

## **Pengaruh Aktivasi dalam Penurunan Kandungan (Pb) dalam Air Laut Menggunakan Tanah Lempung Sebagai Penukar Ion**

**Hafiz<sup>1)</sup>, Shinta Elystia<sup>2)</sup> Zultiniar<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> Mahasiswa Prodi Teknik Lingkungan, <sup>2)</sup> Dosen Teknik Lingkungan dan Teknik Kimia

Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Binawidya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5, Pekanbaru Kode Pos 28293

E-mail: Hafiz.tl10@gmail.com

### ***ABSTRACT***

Bengkalis has a characteristic red soil water that people use other alternatives such as the use of rain water as drinking water, seawater however Bengkalis potentially be processed into clean water. One alternative treatment of sea water into fresh water is to use ion exchange method. This study uses an ion exchange method which utilizes clay Kulim. As well as ion exchange column used 2 inch diameter and a height of 1.2 meters. The medium used is activated clay and sea water Bengkalis Island. Variation used is acid solution HCl, HNO<sub>3</sub>, and H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> with each solution concentration 2M and clay without activation as a control. Used detention time is 180 minutes, while the clay size -10+15 mesh. From the results, the highest efficiency in H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> activated clay with an efficiency of 95.2% Pb concentration of 1.201 mg/L to 0.058 mg/L. When in comparison with clean water quality standard Pb concentration in sea water not meet quality standards. Then calculated the value of the clay CEC and CEC highest value obtained is 124.16 meq/g on activated clay H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. These results indicate that the ion exchange method using activated clays are capable of removing Pb and Ca concentrations in seawater.

**Keywords:** Acid Solution, Ion Exchange, Kulim Activated Clay Soil, Sea Water of Bengkalis

## PENDAHULUAN

Kabupaten Bengkalis adalah salah satu Kabupaten di Provinsi Riau. Sebagai daerah Kepulauan, masyarakat Pulau Bengkalis mempunyai beberapa permasalahan. Diantaranya adalah masalah sanitasi dikarenakan pada beberapa daerah pulau Bengkalis karakteristik air tanahnya berwarna merah sehingga warga menggunakan alternatif lain seperti pemanfaatan air hujan sebagai air minum, sementara untuk keperluan sehari-hari seperti mencuci dan mandi menggunakan air kolam (BAPPEDA Bengkalis, 2010).

Sebagaimana diketahui bahwa pulau Bengkalis memiliki ketersediaan air laut yang sangat melimpah, akan tetapi air laut tersebut belum bisa dimanfaatkan sebagai sumber air baku, hal ini disebabkan karna kandungan ion pada air laut yang masih tinggi, sehingga diperlukan pengolahan terlebih dahulu.

Oleh karena itu pada penelitian kali ini, dilakukan pengolahan air laut menjadi air bersih dengan metode penukar ion. Kelebihan dari metode ini adalah kemampuannya dalam menangkap logam berat dengan efisiensi yang tinggi. Media penukar ion yang digunakan pada metode pertukaran ion ini adalah tanah lempung. Kemampuan lempung sebagai penukar ion karena di dalam mineral lempung mengandung senyawa aluminium silikat (Sunardi, 2011).

Lempung adalah hidrat alumino-silikat yang mengikat berbagai kation atau anion penukar

seperti  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  atau  $\text{NO}_3^-$  dipermukaannya. Ion-ion ini dengan mudah dapat bertukar dengan ion lain dari luar tanpa mempengaruhi struktur alumino-silikat dari lempung tersebut. Sifat lain yang menarik dari lempung diantaranya memiliki luas permukaan spesifik yang besar, struktur berlapis-lapis, bersifat sebagai asam Bronsted dan Lewis, mempunyai kestabilan mekanik dan kimia yang tinggi (Bhattacharyya & Gupta 2008).

Media penukar ion menggunakan lempung sangat efisien dalam menurunkan kadar logam berat dalam air laut. Oleh karena itu dalam percobaan ini digunakan tanah lempung dari kulim, Pekanbaru. Kelebihan dari tanah lempung ini juga sangat murah dan mudah ditemui di alam. Lempung diduga juga mengandung monmorilonit cukup besar, sehingga diperkirakan dapat digunakan sebagai media penukar ion yang efisien, terlebih setelah dilakukan pengaktifan fisika maupun pengaktifan kimia (Sunardi, 2011).

Pada penelitian terdahulu (Kurniati, 2014) telah melakukan penurunan (Ca) dan Timbal (Pb) menggunakan tanah lempung yang telah diaktivasi menggunakan HCl, dengan Kalsium variasi ukuran tanah lempung adalah -3+5, -5+10, dan -10+15 *mesh*, serta variasi waktu detensi 60 menit, 120 menit, dan 180 menit, sedangkan variabel tetap pada penelitian tersebut adalah aktivasi tanah lempung menggunakan larutan HCl, tinggi tanah lempung 100 cm

dan jarak pengambilan sampel yaitu 50 m. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa persentase penurunan Kalsium (Ca) dan Timbal (Pb) terbesar terjadi pada waktu detensi 180 menit pada ukuran tanah lempung -10+15 *mesh* dengan penurunan sebesar 93,125% pada Kalsium (Ca) dan 93,52% pada Timbal (Pb) (Kurniati, 2014)

Seperti penelitian yang pernah dilakukan oleh Fatimah (2000) dengan judul penggunaan Na-Zeolit alam teraktivasi sebagai penukar ion  $\text{Cr}^{3+}$  dalam larutan. Zeolit alam yang digunakan diaktivasi menggunakan 3 variasi larutan. Aktivasi zeolit dengan cara merefluks zeolit alam dalam HCl dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , serta mengaduk zeolit alam dalam NaOH 2M. Kemudian hasil yang didapat menunjukkan kapasitas tukar kation terbesar dicapai oleh Na-Zeolit alam teraktivasi secara refluks menggunakan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  diikuti HCl dan Na-Zeolit alam teraktivasi NaOH. Sementara kapasitas tukar kation terkecil didapat pada Na-Zeolit alam tanpa aktivasi (kontrol).

Dari hasil penelititan sebelumnya maka dilakukan pengolahan air laut dengan menggunakan metoda penukar ion. Media yang digunakan adalah tanah lempung dari Kulim. Proses aktivasi tanah lempung dilakukan secara refluks dengan variasi larutan asam HCl,  $\text{HNO}_3$  dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dengan konsentrasi masing-masing larutan 2M serta tanah lempung tanpa aktivasi sebagai kontrol. Ukuran tanah lempung yang akan digunakan adalah -10+15 *mesh* dengan tinggi

unggun 100 cm dan waktu detensi 180 menit. Jarak pengambilan sampel yang digunakan adalah 50 m sesuai dengan jarak yang digunakan dalam dalam penelitian Kurniati (2014).

Tujuan dari penelitian ini adalah: melakukan penyisihan parameter ion Timbal (Pb) pada air laut dengan metode kolom penukar ion. Mempelajari pengaruh variasi larutan asam yang digunakan dalam proses aktivasi dan tanah lempung tanpa aktivasi terhadap penyisihan parameter Timbal (Pb). Lalu Membandingkan hasil air laut yang telah diolah dengan baku mutu air bersih berdasarkan PERMENKES 416/MENKES/PER/ IX/1990. Serta Mengetahui Kapasitas Tukar Kation (KTK) dari tanah lempung.

## METODA PENELITIAN

Berikut merupakan proses aktivasi tanah lempung :

1. Tanah Lempung di *refluks* menggunakan larutan HCl,  $\text{HNO}_3$  dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dengan konsentrasi masing-masing larutan 2 M selama 4 jam.
2. Pencucian Tanah Lempung Dengan Aquadest hingga pH netral.
3. Pemanasan di dalam oven pada  $T = 105^\circ\text{C}$  :  $t = 2$  jam
4. Pengayakan dengan Saringan Ukuran -10+15 *Mesh*
5. Tanah lempung siap digunakan

Analisa yang dilakukan terdiri dari:

1. Pengujian terhadap sampel sebelum dan sesudah dilewatkan kolom penukar ion guna mengetahui pengaruh variasi

larutan asam yang digunakan dalam proses aktivasi, serta tanah lempung tanpa aktivasi (Kontrol).

2. Uji parameter penelitian meliputi kandungan ion Timbal (Pb) dalam air laut.

3. Menghitung efisiensi penurunan dengan rumus :

$$\eta = \frac{C_{in} - C_{ef}}{C_{in}} \times 100\%$$

Dimana :

$\eta$  : Efisiensi penurunan (%)

$C_{in}$  : Konsentrasi awal (mg/L)

$C_{ef}$  : Konsentrasi akhir (mg/L)

4. Menghitung nilai Kapasitas Tukar Kation (KTK) dengan rumus :

$$KTK = \frac{100}{D} \times C \times NMB \text{ (dalam meq/gr)}$$

Keterangan :

D = Berat Sampel Kering

C = Volume MB yang dibutuhkan

dalam titrasi

N = Normalitas *Metilene Blue*

5. Hasil pengujian kemudian dibandingkan dengan Permenkes No.416/MENKES/PER/IX/1990 tentang Baku Mutu Air Bersih.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Air laut yang digunakan dalam penelitian ini berlokasi di Desa Selat Baru Kecamatan Bantan Kabupaten Bengkalis. Uji karakteristik pada air laut meliputi kandungan Pb dengan menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometri*).

Sampling air laut dilakukan di 50 m dari utara pantai Selat Baru Kabupaten Bengkalis.

Metode pengambilan sampel dilakukan secara sistematis. Dimana sampel yang akan di uji diambil dari satu titik yaitu 50 m dari bibir pantai. Teknik pengambilan sampel berdasarkan SNI 6989.57:2008.

Adapun hasil pengujian parameter air laut yaitu :

Tabel.1 Analisa Parameter Air Laut Pulau Bengkalis

No	Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Batas Baku Mutu	Keterangan
1	pH		8,2	6,5 - 9	Tidak Melewati
2	Tembaga	mg/L	0,0034	0,05	Tidak melewati
3	Mangan	mg/L	0,0038	0,04	Tidak melewati
4	Timbal	mg/L	1,201	0,05	Melewati

Sumber: Unit Pengujian Teknis Pekanbaru, 2014

Berdasarkan data dari Tabel 1 menunjukkan bahwa air laut tidak memenuhi standar yang ditetapkan pemerintah melalui Permenkes No. 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang

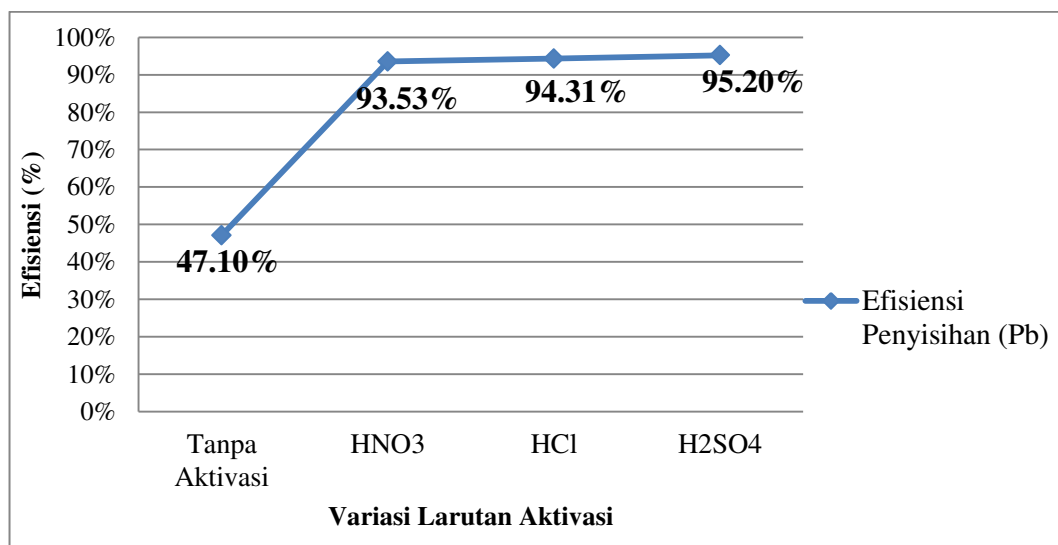
Baku Mutu Air Bersih. Berdasarkan standar tersebut, kadar maksimum yang diperbolehkan untuk Timbal adalah 0,05 mg/L. Untuk itu perlu dilakukan pengolahan lebih lanjut

agar air laut tersebut layak digunakan sebagai air bersih dan memenuhi standar yang ditetapkan pemerintah melalui Permenkes No. 416/MENKES/PER /IX/1990 tentang Baku Mutu Air Bersih.

Pertukaran ion adalah proses dimana ion-ion dari suatu larutan elektrolit diikat pada permukaan bahan padat. Sebagai pengganti ion-ion dari bahan padat diberikan ke dalam larutan. Kecepatan alir larutan yang maksimal untuk menembus lapisan pertukaran (atau waktu tinggal larutan yang diperlukan dalam lapisan pertukaran) ditentukan oleh waktu untuk proses pertukaran pada setiap partikel penukar. Apabila kecepatan itu terlalu tinggi (atau

waktu tinggal terlalu singkat), maka pertukaran ionnya kurang efektif (Bernasconi,1995).

Oleh karena itu pada penelitian kali ini digunakan variasi larutan aktivasi HCl, HNO<sub>3</sub> dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan konsentrasi masing-masing larutan 2M guna mengetahui kemampuan tanah lempung teraktivasi dan tanpa aktivasi dalam menyisihkan parameter logam Timbal dalam air laut. Sementara waktu kontak yang digunakan adalah 180 menit. Berikut adalah hasil efisiensi penyisihan logam Pb dalam air laut setelah dilewatkan kolom penukar ion :



Gambar 1 Pengaruh Variasi Larutan Aktivasi Terhadap Efisiensi Penyisihan Pb

Dari hasil penelitian didapatkan efisiensi penyisihan Pb tertinggi terjadi pada variasi tanah lempung teraktivasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yaitu sebesar 95,20 % diikuti HCl 94,31 % dan HNO<sub>3</sub> 93,53 % Sedangkan

efisiensi penyisihan logam Pb terendah terjadi pada tanah lempung tanpa aktivasi dengan efisiensi sebesar 47,10 %.

Hal ini dikarenakan pada tanah lempung teraktivasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

memiliki kandungan  $H^+$  yang lebih banyak dibandingkan tanah lempung teraktivasi larutan  $HCl$ ,  $HNO_3$  dan tanah lempung tanpa aktivasi. Sebagaimana diketahui semakin besar konsentrasi ion  $H^+$  maka semakin banyak ion yang dapat dipertukarkan.

Menurut Nasution (2013) Berdasarkan jumlah ion  $H^+$  yang dapat dilepaskan, senyawa asam  $H_2SO_4$  tergolong kepada asam diprotik yaitu senyawa asam yang melepaskan dua ion  $H^+$ . sedangkan  $HCl$  dan  $HNO_3$  tergolong dalam asam monoprotik yaitu senyawa asam yang melepaskan satu ion  $H^+$ .

Bila dipandang dari kebolehjadian jumlah  $H^+$  yang dapat diikat oleh permukaan, maka asam sulfat mempunyai  $H^+$  yang lebih banyak. Akibatnya proses penyerapan dan pertukaran ion menjadi lebih banyak karna mempunyai situs permukaan aktif yang lebih besar (Laksono 2006). Adapun reaksi pertukaran ion tersebut dapat kita lihat sebagai berikut:

Tanah Lempung- $H^+$  + Pb-Air Laut  $\rightarrow$   
Pb-Tanah Lempung +  $H^+$ -Air Laut

Jika air laut yang mengandung Pb dilewatkan kolom penukar ion dengan tanah lempung  $H^+$ , maka Pb di dalam air laut akan akan mengalami pertukaran dengan ion  $H^+$  dari tanah lempung.

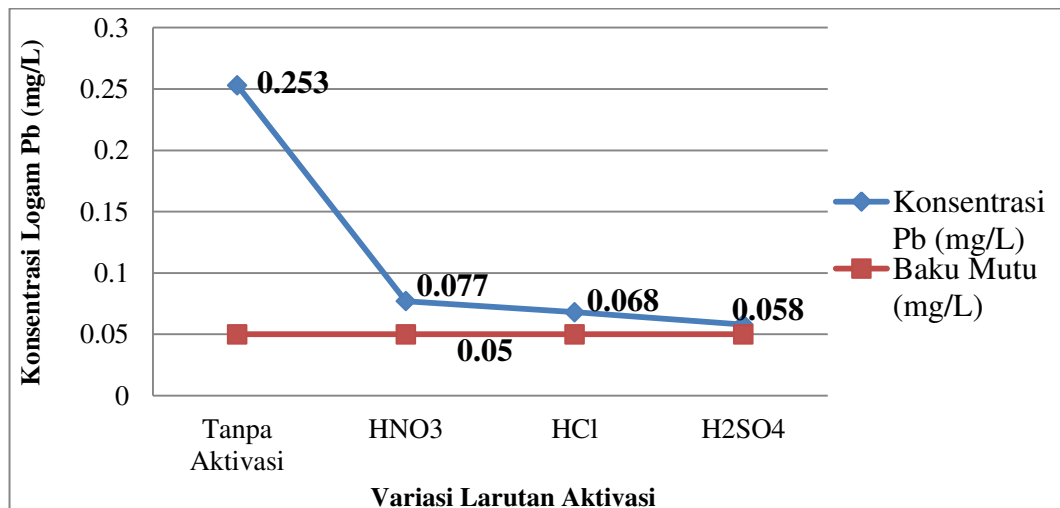
Menurut Wahono (2007) Jika resin disebut suatu resin penukar kation maka kation yang terikat pada

resin akan digantikan oleh kation pada larutan yang dilewatkan. Ketika suatu cairan yang mengandung logam dilewatkan melalui kolom, maka ion logam dari cairan tersebut akan bertukar dengan  $H^+$  yang telah diikat oleh resin. Sehingga Kosentrasi ion logam dalam cairan sebanding dengan kosentrasi ion  $H^+$  yang keluar dari kolom.

Pada Gambar 1 terlihat tanah lempung tanpa aktivasi juga mampu menyisihkan logam Pb dalam air laut, hal ini disebabkan tanah lempung Kulim didominasi jenis montmorillonit. Menurut (Arifin, 2009) montmorilonit merupakan jenis lempung yang paling halus sehingga mempunyai luas permukaan paling besar dan kapasitas penukar ion yang baik. Dengan jumlah kandungan mineral Montmorilonit tersebut maka tanah lempung juga berpotensi untuk dijadikan sebagai adsorben. Sifat tanah lempung sebagai absorben, dimungkinkan karena struktur tanah lempung yang berongga, sehingga mampu menyerap sejumlah besar molekul yang berukuran lebih kecil atau sesuai dengan ukuran rongganya. Akan tetapi efluen tanah lempung tanpa aktivasi masih belum memenuhi baku mutu karena luas permukaan tanah lempung Kulim yang masih ditutupi oleh pengotor, menurut nufida (2014) aktivasi menggunakan larutan asam dapat melarutkan pengotor-pengotor yang terdapat pada permukaan tanah lempung sehingga situs aktif yang semula tertutup menjadi terbuka.

Dari hasil efisiensi penurunan Pb dalam pengolahan air laut menjadi air bersih menggunakan metoda penukar ion yang memanfaatkan tanah lempung jika dibandingkan dengan PERMENKES416/MENKES/PER/IX/1990 air laut bengkalis

masih melewati baku mutu. Akan tetapi terjadi penurunan yang signifikan pada parameter air laut yang diolah. Berikut adalah karakteristik air laut setelah dilewatkan kolom penukar ion:



Gambar 2 Perbandingan Efluen Terhadap Baku Mutu (Pb)

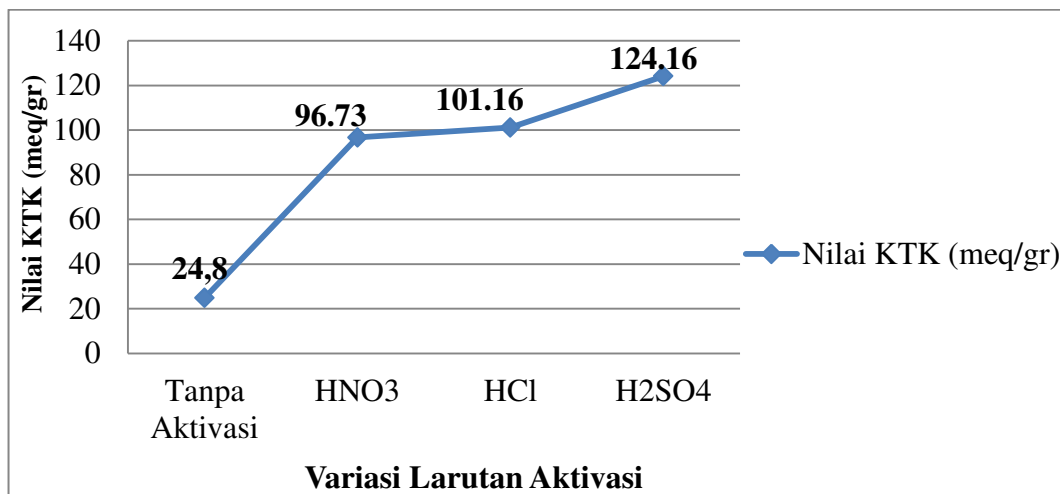
Berdasarkan Gambar 2 mengenai perbandingan efluen terhadap baku mutu didapat konsentrasi Pb dalam air laut pada tanah lempung teraktivasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> memiliki konsentrasi lebih rendah dibanding konsentrasi Pb pada tanah lempung teraktivasi HCl, HNO<sub>3</sub>, dan tanah lempung tanpa aktivasi. Meskipun terjadi penurunan pada semua variasi. Konsentrasi Pb dalam air laut secara keseluruhan masih melewati baku mutu.

### Kapasitas Tukar Kation

Kapasitas tukar kation adalah banyaknya kation yang dapat

ditukarkan dalam satuan berat ekuivalen tiap satuan berat mineral dari bahan galian alam. Pada penelitian ini jenis mineral yang terdapat pada tanah lempung kulim terdiri dari 3 jenis yaitu, monmorilonit, kaolinit dan silikat. Pengujian KTK dilakukan agar mengetahui kemampuan tanah lempung dalam menukar kation logam yang terkandung di dalam air laut. Pada penelitian ini dihitung nilai KTK dengan variasi larutan aktivasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl, HNO<sub>3</sub> dan tanah lempung tanpa aktivasi sebagai berikut:





Gambar 3 Kapasitas Tukar Kation

Berdasarkan gambar 3 terlihat kapasitas tukar kation tertinggi didapat pada tanah lempung teraktivasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sebesar 124.16 meq/gr. Disusul HCl sebesar 101.16 meq/gr dan HNO<sub>3</sub> sebesar 96.73 meq/gr. Sementara Kapasitas tukar kation terkecil didapat pada tanah lempung tanpa aktivasi sebesar 24.8 meq/gr. Hasil ini sesuai dengan nilai KTK pada jenis liat montmorillonit yang memiliki nilai KTK sebanyak 80 s/d 150 meq/gr.

Besarnya KTK tanah tergantung pada tekstur tanah, tipe mineral liat tanah, dan jumlah pori pada permukaan tanah. Semakin tinggi kadar liat atau tekstur semakin halus maka KTK tanah akan semakin besar. Demikian pula pada luas permukaan tanah, semakin besar luas permukaan tanah maka KTK tanah akan semakin tinggi (Mukhlis, 2007).

## KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Efisiensi penyisihan logam Pb tertinggi terdapat pada variasi tanah lempung teraktivasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yaitu sebesar 95,20 % diikuti HCl 94,31 % dan HNO<sub>3</sub> 93,53 %. Sedangkan efisiensi penyisihan logam Pb terendah terjadi pada tanah lempung tanpa aktivasi dengan efisiensi sebesar 47,10 %.
2. Variasi larutan asam memberikan pengaruh dalam penurunan logam Pb pada air laut. Larutan aktivasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> merupakan larutan aktivasi terbaik dalam penyisihan logam Pb karena memiliki ion H<sup>+</sup> yang lebih banyak dibandingkan larutan HCl dan HNO<sub>3</sub>.
3. Hasil pengolahan air laut dengan metode pertukaran ion menggunakan tanah lempung teraktivasi belum memenuhi baku mutu air bersih pada logam Pb



berdasarkan PERMENKES 416/MENKES/PER/IX/1990.

4. Kapasitas tukar kation tertinggi didapat pada tanah lempung teraktivasi  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sebesar 124.16 meq/gr. Disusul HCl sebesar 101.16 meq/gr dan  $\text{HNO}_3$  sebesar 96.73 meq/gr. Sementara Kapasitas tukar kation terkecil didapat pada tanah lempung tanpa aktivasi sebesar 24.8 meq/gr. Hasil ini sesuai dengan nilai KTK pada jenis liat montmorillonit yang memiliki nilai KTK sebanyak 80 s/d 150 meq/gr.

#### SARAN

Adapun saran dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengingat banyaknya faktor yang mempengaruhi proses pertukaran ion, maka perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan berbagai variasi konsentrasi larutan aktivasi sehingga diperoleh gambaran yang lengkap untuk merumuskan suatu model pengolahan air laut menjadi air bersih.
2. Perlu digunakan rentang uji yang cukup besar pada setiap variabel yang digunakan pada penelitian selanjutnya, sehingga perbedaan hasil setiap variabel dapat terlihat lebih jelas.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT, Keluarga,

Ibu Shinta Elystia, S.T. M.si, Ibu Dra. Zultiniar. M.Si, teman sepenelitian Nisa, Serta keluarga besar jurusan teknik kimia dan prodi teknik lingkungan yang telah memberikan bantuan tenaga, semangat maupun pengetahuan dalam penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bernasconi, G. H. Gerster, H. Hauser, H. Stauble, E. Scheiter, 1995. "*Teknologi Kimia 2*". Pt. Pradnya Paramita : Jakarta.
- Fatimah, Is. 2014. "*Adsorpsi dan Katalis Menggunakan Material Berbasis Clay*" Graha Ilmu:Yogyakarta.
- Kurnianti, I. 2014. Efisiensi Penurunan Kadar Timbal Dan Kalsium Pada Air Laut Dengan Metoda Penukar Ion Yang Memanfaatkan Tanah Lempung. Universitas Riau.
- Laksono, E. 2006. Kajian Penggunaan Adsorben Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Zat Pewarna Tekstil. Universitas Negri Yogyakarta.
- Masduqi, Ali. 2004. Penurunan Senyawa Fosfat Dalam Air Limbah Buatan Dengan Proses Adsorpsi Menggunakan Tanah Haloisit
- Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/Menkes/Per/Ix/1999 Tahun 1999 Tentang Daftar Persyaratan Kualitas Air Bersih.