



## **Pemanfaatan Campuran Lempung dan Batu Cadas Teraktivasi Asam Sulfat Sebagai Adsorben Kalsium Pada Air Tanah**

### **(The Use of Sulfuric Acid Activated Mixture of Clay and Rock as an Adsorbent for Calcium from Groundwater)**

Rini Prastika Alasa<sup>1\*</sup>, Rismawaty Sikanna<sup>2)</sup> Musafira<sup>2)</sup>

<sup>1</sup>Alumni Jurusan Kimia, Fakultas MIPA Universitas Tadulako, Palu

<sup>2</sup>Staf Pengajar Jurusan Kimia, Fakultas MIPA Universitas Tadulako, Palu

#### **ABSTRACT**

The investigation about the utilization of clay and rock mixture that activated with sulfuric acid for Calcium adsorbent has been done. This study aims to determine the best concentration of activators of several mass ratios between clay and rock as the best Calcium adsorbent. This research was conducted in two phases, first phase was the activation mixture of clay and rock with sulfuric acid and the second step was determination of concentration of Calcium in the groundwater. Calcium concentration was determined by using Atomic Absorption Spectrophotometry method. The results obtained shows that the best activator concentration used was 1 M sulfuric acid and the ratio of the mass of clay and rock was 3:1 to the concentration of Calcium that adsorbed at 85.635 ppm.

**Keywords :** *Clay and rocks, the adsorbent Calcium, activation, Atomic Absorption Spectrophotometer.*

#### **ABSTRAK**

Telah dilakukan penelitian tentang pemanfaatan campuran lempung dan batu cadas teraktivasi asam sulfat sebagai adsorben Kalsium pada air tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi aktivator yang terbaik dari beberapa rasio massa antara lempung dan batu cadas sebagai adsorben Kalsium yang terbaik. Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap masing-masing tahap aktivasi campuran lempung dan batu cadas dengan asam sulfat dan tahap penentuan konsentrasi Kalsium pada air tanah. Konsentrasi Kalsium ditentukan menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom, hasil yang diperoleh menunjukkan konsentrasi aktivator terbaik yang digunakan yaitu asam sulfat 1 M dan rasio massa lempung dan batu cadas yaitu 3:1 yang menghasilkan konsentrasi Kalsium yang teradsorpsi sebesar 85,635 ppm.

**Kata kunci :** *Lempung dan batu cadas, Adsorben Kalsium, Aktivasi, Spektrofotometri Serapan Atom.*

**Corresponding Author :** *riinyrynn@gmail.com*

## I. LATAR BELAKANG

Air merupakan kebutuhan yang sangat utama bagi kehidupan manusia, oleh karena itu jika kebutuhan akan air belum terpenuhi baik secara kuantitas maupun kualitas, maka akan menimbulkan dampak yang besar terhadap kehidupan sosial dan ekonomi masyarakat. Air merupakan suatu sarana utama untuk meningkatkan derajat kesehatan masyarakat, karena air merupakan salah satu media dari berbagai macam penularan penyakit. Air bersih adalah air yang jernih, tidak berwarna, tawar dan tidak berbau (Mifbakhuddin, 2010).

Kalsium adalah unsur kimia yang memegang peranan penting dalam banyak proses geokimia. Air yang mengandung karbon dioksida tinggi mudah melarutkan kalsium dari mineral-mineral karbonatnya. Tetapi reaksi sebaliknya akan berlangsung bila karbon dioksida hilang dari perairan. Karbon dioksida yang masuk ke perairan melalui keseimbangan dengan atmosfer tidak cukup besar konsentrasinya untuk melarutkan kalsium dalam perairan alami, terutama air tanah. Ini menyebabkan endapan putih kalsium karbonat yang terbentuk dalam tempat pendidihan air. Hal ini merupakan salah satu masalah dalam pengelolaan air tanah (Achmad, 2004).

Air yang mengandung kalsium yang telah melebihi batas nilai ambang batas maksimum dapat menyebabkan beberapa masalah kesehatan. Dampak yang ditimbulkan akibat air sadah bagi kesehatan antara lain adalah dapat menyebabkan *cardiovascular disease* (penyumbatan pembuluh darah jantung) dan *urolithiasis* atau batu ginjal (Mifbakhuddin, 2010).

Salah satu upaya dalam mengurangi kadar kalsium dalam air tanah yaitu dengan memanfaatkan material-material alam seperti lempung dan batu cadas untuk meningkatkan kemampuan lempung dan batu cadas sebagai adsorben. Lempung dan batu cadas mempunyai situs aktif yang dapat diaktivasi untuk meningkatkan luas permukaannya. Sebagai aktivator dapat digunakan asam atau basa. Seperti pada penelitian Widjanarko dkk (2003), menggunakan alofan sebagai adsorben dengan melakukan aktivasi menggunakan asam sulfat dan natrium hidroksida untuk meningkatkan luas permukaan dan keasaman alofan dengan konsentrasi terbaik asam sulfat yang didapatkan yaitu 3 N dan natrium hidroksida 3 N. Selain itu, penelitian yang dilakukan Karyasa (1997), menghasilkan model pengolahan dan teknik alir menggunakan resin penukar ion campuran lempung dan batu cadas dengan

konsentrasi terbaik asam klorida yaitu 1 M dan rasio massa 2:1. Penelitian yang dilakukan oleh Suarya (2008), juga menunjukkan bahwa proses aktivasi dengan asam sulfat dapat meningkatkan luas permukaan lempung dengan konsentrasi asam sulfat yang terbaik yaitu 1,2 M. Dari hasil penelitian sebelumnya, penggunaan aktivator dengan asam sulfat belum pernah dilakukan terhadap kombinasi lempung dan batu cadas. Sedangkan penggunaan asam sulfat merupakan perbandingan terutama terhadap penelitian Karyasa (1997) dengan penggunaan asam lain dengan tingkat keasaman yang lebih tinggi. Oleh karena itu, dalam penelitian ini kondisi yang mendukung proses adsorpsi yang baik perlu diperhatikan antara lain konsentrasi aktivator yang digunakan dan rasio massa lempung dan batu cadas.

## II. BAHAN DAN METODE

### *Bahan dan Peralatan*

Bahan yang digunakan sebagai adsorbendalam penelitian ini adalah tanah lempung (desa Kalukubula) dan batu cadas (kelurahan buluri). Sampel yang digunakan yaitu air tanah. Bahan kimia untuk analisis mencakup aquades, asam sulfat 0,5M, 1M, 1,5M, asam nitrat 65 % dan kertas saring. Peralatan yang digunakan terdiri atas ayakan

**Pemanfaatan Campuran Lempung dan Batu Cadas Teraktivasi Asam Sulfat Sebagai Adsorben Kalsium Pada Air Tanah**  
(Rini Plastika Alasa dkk)

ukuran 120 mesh atau lebih, oven (Eyela NDO-400), neraca analitik (Adventure), Mesin kocok (Heidolph UNIMAX 2010), desikator, lumpang dan alu, pipa, klem dan statif, Spektrofotometer Serapan Atom PG 990 dan alat-alat gelas yang umum digunakan dalam Laboratorium Kimia.

### *Metode*

Lempung dan batu cadas dicuci dengan akuades kemudian disaring dengan kertas saring. Setelah melakukan penyaringan, lempung dikeringkan dalam oven pada temperatur 60°C selama 24 jam. Selanjutnya, setelah kering lempung dan batu cadas tersebut digerus menggunakan lumpang dan alu, kemudian diayak menggunakan ayakan ukuran 120 mesh atau lebih. Material lempung dan batu cadas yang lolos ayakan dapat digunakan sebagai bahan awal untuk membuat adsorben.

Dalam Erlenmeyer 250 ml dimasukkan masing-masing serbuk lempung dan batu cadas dengan rasio massa lempung terhadap batu cadas yaitu 1:1, 1:2, 1:3, 2:1 dan 3:1 (b/b) lalu ditambahkan 125 ml larutan asam sulfat 0,5M, 1M dan 1,5M sambil diaduk dengan mesin kocok. Proses aktivasi dilakukan selama 24 jam, kemudian disaring dan residu yang diperoleh dicuci dengan akuades sampai netral lalu dikeringkan dalam oven pada temperatur

100-110°C. Setelah kering, lempung dan batu cadas disimpan di dalam desikator. Selanjutnya, campuran lempung dan batu cadas yang telah teraktivasi. Hasil perlakuan ini kemudian dapat dipergunakan sebagai adsorben untuk menyerap kalsium.

Sampel air tanah disaring dengan kertas saring, kemudian diperiksa konsentrasi kalsium dengan menggunakan

Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Campuran lempung dan batu cadas yang telah diaktivasi asam sulfat 0,5 M, 1 M dan 1,5 M dengan rasio massa lempung terhadap batu cadas yaitu 1:1, 1:2, 1:3, 2:1 dan 3:1 masing-masing dipakai sebagai pengisi pipa. Masing-masing campuran tersebut dimasukkan kedalam pipa, lalu air tanah yang akan dianalisis dialirkan kedalam pipa sebanyak 100 ml. selanjutnya air yang dihasilkan, disaring dengan kertas saring sehingga diperoleh filtratnya. Filtrat hasil pengolahan diperiksa kadar kalsium dengan menggunakan SSA. Perlakuan ini dilakukan duplo.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Air merupakan salah satu sarana utama untuk meningkatkan derajat kesehatan masyarakat. Oleh karena itu, air yang mengandung kalsium yang telah melewati ambang batas dapat menimbulkan gangguan kesehatan. Salah satu upaya dalam **Pemanfaatan Campuran Lempung dan Batu Cadas Teraktivasi Asam Sulfat Sebagai Adsorben Kalsium Pada Air Tanah**  
(Rini Plastika Alasa dkk)

mengurangi kadar kalsium dalam air tanah yaitu dengan memanfaatkan material-material alam sebagai adsorben. Material awal yang digunakan untuk pembuatan adsorben adalah lempung yang berwarna kecoklatan yang berasal dari daerah Kalukubula Kabupaten Sigi, yang diperoleh dari tempat pembuatan batu bata dan batu cadas yang diperoleh dari kelurahan buluri, Sulawesi Tengah. Penentuan konsentrasi aktivator terbaik dari beberapa rasio massa campuran lempung dan batu cadas dilakukan dengan menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom. Untuk mengetahui konsentrasi aktivator terbaik, maka diterapkan variasi konsentrasi asam yang di gunakan yaitu asam sulfat 0,5 M, 1 M, dan 1,5 M dan variasi rasio massa lempung terhadap batu cadas yaitu 1:1, 1:2, 1:3, 2:1 dan 3:1. Namun terlebih dahulu dilakukan analisis konsentrasi kalsium dalam sampel air tanah murni tanpa perlakuan. Analisis ini dilakukan menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom. Hasil yang diperoleh yaitu konsentrasi kalsium sebesar 85,635 ppm.

Dari hasil analisis konsentrasi kalsium dalam sampel air tanah sesudah pengaliran dalam pipa menggunakan campuran lempung dan batu cadas teraktivasi asam sulfat 0,5 M menunjukkan

bahwa konsentrasi kalsium yang teradsorpsi maksimum pada rasio massa lempung terhadap batu cadas 3:1 sebesar 41,242 ppm. Sedangkan hasil terendah untuk konsentrasi kalsium yang teradsorpsi yaitu pada rasio massa lempung terhadap batu cadas 1:1 sebesar 37,252 ppm. Dari gambar 1, dapat dilihat pada rasio massa lempung terhadap batu cadas 1:1 sampai rasio 3:1 terus mengalami kenaikan konsentrasi kalsium yang teradsorpsi. Hal ini disebabkan karena faktor rasio, struktur dan laju alir dari lempung dan batu cadas. Ditinjau dari faktor rasio kedua material alam, rasio dengan jumlah lempung yang lebih banyak mampu mengadsorpsi kalsium lebih tinggi dibandingkan dengan batu cadas. Hal ini sesuai dengan pernyataan Karyasa (1997), yaitu lempung memiliki kemampuan yang lebih baik dalam penyerapan dibandingkan dengan batu cadas. Dimana berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Karyasa (1997), batu cadas yang teraktifkan ternyata

kation-kation, molekul air menetrasi unit lapisannya dan menyebabkan ia mengembang dan menutupi permukaan unit lapisan yang lain. Hal ini berbeda dengan batu cadas yang termasuk batuan endapan yang memiliki tiga unit lapisan yang tidak mengembang, yang tidak mengalami proses pengembangan, sehingga lempung

melepaskan ion Mg, hal ini menyebabkan bertambahnya konsentrasi ion Mg dalam air hasil pengaliran yang menunjukkan bahwa struktur molekul dari senyawa-senyawa silikat penyusun batu cadas mengandung ion Mg yang dapat digantikan oleh kation lain yang lebih kuat termasuk ion Ca (selektifitas ion  $Ca > Mg$ ). Hal inilah yang menyebabkan lempung dan batu cadas teraktivasi memiliki kemampuan berbeda dalam mengadsorpsi kalsium, sehingga lempung lebih baik dalam penyerapan. Jika dilihat dari struktur kedua material alam, lempung mempunyai kemampuan mengembang (*swellability*) karena ruang antar lapis (*interlayer*) yang dimilikinya. Jika jarak antar lapis itu dimasuki gugus berukuran besar dan dikalsinasiakan terbentuk tiang-tiang penyangga lapisan yang biasa disebut pilar. Adanya tiang-tiang ini akan menghasilkan sistem pori dan luas permukaan yang besar. Ketika berkontak dengan air dan menyerap memerlukan waktu yang lebih lama untuk proses pengaliran air tanah dibandingkan dengan batu cadas.

Untuk campuran lempung dan batu cadas teraktivasi asam sulfat 1 M, diperoleh hasil maksimum konsentrasi kalsium yang teradsorpsi yaitu 68,067 ppm dengan rasio massa lempung terhadap batu cadas 3:1.

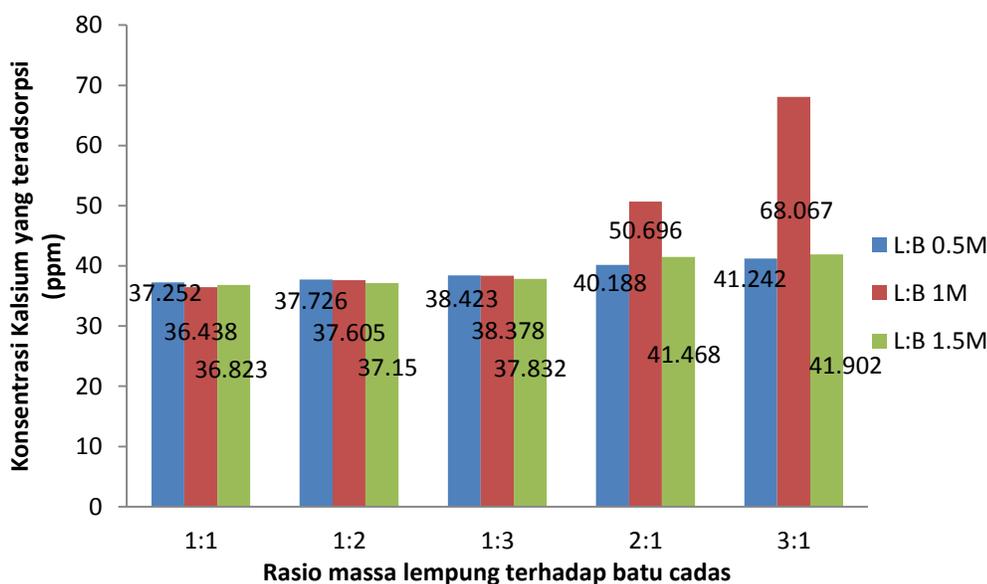
#### **Pemanfaatan Campuran Lempung dan Batu Cadas Teraktivasi Asam Sulfat Sebagai Adsorben Kalsium Pada Air Tanah**

(Rini Plastika Alasa dkk)

Sedangkan untuk konsentrasi terendah kalsium yang teradsorpsi yaitu 36,438 ppm dengan rasio massa lempung terhadap batu cadas 1:1. Dari gambar 1 dapat dilihat bahwa pada rasio massa lempung/batu cadas 1:1 sampai 3:1 juga terus mengalami peningkatan yang signifikan terutama pada rasio massa lempung terhadap batu cadas 2:1 dan 3:1. Hal ini juga dipengaruhi karena faktor rasio, struktur kedua sampel dan juga faktor laju alirnya.

Sedangkan pada campuran lempung dan batu cadas teraktivasi asam sulfat 1,5 M, menunjukkan bahwa konsentrasi kalsium yang teradsorpsi maksimum yaitu pada rasio massa lempung terhadap batu cadas 3:1

sebesar 41,902 ppm. Sementara itu konsentrasi terendah untuk kalsium yang teradsorpsi yaitu 36,823 ppm pada rasio massa lempung terhadap batu cadas 1:1. Dari gambar 1 dapat dilihat, dari rasio massa lempung terhadap batu cadas 1:1 terus mengalami peningkatan konsentrasi kalsium yang teradsorpsi sampai rasio 3:1. Konsentrasi kalsium yang teradsorpsi terus mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya berat lempung.



**Gambar 1. Histogram konsentrasi kalsium yang teradsorpsi pada berbagai rasio massa lempung terhadap batu cadas teraktivasi asam sulfat**

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa terjadi peningkatan konsentrasi kalsium yang teradsorpsi dalam sampel air tanah pada aktivasi 1 M terutama pada rasio massalempung terhadap batu cadas 3:1. Dari hasil ini, didapatkan konsentrasi aktivator terbaik yang digunakan yaitu 1 M dengan rasio massalempung terhadap batu cadas 3:1 sebesar 68,067 ppm. Penelitian yang dilakukan oleh Karyasa (1997), menghasilkan model pengolahan dan teknik alir menggunakan resin penukar ion campuran lempung dan batu cadas dengan konsentrasi terbaik asam klorida yaitu 1 M dan rasio massa 2:1. Berdasarkan hasil tersebut, dapat dilihat yaitu berat lempung yang lebih banyak memberikan hasil maksimum untuk konsentrasi kalsium yang teradsorpsi. Hal ini dapat dijelaskan bahwa penambahan ion  $H^+$  terhadap campuran lempung dan batu cadas mengakibatkan ion  $H^+$  menggantikan tempat yang semula diduduki oleh ion  $Na^+$ ,  $K^+$  bahkan  $Al^{3+}$  yang terikat pada molekul-molekul mineral silikat penyusun lempung dan batu cadas. Campuran lempung dan batu cadas ini berkemampuan mengadsorpsi  $Ca^{2+}$  mengisi pori-pori dan menggantikan ion  $H^+$  itu kembali. Berdasarkan beberapa teori sebelumnya, kemampuan suatu bahan

sebagai adsorben ataupun penukar ion akan meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi asam yang digunakan. Dalam penelitian ini, konsentrasi terbaik yang didapatkan yaitu 1 M. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Suarya (2008) yang menyatakan salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan dari proses aktivasi lempung adalah konsentrasi asam dari aktivator. Konsentrasi asam yang terlalu rendah akan mengakibatkan tidak sempurnanya pembentukan situs aktif, sebaliknya konsentrasi yang terlalu tinggi akan menyebabkan rusaknya struktur lempung dan batu cadas yang akan mempengaruhi proses adsorpsi. Penelitian yang dilakukan oleh Suarya, juga menunjukkan bahwa proses aktivasi dengan asam sulfat dapat meningkatkan luas permukaan lempung dengan konsentrasi asam sulfat terbaik yang didapatkan yaitu 1,2 M. Perpaduan lempung dan batu cadas digunakan untuk memadukan dua kepentingan yaitu kemampuan adsorpsi yang baik dan laju alir yang lebih besar, sehingga dari segi praktisnya untuk pengurangan kalsium dalam air tanah dipilih menggunakan campuran lempung dan batu cadas.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan yaitu konsentrasi aktivator terbaik yang

### **Pemanfaatan Campuran Lempung dan Batu Cadas Teraktivasi Asam Sulfat Sebagai Adsorben Kalsium Pada Air Tanah**

(Rini Plastika Alasa dkk)

digunakan yaitu 1 M dengan rasio massa lempung dan batu cadas 3:1. Kalsium yang teradsorpsi dalam air tanah menggunakan Campuran lempung dan batu cadas teraktivasi asam sulfat 1 M pada rasio massalempung terhadap batu cadas 3:1 sebesar 68,067 ppm.

#### IV. DAFTAR PUSTAKA

Achmad, R. 2004. *Kimia Lingkungan*. Andi.Yogyakarta.

Mifbakhuddin.2010. *Pengaruh Ketebalan Karbon Aktif sebagai Media Filter Terhadap Penurunan Kesadahan Air Sumur Artetis*. J. Kimia 5(2).

Suarya, P. 2008. *Adsorpsi Pengotor Minyak Daun Cengkeh oleh Lempung Teraktivasi Asam*. J. Kimia2(1).

Karyasa, I. W. 1997. *Pemanfaatan Campuran Lempung dan Batu Cadas sebagai Resin Penukar Ion dalam Proses Penjernihan dan Pengurangan Kesadahan Air Sumur Berkapur*. J. Kimia 4.

Widjanarko, DM., Pranoto., Cristina, Y. 2003. *Pengaktifan  $H_2SO_4$  dan  $NaOH$  Terhadap Luas Permukaan dan Keasaman Alofan*.Alchemy 2(2):1-10.