

**BASE ACTIVATED CLAY AND ITS APPLICATION AS CATION EXCHANGER TO REDUCE THE  $Mg^{2+}$  AND  $Ca^{2+}$  IONS CONCENTRATION IN THE WELL WATER**

**Aktivasi Lempung Dengan Basa Dan Aplikasinya Sebagai Penukar Kation Untuk Mengurangi Konsentrasi Ion  $Mg^{2+}$  dan  $Ca^{2+}$  Dalam Air Sumur**

**Catherina M. Bijang\*, S.J. Sekewael, J.A. Koritelu**

*Chemistry Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences  
Pattimura University, Kampus Poka, Jl. Ir. M. Putuhena, Ambon 97134*

*\*Corresponding author e-mail: riena@fmipa.unpatti.ac.id*

Received: October 2013 Published: January 2014

**ABSTRACT**

The research about base activated clay and its application as cation exchanger to reducing the concentration of ions  $Mg^{2+}$  and  $Ca^{2+}$  in the well water has been carried out. Base solution used for clay activation was NaOH with variation of concentration at 0.5 M, 1 M, and 1.5 M. Particle size of clay also have been varied at 40 mesh, 60 mesh, and 80 mesh. The result of this research shown that the best cation exchanging for  $Mg^{2+}$  was found in clay with 60 mesh particle sizes and concentration of NaOH 0.5 M, whereas for  $Ca^{2+}$  was found in clay with 80 mesh particle sizes and concentration of NaOH was 1.5 M.

**Keywords:** *Base activation, Clay, Well water, NaOH, Cation Exchanger*

**PENDAHULUAN**

Di dalam industri kimia diperlukan bahan pembantu seperti katalis, adsorben, atau penukar ion. Salah satu bahan pembantu yang sering digunakan adalah tanah lempung (Manuaba,dkk, 2000). Mineral lempung yang terdapat di alam dapat berupa bahan batuan dan tidak mempunyai struktur bahan kimia tertentu. Secara umum mineral lempung merupakan kumpulan dari ikatan-ikatan alumina, silika, air, besi, logam-logam alkali dan alkali tanah, serta ada kemungkinan terdapatnya bahan organik dan garam-garam yang mudah larut dalam air (Gondok, 2000)

Mineral lempung merupakan suatu partikel dengan luas permukaan yang sangat besar, molekul-molekul pada permukaannya mempunyai muatan listrik di mana jumlah muatan negatif lebih banyak dari muatan positif menyebabkan tingginya reaktivitas internal dalam pertukaran ion (Manuaba, dkk, 2000). Selain itu lempung secara khusus penting dalam kimia tanah, karena mempunyai kimia permukaan yang berbeda dari butir mineral yang berukuran lebih besar ( Tan, 1998).

Sebaran lempung di daerah Maluku banyak terdapat di pulau Ambon, diantaranya di desa Latuhalat, Hatiwe Besar dan Tawiri. Lempung di daerah tersebut umumnya digunakan untuk pembuatan batu bata, Sementara itu lempung banyak terdapat juga di pulau Saparua yakni di desa Ouw dan umumnya digunakan untuk membuat keramik.

Mineral lempung dapat digunakan sebagai bahan pembantu katalis, adsorben dan sebagai resin untuk pertukaran ion, untuk keperluan sebagai penukar ion ini, lempung terlebih dahulu harus diaktivasi dengan tujuan untuk meningkatkan daya serap lempung (Manuaba, dkk, 2000). Aktivasi yang dilakukan di sini adalah secara kimia yaitu dengan menggunakan larutan basa (NaOH). Hal ini dimaksudkan untuk menyisipkan Na ke dalam struktur lempung membentuk struktur material lempung baru, yakni sodium alumina silikat (Muhdarina, 1999). Dengan struktur material lempung yang baru ini, diharapkan pada saat terjadinya pertukaran kation, ion Na akan menggantikan ion Mg dan ion Ca dalam air yang dikontakkan.

Kasmadi (1989), telah meneliti tentang aktivasi tanah lempung sebagai resin penukar ion, di mana kadar ion Ca, Mg, Na, K, sulfat,

nitrat, dan karbonat dalam air limbah setelah melewati lempung adalah lebih kecil daripada kadar ion standar air minum. Awalludin, dkk (1999) meneliti tentang modifikasi zeolit Bayah untuk meningkatkan kapasitas penukar kation, diperoleh hasil bahwa perlakuan dengan larutan berair NaOH ternyata menurunkan kapasitas pertukaran kationnya.

Manuaba, dkk (2000) melakukan penelitian tentang identifikasi mineral dan aktivasi daya adsorpsi tanah lempung. Identifikasi dilakukan dengan difraksi sinar-x, sedangkan peningkatan daya adsorpsinya dilakukan dengan perendaman dalam larutan  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  pada konsentrasi 100-1000 ppm selama 5 jam dan adsorpsinya dilakukan melalui penyerapan larutan krom. Hasil penelitian menemukan bahwa adsorpsi maksimum diperoleh pada lempung yang diaktivasi dengan  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  pada konsentrasi 700 ppm.

Air memiliki peranan penting dalam kehidupan makhluk hidup. Manusia merupakan salah satu makhluk hidup yang sangat memerlukan keberadaan air bersih. Kondisi air bersih ini, tentu harus memenuhi syarat baik dari segi kualitas, kuantitas, dan kontinuitasnya. Kondisi air itu, pada dasarnya sangat tergantung pada kondisi lapisan tanahnya. Dalam beberapa kasus, ada daerah yang mempunyai lapisan batu gamping, dan umumnya kualitas air tanahnya cukup baik. Tetapi, kandungan unsur mineralnya dan senyawa tertentu seperti kalsium dan magnesium cukup tinggi. Kandungan seperti itulah yang menyebabkan air tersebut menjadi sadah.

Kesadahan air yang tinggi biasanya terdapat pada air tanah di daerah yang bersifat kapur (Alaerts dan Santika, 1984). Kesadahan air yang tinggi dapat merugikan karena dapat menyebabkan korosi pada peralatan yang terbuat dari besi. Air sadah juga mudah menimbulkan endapan atau kerak pada peralatan-peralatan seperti tangki atau bejana air, ketel uap, pipa penyaluran, dan lain sebagainya (Suratmo, 1993)

Pemurnian air dapat dilakukan melalui destilasi, sedimentasi, filtrasi, adsorpsi maupun aerasi. Adsorpsi adalah peristiwa pengambilan sejenis uap, gas atau cairan oleh permukaan atau antar muka tanpa penetrasi, atau dapat diartikan sebagai proses penyerapan suatu zat oleh zat lain yang hanya terjadi pada permukaan zat penyerap (Hastutiningrum, dkk, 2001).

Dengan memanfaatkan lempung sebagai penukar kation dalam proses mengurangi kesadahan air, dengan biaya yang dapat dijangkau, diharapkan dapat memenuhi kebutuhan akan air yang bersih, sehat dan aman. Berdasarkan latar belakang di atas maka telah dilakukan aktivasi lempung dengan basa dan aplikasinya sebagai penukar kation untuk mengurangi konsentrasi Ion  $\text{Mg}^{2+}$  dan  $\text{Ca}^{2+}$  dalam air Sumur.

## METODOLOGI

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: ayakan, pompa vakum, oven, mortar, Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) Shimadzu AA-6300, difraktometer Sinar-X, shaker 3005 GFL, Timbangan analitik Ohaus, Seperangkat alat gelas. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: lempung, akuades, akuabides, NaOH p.a (E.merck), metanol p .a (E.merck), sampel air, kertas saring.

### Prosedur Kerja

#### a. Penyiapan sampel lempung

Sampel lempung dicuci dengan akuades beberapa kali dan disaring sampai didapat lempung yang benar-benar bersih dari pengotor, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu  $120^\circ\text{C}$  selama 2 jam, setelah itu digerus dan diayak dengan ukuran 40 mesh, 60 mesh, dan 80 mesh.

#### b. Aktivasi dengan basa

Sampel lempung yang telah dipersiapkan kemudian diambil  $\pm 100$  gram dan direndam di dalam erlemeyer yang berisi larutan NaOH dengan variasi konsentrasi 0,5 M, 1 M dan 1,5 M, kemudian dipanaskan selama 8 jam. Setelah itu dicuci 2 kali dengan akuades , 1 kali dengan campuran metanol dan akuades (1:1) dan 2 kali dengan metanol, kemudian dikeringkan pada suhu kamar yang selanjutnya dikarakterisasi dengan difraktometer sinar-x.

#### c. Proses pertukaran kation.

Lempung yang telah diaktivasi, ditimbang masing-masing sebanyak 1,5 gram, dimasukkan dalam erlemeyer, kemudian dimasukkan sampel air sebanyak 50 mL dan dikocok selama 30 menit, setelah itu disaring lalu hasilnya dianalisis kandungan Mg dan Ca-nya dengan metode SSA.

**d. Penentuan konsentrasi logam Mg dan Ca dengan SSA**

**1. Penyiapan larutan standar Mg dan Ca**

Larutan standar 100 ppm  $Mg^{2+}$  dan  $Ca^{2+}$  dibuat dengan mengambil masing-masing 10 mL larutan induk 1000 ppm dan dimasukkan dalam labu takar 100 mL, kemudian ditambahkan akuabides hingga tanda tera. Dari larutan standar 100 ppm ini selanjutnya dibuat sederet larutan standar untuk masing-masing :

$Mg^{2+}$  : 0,2 ppm; 0,4 ppm; 0,6 ppm; 0,8 ppm; 1 ppm  
 $Ca^{2+}$  : 0,2 ppm; 0,4 ppm; 0,6 ppm; 0,8 ppm; 1 ppm

**2. Penentuan kadar Mg dan Ca dalam sampel air**

Ke dalam nyala udara-asitelan, diaspirasikan air dan alat pengukuran dijadikan nol. Larutan standar secara berturut-turut diaspirasikan ke dalam autosampler menurut pertambahan konsentrasi dan catat nilai serapannya, setelah itu larutan sampel sebelum dikontakkan dengan lempung diaspirasikan ke dalam autosampler dan dicatat nilai serapannya. Prosedur yang sama dikerjakan untuk sampel air setelah dikontakkan dengan lempung yang teraktivasi basa.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Pengaruh Aktivasi Basa**

Penelitian ini menggunakan lempung yang telah diaktivasi dengan basa, hasil dari penelitian ini setelah dianalisa dengan SSA diperoleh data seperti yang diperlihatkan pada tabel 1.

Berdasarkan tabel 1, terlihat bahwa untuk kation  $Mg^{2+}$  dengan semakin tingginya konsentrasi basa, maka semakin kecil efektivitas konsentrasi kation yang tertukarkan oleh lempung. Hal ini dijumpai pada berbagai ukuran lempung yang diteliti. Fakta ini menunjukkan bahwa pertukaran kation antara kation  $Mg^{2+}$  dalam air dengan  $Na^+$  pada lempung yang baik terjadi pada konsentrasi basa yang lebih rendah. Dengan kata lain bahwa luas permukaan kontak lempung menjadi lebih kecil jika diaktivasi dengan konsentrasi basa yang lebih besar, seperti yang dikemukakan oleh Muhdarima (1999), bahwa aktivasi dengan NaOH dapat menurunkan luas permukaan kontak lempung.

Untuk kation  $Ca^{2+}$ , efektivitas pertukaran kation yang terjadi tidak teratur pada berbagai ukuran lempung. Efektivitas pertukaran kation yang paling baik pada ketiga ukuran lempung terjadi pada konsentrasi basa yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa, konsentrasi yang cukup ideal untuk terjadinya pertukaran kation antara kation  $Ca^{2+}$  dalam air dengan  $Na^+$  pada lempung adalah pada konsentrasi basa yang lebih tinggi.

Data pada tabel 1 juga memperlihatkan bahwa efektivitas pertukaran kation  $Ca^{2+}$  lebih besar dari kation  $Mg^{2+}$  (Lampiran 5). Hal ini sejalan dengan teori yang dikemukakan oleh Tan (1998) bahwa kemampuan ion  $Ca^{2+}$  untuk tertukar lebih besar dibandingkan dengan ion  $Mg^{2+}$  karena ukuran terhidrasi  $Ca^{2+}$  lebih kecil. Hasil yang diperoleh Sumijanto (dalam Bijang, 2009) juga menemukan bahwa daya tukar kation  $Ca^{2+}$  lebih besar dibanding  $Mg^{2+}$ .

Tabel 1. Konsentrasi Mg dan Ca sebelum dan sesudah Dikontakkan dengan lempung teraktivasi

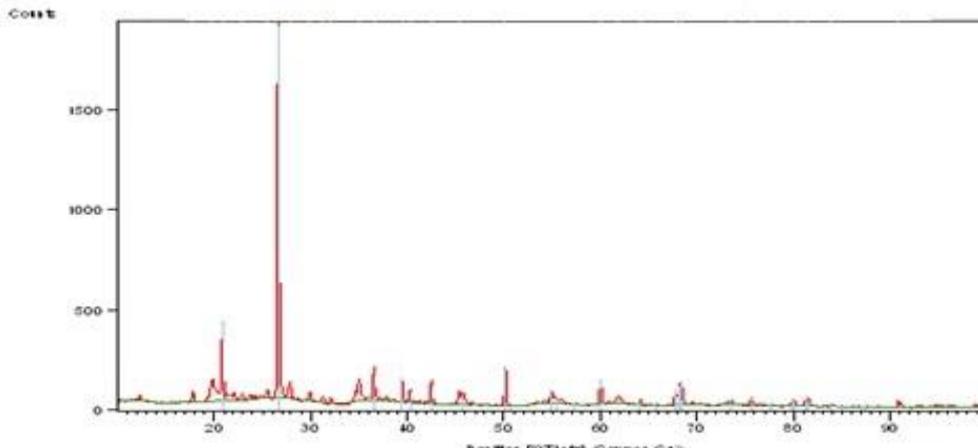
Ukuran (Mesh)	Konsentrasi Basa (M)	Konsentrasi Mg dan Ca dalam sampel air (ppm)				Efektivitas Pertukaran Kation (%)	
		Sebelum Kontak dengan Lempung		Sesudah Kontak Dengan lempung		Mg	Ca
		Mg	Ca	Mg	Ca		
40	0.5	2.24	23.35	0.37	0.46	83.03	98.03
40	1	2.24	23.35	0.71	1.23	68.30	94.73
40	1.5	2.24	23.35	0.99	0.31	55.80	98.67
60	0.5	2.24	23.35	0.29	0.31	87.05	98.67
60	1	2.24	23.35	0.76	0.92	66.07	96.06
60	1.5	2.24	23.35	0.86	0.22	61.61	99.10
80	0.5	2.24	23.35	0.46	0.25	79.46	98.93
80	1	2.24	23.35	0.60	0.37	73.21	98.42
80	1.5	2.24	23.35	0.86	0.16	61.61	99.31

Kemudahan terjadinya substitusi isomorfik tergantung pada ukuran dan valensi ion-ion yang terlibat. Proses ini hanya terjadi antara ion-ion berukuran sebanding. Perbedaan dalam dimensi ion-ion yang saling berganti dilaporkan tidak lebih dari 15 %, efektivitas pertukaran  $\text{Ca}^{2+}$  yang lebih tinggi dimungkinkan oleh ukuran jari-jari kedua ion yang hampir sama yakni 0,98 Å untuk ion  $\text{Na}^+$  dan 0,99 Å untuk ion  $\text{Ca}^{2+}$  (Bijang, 2009).

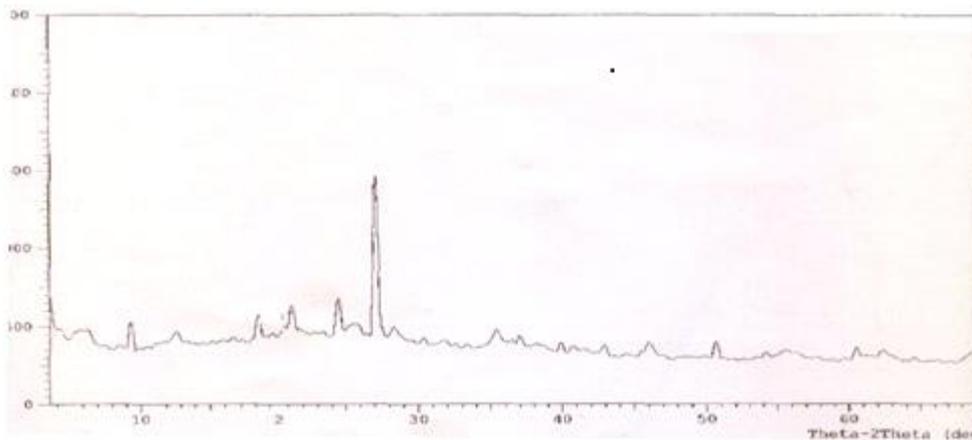
dengan ukuran terhidrasi lebih kecil dijerap secara *preferensial* (Tan, 1998).

### B. Karakteristik Lempung

Analisis dengan difraksi sinar-X paling banyak digunakan dalam identifikasi lempung. Analisis ini bersifat tidak merusak dan sampel dapat digunakan untuk analisis lainnya. Metode ini tidak diterapkan untuk bahan yang bersifat amorf atau nonkristalin (West, 1992 dalam



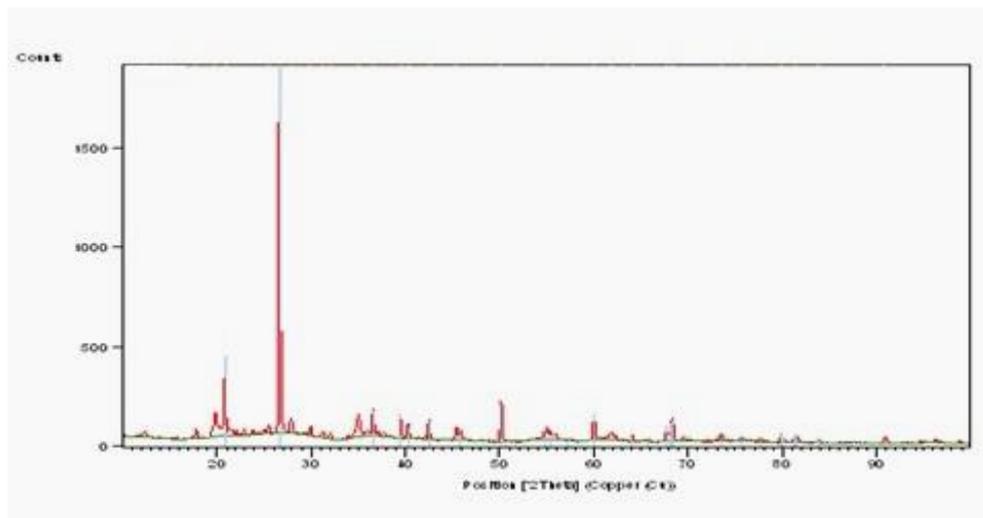
Gambar 4. Difraktogram lempung tanpa diaktivasi



Gambar 5. Difraktogram lempung teraktivasi basa untuk ukuran 60 mesh dengan konsentrasi 0,5 M

Berdasarkan ukuran kation antara  $\text{Mg}^{2+}$  (jari-jari ionnya 0,66 Å) dan  $\text{Ca}^{2+}$ , dapat diketahui bahwa ukuran kation  $\text{Mg}^{2+}$  lebih kecil dari pada  $\text{Ca}^{2+}$  karena memiliki jari-jari kation yang lebih kecil. Hal menyebabkan ukuran terhidrasi  $\text{Ca}^{2+}$  lebih kecil dari pada  $\text{Mg}^{2+}$ . Dengan demikian jumlah kation tertukarkan antara  $\text{Mg}^{2+}$ - $\text{Na}^+$  dan  $\text{Ca}^{2+}$ - $\text{Na}^+$  adalah lebih banyak pada  $\text{Ca}^{2+}$ - $\text{Na}^+$  karena umumnya ion

Sekewael, 2004). Lempung asal Desa Ouw digunakan dalam penelitian ini merupakan jenis mineral lempung montmorilonit (Bijang, 2009a). Hal ini terbukti dari difraktogram lempung tanpa diaktivasi seperti pada Gambar 4. Gambar tersebut memperlihatkan bahwa sampel mempunyai puncak  $2\theta = 19,92^\circ$  ( $d = 4,45 \text{ \AA}$ ), yang merupakan daerah karakteristik mineral montmorilonit.



Gambar 6. Difraktogram lempung teraktivasi basa untuk ukuran 80 mesh dengan konsentrasi 1,5 M

Berdasarkan difraktogram hasil difraksi sinar-X terhadap lempung yang diaktivasi dengan basa, diwakili oleh lempung dengan ukuran 60 mesh untuk konsentrasi 0,5 M dan lempung dengan ukuran 80 mesh untuk konsentrasi 1,5 M. Kedua sampel ini diambil untuk mewakili sampel lempung yang digunakan dalam penelitian ini adalah karena pada kedua sampel tersebut, terjadi pertukaran kation yang cukup baik, di mana pada ukuran 60 mesh dengan konsentrasi 0,5 M  $Mg^{2+}$  yang bertukarkan cukup banyak dengan efektifitas yang cukup besar, dibandingkan dengan ukuran lain dan konsentrasi lain untuk kation yang sama. Hal ini juga terjadi pada sampel dengan ukuran 80 mesh dan konsentrasi 1,5 M. Pada sampel tersebut, kation  $Ca^{2+}$  yang bertukarkan lebih banyak dibandingkan dengan yang terjadi pada sampel lain untuk kation yang sama.

Data dari hasil difraksi sinar-X yang diperoleh untuk lempung dengan ukuran 60 mesh dan konsentrasi 0,5 M untuk montmorilonit sendiri (gambar 5), telah mengalami sedikit pergeseran dari posisi awal sebelum diaktivasi menjadi  $2\theta = 19,77^{\circ}$  ( $d = 4,49 \text{ \AA}$ ), sedangkan untuk lempung teraktivasi basa dengan ukuran 80 mesh dan konsentrasi 1,5 M (gambar 6), untuk mineral montmorilonit, juga terjadi sedikit pergeseran pada posisi  $2\theta = 19,83$  dengan jarak  $d = 4,47 \text{ \AA}$ .

Untuk kation  $Ca^{2+}$ , pergeseran yang terjadi menyebabkan mobilitas  $Ca^{2+}$  lebih besar karena ukuran terhidrasinya yang lebih kecil, sehingga efektifitasnya lebih besar pada ukuran lempung 80 mesh, sedangkan untuk kation  $Mg^{2+}$ , aktivasi

dengan konsentrasi basa yang lebih besar pada lempung dengan permukaan yang lebih kecil (untuk lempung berukuran 60 mesh), menyebabkan terjadinya pergeseran sehingga pori yang dihasilkan tidak sesuai untuk ukuran kation  $Mg^{2+}$ , menyebabkan efektifitasnya lebih kecil.

Dari ketiga difraktogram pada gambar 4, gambar 5, dan gambar 6 terlihat bahwa refleksi dari lempung tanpa aktivasi sedikit melebar atau tidak ramping, seperti yang ditunjukkan oleh difraktogram lempung dengan aktivasi basa, hal ini menunjukkan bahwa kristalinitas lempung montmorilonit tanpa aktivasi kurang baik, ini dapat terjadi karena pengaruh heterogenitas dari kation-kation terhidrat yang terdapat pada antar lapis lempung montmorilonit, yakni  $Na^{+}$ ,  $Ca^{2+}$  dan  $K^{+}$ , selain itu, menurut West (1992) (dalam Sekewael, 2004) refleksi intensitas difraksi sinar-X mengindikasikan kesempurnaan kristal dan kerapatan susunan atom kristal. Semakin ramping refleksi intensitas suatu material, maka kekristalannya semakin baik dengan susunan atom semakin rapat.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian serta pembahasan dapat disimpulkan bahwa ;

1. Lempung yang memiliki kinerja terbaik dalam pertukaran kation  $Mg^{2+}$  di dalam air sumur adalah lempung berukuran 60 mesh dengan konsentrasi NaOH 0,5 M sebagai larutan pengaktif.

2. Lempung yang memiliki kinerja terbaik dalam pertukaran kation  $\text{Ca}^{2+}$  di dalam air sumur adalah lempung berukuran 80 mesh dengan konsentrasi NaOH 1,5 M sebagai larutan pengaktif.
3. Efektifitas pertukaran kation  $\text{Ca}^{2+}$  lebih besar dari pada  $\text{Mg}^{2+}$  karena ukuran terhidrasi  $\text{Ca}^{2+}$  lebih kecil dari  $\text{Mg}^{2+}$ .

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts dan Santika, 1984, *Metode Penelitian Air*. Penerbit Usaha Nasional, Surabaya-Indonesia.
- Awalluddin, A, Gazali Z, dan Nazar N. 1999. Modifikasi Zeolit Bayah untuk Meningkatkan Kapasitas Penukar Kation. *Laporan Penelitian*. Lembaga penelitian Universitas Riau, Pekanbaru.
- Bijang, C. 2009a. Karakterisasi Lempung Asal Desa Ouw-Saparua Maluku. Seminar Nasional FMIPA UNPATTI, Ambon.
- Bijang C. 2009b. Pemanfaatan Lempung Asal Maluku Sebagai Penukar Kation. Seminar Nasional Dies Natalis FMIPA UNHAS, Makasar.
- Day, R.A. dan Underwood, A. L, 1980, *Analisis Kimia Kuantitatif, edisi ke-4*, Penerbit: Erlangga, Surabaya.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Penerbit Kanisius yogyakarta.
- Gondok, Y. 2000, Penjerapan Logam Timbal, Nikel, dan Kobal dengan Menggunakan Mineral Clay Abu-abu dan Merah Kuning, *Sainstek.Vol III*.
- Hastutiningrum, S, Luwihana, S, dan Sutoro, A, 2001. Uji Kemampuan Bentonit Tanpa Diaktifkan untuk Mengurangi Kadar Garam Air Laut, *Jurnal Iptek Material*, Pusat Teknologi Terapan LAPAN Bogor : 15-27
- Kasmadi, 1989, Aktivasi Tanah Lempung Sebagai Resin Penukar Kation, *skripsi*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Khopkar S.M. 1990. *Konsep – konsep Dasar Kimia Analitik*. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Muhdarina, E, 1999, Identifikasi dan Modifikasi Beberapa Karakter Lempung Alam, *Laporan Penelitian*, FMIPA Universitas Riau Pekanbaru :1-15.
- Manuaba Putra. I.B , Suweda. Alit, A.A , Arka, I, W, L. Udhiana dan A.A.I, Widyawati, 2000, Identifikasi Mineral dan Aktivasi Daya Adsorpsi Tanah Lempung yang Diambil dari Daerah Kerobokan, Kuta, Denpasar, *Review Kimia, Vol 3, No 1*. Lab. Penelitian Kimia Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana Denpasar : 1-6.
- Okto89, 2008, *Kesadahan air*, [html://blogspot.com](http://blogspot.com), 21 November 2009.
- Sumijanto, 1998, Karakterisasi Zeolit Sebagai Penukar Kation Dalam Desalinasi Air laut, *Sigma Epsilon no 8*.
- Suratmo, F.G., 1993, *Analisis Mengenai Dampak Lingkungan*. Penerbit Gajah Mada University Press.
- Sutanto. R, 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah, Konsep dan Kenyataan*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Sekewael, S.J, 2004, Preparasi Komposit Besi Oksida-Montmorilonit dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Senyawa Benzena, *Tesis S2*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Soemarwoto, 1988, *Analisis mengenai Dampak Lingkungan*. Penerbit Gajah Mada university Press.
- SMKae, 2008, Metode Pengolahan Kesadahan-Hardness Air dengan Resin Penukar Ion, [http:// wordpress.com](http://wordpress.com), 21 November 2009.
- Tan, H.Kim. 1998. *Dasar-dasar Kimia Tanah*. Penerbit Gajah Mada University Press, Yogyakarta