

PEMBUATAN ADSORBEN BERBAHAN BAKU TANAH LIAT DARI LIMBAH INDUSTRI PENCUCIAN PASIR SILIKA DENGAN PERBEDAAN KONSENTRASI HCl DAN WAKTU AKTIVASI

Laurentius Urip Widodo*, Safinatun Najah, dan Cahya Istiqomah

Program Studi Teknik Kimia, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

*e-mail: nsafina38@gmail.com

Abstract

Clay is silicate frame-based mineral particle with a diameter of less than 4 micrometers, clay contains fine fused silica and aluminium. The development of clay as an alternative adsorbent is very possible because the clay has a large surface area, high porosity, and high abundance in nature and also relatively inexpensive compared to other adsorbents. The purpose of this study was to determine the ratio of $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ content in activated clay. Clay was activated by using hydrochloric acid (HCl) with variable time and concentration of Hydrochloric Acid. Variable concentrations of hydrochloric acid used were 1N, 2N, 3N, 4N, 5N 1000 ml and time variables were 1 hour, 1.5 hours, 2 hours, 2.5 hours, and 3 hours. The best ratio results were shown at 5 N hydrochloric acid (HCl) concentration with 3 hours activation time of 12,26%.

Keywords: Adsorben, Clay, Hydrochloric Acid.

Abstrak

Tanah liat adalah komponen berkerangka silikat dengan diameter pori berukuran lebih kecil 4 mikrometer, tanah liat juga mempunyai kandungan silika dan aluminium yang halus. Pengembangan tanah liat sebagai adsorben alternatif dimungkinkan karena tanah liat memiliki diameter permukaan besar, porositas tinggi, dan kelimpahan banyak di alam serta relatif murah dibandingkan dengan bahan adsorben yang lain. Tujuan dari penelitian yaitu untuk mengetahui ratio $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ terhadap tanah liat yang setelah diaktivasi. Tanah liat diaktivasi menggunakan Asam Klorida (HCl) pada variasi variabel waktu dan konsentrasi Asam Klorida. Variabel konsentrasi asam klorida yang digunakan yaitu 1N, 2N, 3N, 4N, 5N 1000 ml dan variabel waktu yaitu 1 jam, 1.5 jam, 2 jam, 2.5 jam, dan 3 jam. Hasil rasio paling baik ditunjukkan pada konsentrasi asam klorida (HCl) 5 N dengan waktu aktivasi 3 jam sebesar 12,26%.

Kata kunci: Adsorben, Clay, HCl.

1. PENDAHULUAN

Tanah liat mengandung leburan silika dan/atau aluminium yang halus, silikon, oksigen, dan aluminium termasuk salah satu unsur penyusun kerak bumi. Tanah liat bisa dibentuk melalui peristiwa

pelapukan batuan silika oleh asam karbonat dan sebagian dihasilkan dari aktivitas panas bumi. Tanah liat mengandung mineral-mineral tertentu yang bisa menghasilkan sifat-sifat plastis pada tanah bila dicampur dengan air.

Pengembangan Tanah liat sebagai adsorben alternatif sangat dimungkinkan karena tanah liat memiliki diameter pori yang besar, tingkat porositas cukup besar, kelimpahan yang banyak di alam serta relatif murah dibandingkan adsorben lain. (Fahmiati, 2011).

Adsorben sendiri bisa diartikan sebagai komponen zat padat yang bisa menarik partikel dalam fase fluida. Produk dari pencucian limbah industri pasir silika menghasilkan produk samping berupa tanah liat. Tanah liat memiliki kemampuan sebagai adsorben, oleh karena itu kami tertarik untuk menggunakan tanah liat sebagai bahan dasar untuk membuat suatu adsorben. (Sugiarti dkk, 2017)

Peristiwa adsorpsi bisa dikatakan sebagai proses yang dilakukan untuk memisahkan unsur dari fase cair yang melekat pada permukaan padatan. Partikel-partikel berukuran kecil merupakan komponen penyerap yang dapat dilepaskan pada peristiwa adsorpsi, sehingga termasuk dalam ikatan kuat antara komponen penyerap dan komponen yang diserap. (Fadilah, 2015). Adsorben adalah komponen zat padat yang mampu menarik partikel fluida pada suatu proses adsorpsi. Adsorben mempunyai sifat spesifik dan memiliki diameter pori yang luas. Pemilihan adsorben pada proses adsorpsi harus sesuai dengan karakter dan keadaan zat yang diadsorpsi. Adsorben yaitu komponen zat padat yang mampu menarik partikel tertentu melalui fase cair. (Suarya, 2008).

Adsorben merupakan komponen yang berpori, dan adsorpsi berlangsung pada dinding pori-pori atau pada letak-letak tertentu di dalam partikel. Tabel 1

adalah klasifikasi adsorben berdasarkan ukuran pori adsorben.

Tabel 1. Klasifikasi Ukuran Pori-pori

Type	Diameter Pori (d)
Mikropori	(d) < 2nm
Mesopori	2 nm < (d) < 50 nm
Makropori	(d) > 50 nm

(Astuti dkk, 2018)

Untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi tanah liat, maka perlu dilakukan aktivasi. Aktivasi adalah suatu perlakuan terhadap *clay* yang bertujuan untuk memperbesar pori dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga tanah liat mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia, yaitu diameter permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi. Faktor-faktor yang berpengaruh pada proses aktivasi antara lain: waktu aktivasi, konsentrasi aktivator, ukuran bahan, suhu atau temperatur, dan proses aktivasi. Aktivasi dapat dilakukan melalui dua cara, secara fisika dan kimia. Aktivasi dapat dilakukan secara kimia menggunakan larutan asam klorida (HCl). Aktivasi tanah liat dengan HCl dapat meningkatkan keasaman permukaan serta porositasnya menjadi lebih efektif sebagai adsorben. Konsentrasi HCl yang dipakai pada proses aktivasi berpengaruh terhadap karakteristik adsorben yang dihasilkan. (Rahayuan dkk, 2010)

Aktivasi tanah liat mempunyai tujuan untuk meningkatkan daya serap *clay* sebagai adsorben. Aktivasi dilakukan secara kimia yakni direndam dengan larutan pengaktif HCl. Penggunaan HCl sebagai pengaktif akan mempengaruhi

daya serap karena HCl tersebut dapat terjadi reaksi dengan Fe_2O_3 , Al_2O_3 , CaO , dan MgO dalam adsorben sehingga reaksi bisa larut pada suatu larutan. Hal tersebut mengakibatkan terbukanya pori-pori yang tertutup menjadi bertambah diameter permukaan adsorben. Bereaksinya Al_2O_3 bisa menaikkan perbandingan jumlah SiO_2 dan Al_2O_3 dari (2-3):1 menjadi (5-6):1 (Ketaren, 2005). Naiknya perbandingan jumlah SiO_2 ini menyebabkan semakin banyak gugus Si-OH (silanol) yang terbentuk di permukaan adsorben. Gugus silanol menyerap zat-zat organik dan zat-zat lain bersifat polar seperti senyawa peroksida. Apabila gugus silanol semakin banyak di permukaan adsorben, semakin banyak zat terserap saat adsorpsi. Daya serap semua tanah liat sesudah diaktivasi mengalami peningkatan dibandingkan dengan tanah liat sebelum diaktivasi. Hal itu disebabkan lapisan *interlayer clay* dengan ion H^+ dari asam, kemudian diikuti dengan pelarutan ion Al^{3+} dan ion logam lain. Semakin banyak jumlah SiO_2 yang terdapat dalam adsorben, akan meningkatkan jumlah gugus Si-OH (silanol) di permukaan adsorben. Gugus silanol akan menarik asam lemak bebas, zat-zat organik dan zat-zat lain yang bersifat polar yaitu senyawa peroksida. Senyawa peroksida akan bereaksi pada gugus silanol bereaksi bersama hidrogen sehingga peroksida teradsorpsi membentuk ikatan hidrogen dipermukaannya. (Rahayuan dkk, 2010).

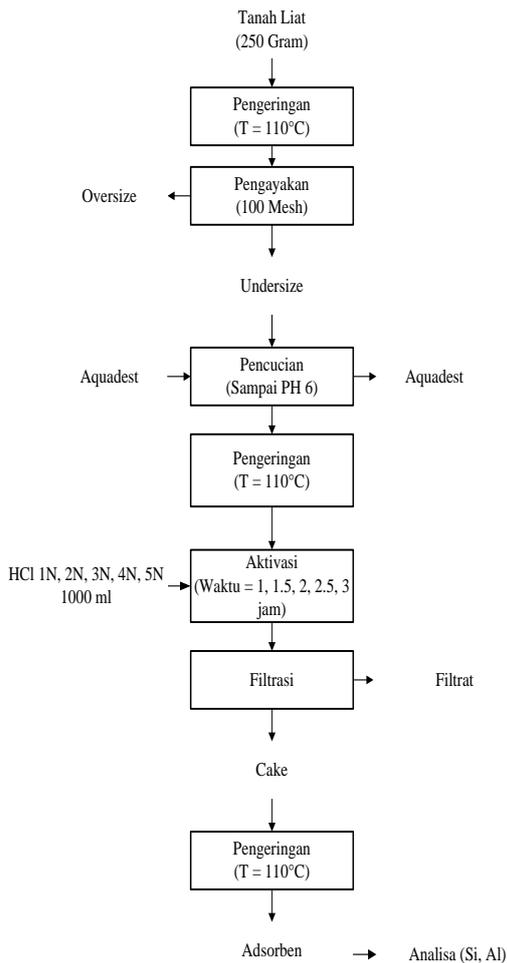
Penelitian tentang aktivasi tanah liat telah banyak dilakukan seperti pada penelitian Rahayuan dkk (2010) tentang aktivasi tanah liat secara asam dan penggunaannya sebagai adsorben untuk menurunkan bilangan peroksida minyak bekas. Penelitian serupa juga dilakukan

oleh Auliyah (2009) tentang kapasitas adsorpsi lempung aktif terhadap ion fosfat dengan variasi variabel waktu kontak dan konsentrasi fosfat. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Widodo dkk (2016) tentang aktivasi batuan trass dengan asam klorida, pada konsentrasi 5N dengan waktu aktivasi 4 jam didapat rasio $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ sebesar 8,6. Kemampuan adsorpsi tanah liat lebih besar dan pori-pori tanah liat lebih bersih dikarenakan semakin banyaknya pengotor yang larut seiring bertambahnya konsentrasi HCl pada saat aktivasi.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Riset Jurusan Teknik Kimia Universitas Pembangunan “Veteran” Jawa Timur. Alat yang digunakan pada penelitian antara lain: *magnetic stirrer*, pendingin balik, erlenmeyer, statif, ayakan 100 *mesh* dan *beaker glass*, pH meter, kertas saring, neraca analitik, corong kaca, batang pengaduk, *aluminium foil*. Bahan yang digunakan yaitu Limbah Industri pencucian pasir silika PT. Jara Silika Tuban Jawa Timur, asam klorida (HCl), dan *aquadest*. Diagram alir percobaan dapat dilihat pada Gambar 1.

Penelitian ini menggunakan Analisis XRF untuk mengetahui persentase kadar Al silika dan juga kandungan bahan sudah diaktivasi. Disini kita gunakan bahan tanah liat yang memiliki persentase silika 61,5%. Penelitian ini diawali persiapan bahan dalam keadaan basah dikeringkan pada suhu 110°C, sedangkan bahan yang sudah kering langsung dilakukan *screening*. Setelah *discreening* diambil tanah liat sebanyak 250 gram dan dilakukan pencucian sampai pH netral, dikeringkan kembali dengan suhu 110°C.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Proses selanjutnya adalah membuat larutan HCl dengan variabel konsentrasi HCl yaitu 1N, 2N, 3N, 4N, 5N sebagai bahan untuk mengaktivasi *clay*. Setelah itu dicampurkan tanah liat (pH netral) dengan larutan HCl. Lalu dilakukan proses aktivasi menggunakan *magnetic stirrer* dengan variabel waktu aktivasi dan konsentrasi HCl. Setelah larutan tercampur sesuai dengan variabel yang sudah ditentukan, kemudian dilakukan filtrasi sampai didapatkan *cake* dan filtrat. Lalu *cake* yang terbentuk dilakukan pencucian sampai pH netral, kemudian *cake* (pH netral) dilakukan pengeringan kembali dalam oven dengan suhu 110°C.

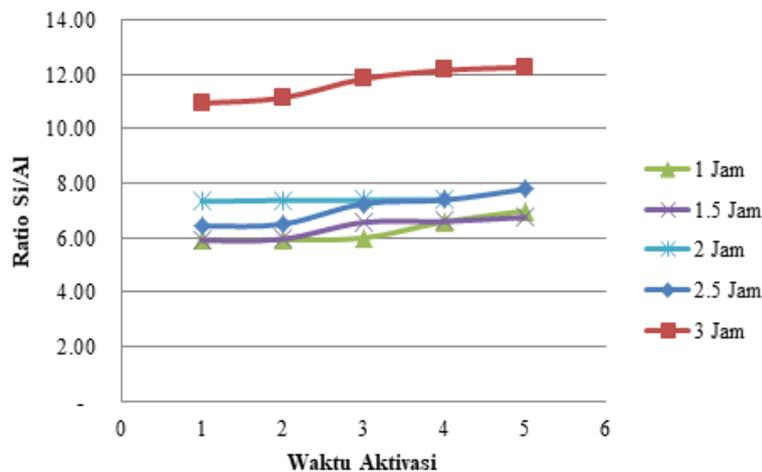
3. HASIL DAN DISKUSI

Analisis unsur dilakukan secara kualitatif maupun kuantitatif. Analisis menggunakan XRF dilakukan berdasarkan identifikasi dan pencacahan karakteristik sinar-X yang terjadi akibat efek fotolistrik. Efek fotolistrik terjadi karena elektron dalam atom target pada sampel terkena sinar berenergi tinggi (radiasi gamma, sinar-X). Sebelum dilakukan penelitian, terlebih dahulu dianalisis bahan baku *clay* menggunakan Analisis *X-Ray Fluoresence* untuk mengetahui kadar silika yang terkandung di dalam tanah liat. Tanah liat ini dianalisis di Lab Mineral dan Material Maju (Laboratorium Sentral) Universitas Negeri Malang.

Tabel 2. Hasil Analisis Bahan Baku Tanah Liat dengan Menggunakan Metode Analisis XRF (*X-Ray Fluoresence*)

Komponen	Konsentrasi (%)
Al	11
Si	61,5
K	3,83
Ti	2,98
V	0,097
Cr	0,090
Mn	0,14
Fe	14,0
Cu	0,13
Zn	0,02
Re	0,2

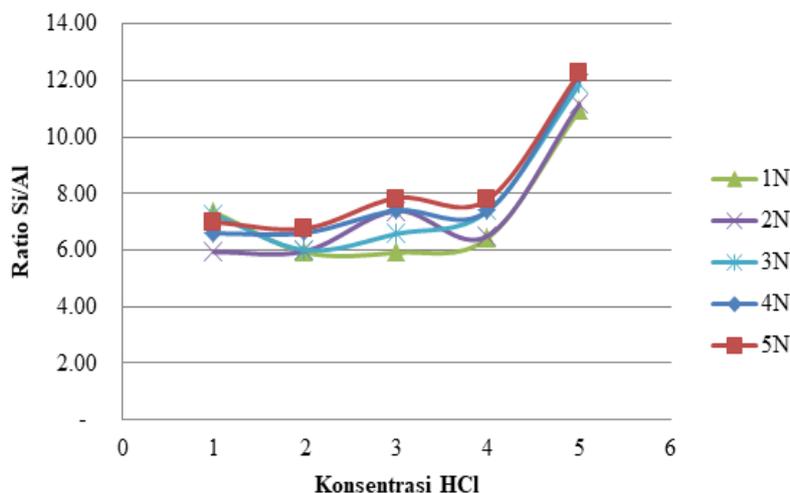
Pada Tabel 2 ditunjukkan hasil analisa tanah liat sebelum dilakukan aktivasi kadar Si sebesar 61,5% dan kadar Al sebesar 11%, sehingga didapatkan rasio SiO₂/Al₂O₃ awal sebesar 5,59%.



Gambar 2. Waktu Aktivasi dan Ratio SiO₂/Al₂O₃.

Berdasarkan Gambar 2, waktu aktivasi didapat rasio SiO₂/Al₂O₃ berkisar antara 5,92-12,26%. Semakin lama waktu aktivasi, maka rasio SiO₂/Al₂O₃ semakin meningkat. Hal tersebut dikarenakan semakin lama waktu aktivasi membuat bahan impuritis teraktivasi pada waktu tertentu akan habis dan akan semakin kecil.

Jadi didapatkan rasio SiO₂/Al₂O₃ pada waktu 3 jam semakin meningkat. Disebutkan juga dalam penelitian terdahulu bahwa semakin lama proses aktivasi tanah liat dalam HCl sebagai *activator*, maka efisiensi aktivasi akan tinggi tetapi pada waktu tertentu bisa konstan. Hal ini disebabkan adanya bahan impuritis yang teraktivasi semakin kecil.



Gambar 3. Konsentrasi HCl dan Rasio SiO₂/Al₂O₃

Berdasarkan Gambar 3, dengan perbandingan konsentrasi HCl dan rasio SiO₂/Al₂O₃ paling tinggi yaitu pada konsentrasi 5N, sebesar 12,26%. Hal ini dikarenakan semakin besar konsentrasi

HCl maka efisiensi aktivasi akan meningkat, tetapi pada konsentrasi tertentu bisa konstan. Hal itu disebabkan karena bahan yang akan diaktivasi memiliki kandungan impuritis tertentu.

Gambar 2 dan 3 menunjukkan semakin besar nilai konsentrasi HCl dan semakin besar lama waktu aktivasi didapatkan rasio $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ bisa meningkat, tetapi pada waktu aktivasi tertentu dan konsentrasi HCl tertentu, rasio $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ mengalami penurunan dikarenakan adanya kandungan impuritis pada bahan yang sudah diaktivasi.

4. KESIMPULAN

Pembuatan adsorben berbahan baku tanah liat dengan variasi variabel konsentrasi HCl 1N, 2N, 3N, 4N, 5N Dan waktu aktivasi 1 Jam; 1,5 Jam; 2 Jam; 2,5 Jam; 3 Jam didapatkan semakin besar Konsentrasi HCl dan semakin lama waktu aktivasi, nilai rasio $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ semakin besar, yaitu pada konsentrasi HCl 5N dengan waktu kontak 3 jam didapatkan rasio $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ sebesar 12,26%, sehingga rasio meningkat dibandingkan bahan baku awal dengan rasio sebesar 5,59%.

DAFTAR PUSTAKA

Auliyah, A. 2009. Activated Clay as Adsorber of Phosphate Ions in Water, *Jurnal Chemical*, Vol. 10, No. 2, hh. 14-23.

Astuti, D.H., Sani, Yuandana, Y.G., dan Karlin. 2018. Kajian Karakteristik Biochar dari Batang Tembakau, Batang Pepaya dan Jerami Padi dengan Proses Pirolisis. *Jurnal Teknik kimia*, Vol 12, No.2.

Fahmiati. 2011. Sintesis dan Karakterisasi Adsorben Lempung Terimpregnasi oleh 3-merkapto-1, 2, 4-triazol (trzsh). *Jurnal Kimia*, Vol.1, No.2, hh. 101- 109.

Fadilah, R.A. 2015. Pasir Laut sebagai Adsorben dengan Perbandingan Aktivasi NaOH dan HCl pada Berbagai Konsentrasi. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah.

Ketaren, S. 2005. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. UI Press. Jakarta

Rahayuan, B.D., Kurniasih, Y., dan Nufida, B.A. 2010. Aktivasi Tanah Liat secara Asam dan Penggunaannya sebagai Adsorben untuk Menurunkan Bilangan Peroksida Minyak Goreng Bekas, *Jurnal Pendidikan Kimia*.

Suarya, P. 2008. Adsorpsi Pengotor Minyak Daun Cengkeh oleh Lempung Teraktivasi Asam. *Jurnal Kimia*, Vol.1, No.2, hh. 19-24.

Sugiarti, S., Charlena, dan Aflakhah, N.A. 2017. Zeolit Sintesis Terfungsionalisasi (trimetiloksisilil)-1-propantiol sebagai Adsorben Kation Cu(II) dan Biru Metilena. *Jurnal Kimia*. Vol.3, No.1, hh.11- 19.

Widodo, L.U., Sukirmiyadi, Siswanto, dan Kurniati, E. 2016. Activation of Trass Rock as Bleaching Palm Oil (CPO). *Jurnal MATEC*, Vol 58.