dilakukan di Laboratorium Metalurgi Institut Teknologi Bandung.

Penentuan rasio Si/Al

Analisis kadar SiO_2 dan Al_2O_3 pada sampel ini menggunakan metode gravimetri yang dilakukan di UPT Pengujian dan Sertifikasi Mutu Barang Dinas Perindustrian dan Perdagangan Provinsi Riau.

Penentuan kadar fosfor

Sebanyak 1 g lempung dimasukkan kedalam gelas piala 250 mL, lalu ditambahkan 20-30 mL HNO_3 p.a. Dididihkan secara perlahan selama 30-45 menit untuk mengoksidasi bahan yang mudah teroksidasi lalu didinginkan. Ditambahkan 10-20 mL HClO_4 70-72% dan dididihkan secara perlahan sampai larutan tidak berwarna

dan timbul asap putih pada gelas piala lalu didinginkan. Ditambahkan 50 mL akuades, dididihkan selama beberapa menit dan didinginkan. Larutan tersebut dipindahkan ke dalam labu ukur 500 mL dan tambahkan akuades sampai tanda batas lalu dihomogenkan dan disaring dengan kertas saring Whatman No.41 dan ditampung ke dalam erlenmeyer. Diambil 5 mL larutan tersebut dan masing-masing larutan standar fosfat dipipet ke dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan 45 mL akuades dan didiamkan selama 5 menit, lalu ditambahkan 20 mL pereaksi amonium molibdatvanadat dan diencerkan dengan akuades hingga tanda batas lalu dikocok. Dibiarkan pengembangan warna selama 10 menit dan dilakukan pengerjaan larutan blanko. Dibaca absorbansi larutan dan standar menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 400 nm. Dibuat kurva standar dan dihitung kadar P_2O_5 .

Penentuan luas permukaan lempung

Sebanyak 0,1 g lempung fosfatasi dikontakkan dengan larutan metilen biru dengan konsentrasi 7 ppm selama 30 menit. Suspensi lempung dipisahkan dengan *sentrifuse* pada kecepatan 2000 rpm selama 15 menit lalu didekantir. Filtratnya diukur dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 665 nm.

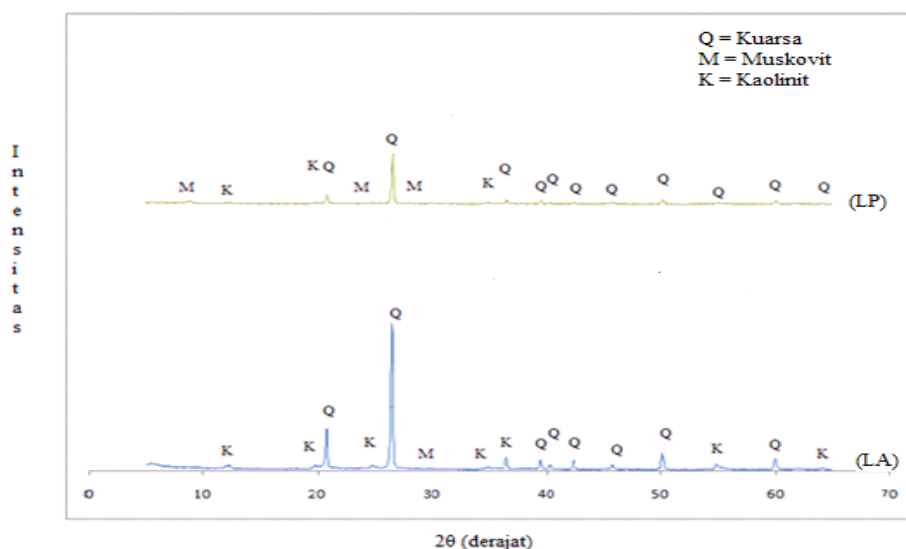
Penentuan adsorpsi lempung terhadap anion nitrit

Sebanyak 0,15 g lempung fosfatasi dimasukkan kedalam erlenmeyer dan ditambahkan 15 mL larutan nitrit dengan konsentrasi 0,15 ppm. Diaduk secara konstan pada kecepatan 120 rpm di dalam *shaker waterbath* pada suhu 60°C dengan variasi waktu 10, 20, 30, 60, 90 dan 120 menit. Dilakukan penyaringan menggunakan kertas saring Whatman untuk memisahkan lempung dan filtratnya dianalisa dengan spektrofotometer sinar tampak untuk diketahui waktu optimumnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil penentuan identifikasi jenis mineral lempung

Analisis difraksi sinar-X dari sampel lempung alam dan lempung fosfatasi dapat dilihat pada pola XRD seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pola XRD lempung alam (LA) dan lempung fosfatasi (LP)

Pada pola XRD diketahui bahwa mineral yang terdapat pada lempung Palas terdiri dari mineral kaolinit, muskovit dan mineral non lempung berupa kuarsa. Pada sampel LP pola difraksi kaolinit berturut-turut ditunjukkan pada posisi sudut 2θ $12,37^\circ$; $19,88^\circ$; $24,85^\circ$; $34,98^\circ$; $37,69^\circ$ dan $55,38^\circ$ dengan intensitas puncak masing-masing sudut 88, 146, 77, 114, 46 dan 58. Pola difraksi muskovit berturut-turut ditunjukkan pada posisi sudut 2θ $8,86^\circ$; $17,69^\circ$; $22,83^\circ$; $23,38^\circ$; $27,86^\circ$ dan $29,89^\circ$ dengan intensitas puncak masing-masing sudut 219, 59, 49, 37, 58 dan 59. Pada sampel tersebut menunjukkan bahwa intensitas muskovit menurun bahkan nyaris tidak teridentifikasi (hilang) pada sudut $2\theta = 17,69^\circ$, $22,83^\circ$, $23,38^\circ$, $27,86^\circ$ dan kaolinit pada $2\theta = 37,69^\circ$. Setiap mineral akan menunjukkan reaksi yang berbeda dengan pemanasan dimana reaksi tersebut merupakan perubahan puncak difraksi (peak) ataupun hilangnya puncak difraksi tersebut.

b. Karakterisasi Lempung

Karakter lempung alam dan lempung fosfatasi ditentukan dari kadar SiO_2 dan Al_2O_3 , kadar fosfor total dan luas permukaan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

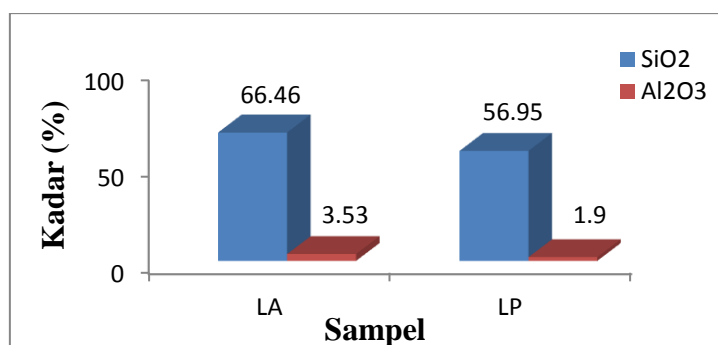
Tabel 1: Data hasil karakterisasi lempung alam dan lempung Palas fosfatasi

Sampel Lempung	SiO_2 (%)	Al_2O_3 (%)	P_2O_5 (%)	Rasio Si/P	Luas Permukaan (m^2/g)
LA	66,46	3,53	0,03	186	25,39
LP	56,95	1,90	3,25	0,70	24,60

Ket: LA = Lempung Alam LP = Lempung Fosfatasi

Rasio Si/Al

Pada penelitian ini, penentuan rasio Si dan Al diukur dalam bentuk SiO_2 dan Al_2O_3 dengan menggunakan metode gravimetri. Hasil analisis kadar silika dan alumina menunjukkan bahwa lempung memiliki kerangka utama yang terdiri atas senyawa silika dan alumina yang mengikat gugus hidroksil. Pada lempung alam didapatkan kadar silika sebesar 66,46 % sedangkan untuk sampel yang telah diaktivasi menggunakan $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ terjadi perubahan kadar SiO_2 . Kadar SiO_2 pada sampel LP mengalami penurunan menjadi 56,95% seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.

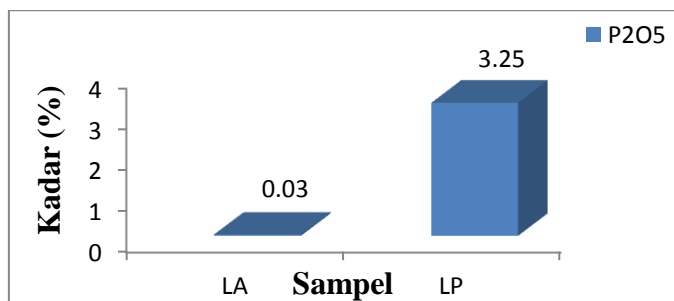


Gambar 2. Diagram persentase kadar SiO_2 dengan Al_2O_3 pada sampel lempung alam dan lempung fosfatasi

Tingginya kadar SiO_2 yang diperoleh disebabkan oleh tingginya kandungan dan intensitas puncak mineral non lempung berupa kuarsa dan muskovit yang banyak mengandung SiO_2 . Perubahan kadar SiO_2 pada sampel tersebut disebabkan karena terjadinya substitusi isomorfis antara atom Si dengan atom P. Rendahnya persentase kandungan alumina, menunjukkan bahwa alumina berikatan dengan gugus atau unsur lain. Semakin rendah persentase kandungan alumina, maka semakin banyak ikatan yang terbentuk antara alumina dengan gugus atau unsur lain.

Kadar fosfor (P_2O_5)

Penentuan kadar fosfor diukur dalam bentuk P_2O_5 dengan menggunakan metode spektrofotometri. Hasil analisis kadar fosfor yang tercantum pada Tabel 1 menunjukkan bahwa terjadi substitusi isomorfis antara atom P dengan atom Si pada sampel LP. Aturan Pauling menyatakan bahwa, fosfor tidak mungkin terikat pada atom Si karena perbedaan besar jari-jari atomnya. Dalam hal ini, tetrahedral P_2O_5 akan menggantikan tetrahedral SiO_2 tanpa mengganggu struktur kerangkanya karena sama-sama tetrahedral. Rendahnya kadar fosfor yang didapat disebabkan karena kecilnya kemungkinan untuk terjadinya substitusi isomorfis pada sampel tersebut. Hal ini disebabkan karena lempung yang digunakan tergolong jenis mineral kaolinit. Struktur kaolin yang memiliki gugus OH terbuka pada lapisan oktahedral menyebabkan kaolin bermuatan negatif tergantung dari pH lingkungannya. Gugus OH tersebut dapat berikatan hidrogen dengan O dari lapisan tetrahedral, hal ini yang menyebabkan kaolin tidak mengembang jika basah dan kecilnya kemungkinan untuk terjadi substitusi isomorfis sehingga kapasitas tukar kationnya kecil (Foth, 1990).



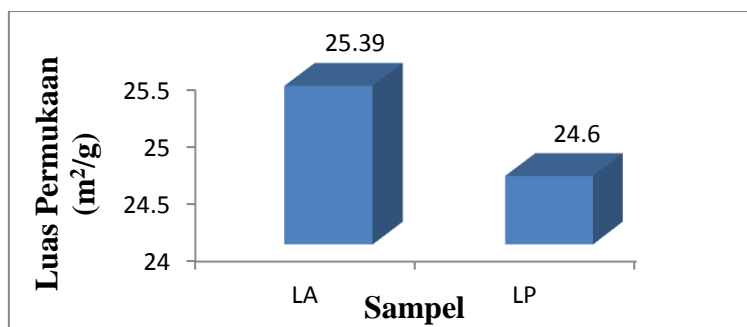
Gambar 3. Diagram persentase kadar fosfor pada sampel lempung alam dan lempung fosfatasi

Luas permukaan

Luas permukaan lempung ditentukan berdasarkan kemampuan adsorpsi lempung terhadap metilen biru yang diukur dengan menggunakan spektrofotometer sinar tampak. Metilen biru akan teradsorpsi pada permukaan lempung jika ukuran molekulnya sama dengan atau lebih kecil dari ukuran pori lempung. Luas permukaan pada sampel fosfatasi (LP) mengalami penurunan jika dibandingkan dengan lempung alam (LA) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Hal ini disebabkan karena situs aktif pada lempung fosfatasi telah jenuh akibat kation fosfor yang tersubstitusi akibat aktivasi menggunakan $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ sehingga daya adsorpsi metilen biru menjadi berkurang. Adanya kation NH_4^+ pada permukaan lempung yang berasal dari $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ juga mempengaruhi adsorpsi metilen biru tersebut. Kation amonium biasanya digunakan

untuk menjenuhkan sampel, lalu jumlah ammonium yang terserap dinyatakan sebagai nilai kapasitas tukar kation total (Foth, 1990). Hal ini menunjukkan bahwa banyaknya kation yang terdapat pada rongga dan permukaan lempung.

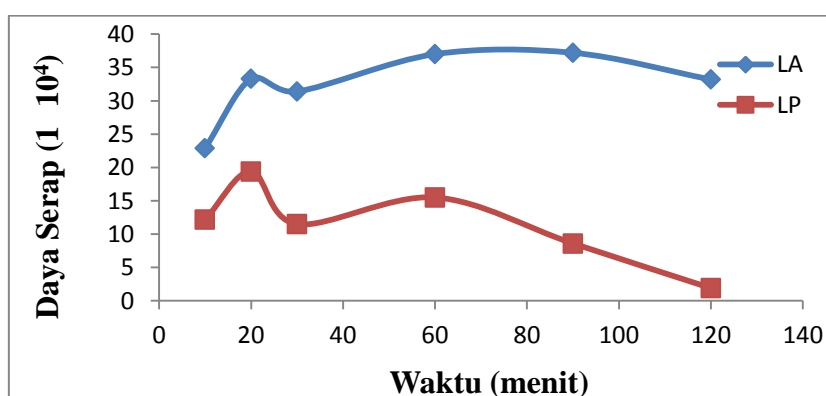
Berdasarkan kajian ini, dapat disimpulkan bahwa tidak semua lempung alam dapat ditingkatkan daya serapnya melalui aktivasi kimia. Aktivasi sebaiknya dilakukan pada jenis lempung yang mudah mengembang dan memiliki energi hidratisasi yang kecil, karena banyaknya kation *modifier* yang terdapat pada pori eksterior lempung dapat mengakibatkan sisi aktif permukaan lempung menjadi berkurang.



Gambar 4. Diagram luas permukaan pada sampel lempung alam dan lempung fosfatasi

Daya serap lempung terhadap anion nitrit

Penentuan waktu kontak optimum adsorpsi dilakukan pada konsentrasi 0,15 mg/L dengan variasi waktu kontak 10, 20, 30, 60, 90 dan 120 menit dengan kecepatan pengadukan 120 rpm. Berdasarkan kajian awal dapat diketahui bahwa persentase daya serap lempung alam terhadap anion nitrit sebesar 18% dengan waktu kontak optimum yang didapat adalah 20 menit (Saputra, 2011). Akan tetapi, terjadi penurunan daya serap lempung terhadap anion nitrit setelah lempung diaktivasi menggunakan ammonium dihidrogen fosfat. Hal tersebut dapat dilihat pada sampel LP yang memiliki persentase daya serap sebesar 12,93% seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Kurva daya adsorpsi lempung alam dan lempung fosfatasi terhadap anion nitrit berdasarkan pengaruh waktu kontak.

Daya serap merupakan faktor penentu pada proses adsorpsi. Pada awal adsorpsi, situs aktif permukaan lempung dapat menyerap nitrit secara menyeluruh pada permukaan adsorben. Akan tetapi, akan terjadi penurunan daya serap ketika permukaan lempung sudah jenuh. Selain itu, akan terjadi peristiwa desorpsi akibat pengadukan pada larutan secara terus menerus yang mengakibatkan ikatan adsorben dengan adsorbat putus karena tidak terikat kuat (ikatan Van der Waals). Dapat disimpulkan bahwa daya serap lempung alam terhadap anion nitrit lebih besar jika dibandingkan daya serap yang menggunakan lempung fosfatasi. Hal ini tentu berpengaruh terhadap daya adsorpsi nitrit karena permukaan lempung fosfatasi telah jenuh akibat substitusi atom P dan NH_4^+ yang berasal dari amonium dihidrogen fosfat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa hasil analisis XRD menunjukkan bahwa lempung Palas terdiri dari mineral kaolinit, muskovit dan mineral non lempung berupa kuarsa. Selain itu, hasil analisis XRD tidak menunjukkan adanya perubahan komposisi pada lempung yang telah diaktivasi menggunakan $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$. Aktivasi lempung menggunakan $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ menyebabkan penurunan rasio Si/Al dari 66,46% menjadi 56,95%. Lempung yang telah diaktivasi menggunakan $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kadar P_2O_5 dari 0,03% menjadi 3,25%. Berdasarkan kemampuan adsorpsi terhadap metilen biru, aktivasi lempung dengan $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ mengalami penurunan jika dibandingkan dengan lempung alam yaitu dari 25,39 m^2/g (LA) menjadi 24,60 m^2/g (LP). Berdasarkan daya adsorpsi lempung fosfatasi terhadap anion nitrit, menunjukkan bahwa terjadi penurunan daya serap pada lempung aktivasi $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ yaitu LA sebesar 22,2% dan LP sebesar 12,93%.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan metode yang sama namun dengan variasi suhu dan waktu kalsinasi yang berbeda untuk mengetahui karakter optimal lempung dan untuk mendapatkan pengukuran luas permukaan yang maksimal sebaiknya digunakan metode BET serta lempung yang diaktivasi dengan ammonium dihidrogen fosfat diaplikasikan sebagai adsorben kation logam.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaert, G dan Santika, 1987. *Metode Pemeriksaan Air*. Usaha Nasional Surabaya. Surabaya.
- Foth, H. D. 1983. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*, Terjemahan ED. Purbayanti dkk, edisi VII. UGM-press, Hal. 318-334.
- Hakim, N., dkk. 1986. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung, Palembang.
- Hardjowigeno, S. 2007. *Ilmu Tanah*, Edisi VII. Akademika Pressindo, Jakarta.
- Khadijah. 2001. *Fosfatasi Lempung Alam dan Pemanfaatannya Sebagai Adsorben Anion Deodesil Sulfat Dalam Air*. Skripsi. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Riau, Pekanbaru.
- Nadarlis. 2012. *Identifikasi Dan Karakterisasi Lempung Alam Desa Palas Kecamatan Rumbai Dan Desa Talanai Teratak Buluh Kecamatan Siak Hulu*. Skripsi Jurusan Kimia FMIPA Universitas Riau, Pekanbaru.

- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.* Sekretaris Negara Republik Indonesia. Jakarta.
- Saputra, R. 2011. *Studi Keseimbangan Adsorpsi Nitrit Pada Lempung Alam Desa Palas.* Skripsi. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Riau, Pekanbaru.
- SNI 06-6989.9-2004. *Cara Uji Nitrit (NO₂-N) Secara Spektrofotometri.* Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 13-6668-2002. *Penentuan Kadar SiO₂ Total, Al₂O₃, Fe₂O₃, Cr₂O₃ dan TiO₂ Contoh Pasir Kuarsa.*
- SNI 2803 : 2010. *Penentuan Kadar Fosfor Total Sebagai P₂O₅.*
- Susanto. 2010. *Penentuan Kandungan Amoniak, Nitrit dan Nitrat Air Sungai Siak dan Sungai Kampar Hasil Proses Penyaringan Konvensional yang Dimodifikasi Untuk Mendapatkan Air Baku Air Minum.* Skripsi. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Riau, Pekanbaru.