

# Penurunan Timbal (Pb) Air Laut Pulau Bengkalis Menggunakan Tanah Lempung dengan Metode Penukar Ion Pada Variasi Tinggi Unggun dan Debit Aliran

Syahri Romadona<sup>1)</sup>, Shinta Elystia<sup>2)</sup>, Yelmida<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Prodi Teknik Lingkungan, <sup>2)</sup> Dosen Teknik Lingkungan, <sup>3)</sup> Dosen Teknik Kimia

Fakultas Teknik Universitas Riau

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

E-mail: Syahri.romadona@yahoo.com

## ABSTRACT

*The lack of clean water Sources in the regency of Bengkalis create communities that are the island's shortage of clean water. Moreover, during the dry season, services of PDAM Bengkalis was only able to supply about 10% of the number of existing communities. While Bengkalis island has abundant sea water availability. The purpose of research is to reduce the concentrations of Pb and pH as on the parameter using the method of ion exchange support using column height 1.2 m in diameter 2 inches of clays as well as Kulim size -10+15 mesh that has been on activation by using the HCl. A variation was used in this study is bed height of 40 cm, 80 cm and 120 cm with discharge flow 80 ml/min, 100 ml/min, and 120 ml/min. Results of the analysis of effluents obtained efficiency for metal Pb is in the range of 41,44% - 89,35%. Metal concentrations of pb with the best reduction of 0,024 mg/L at bed height variation 80 cm with discharge flow 80 ml/min and the pH from 8,5 to be 7,3. These concentrations already meets the quality of the raw water supply based on PERMENKES416/MENKES/PER/IX/1990. Cation Exchange Capacity (CEC) values obtained at the best efficiency of 78.6 Meq/100 gr with most types of minerals contained in the clay Kulim is a montmorilonit.*

**Keywords:** Bed Hight, Clay, Discharge Flow , Ion Exchange, Sea Water Bengkalis

## PENDAHULUAN

Salah satu kabupaten di provinsi Riau adalah kabupaten Bengkalis dengan ibu kota kecamatan Bengkalis yang berada di pulau Bengkalis, terpisah dari pulau Sumatera, luas wilayah kabupaten Bengkalis 11,481,77 Km<sup>2</sup>. (Kabupaten Bengkalis dalam Angka,2011).Sebagai daerah kepulauan, masyarakat pulau Bengkalis mempunyai beberapa

permasalahan.Salah satunya adalah masalah sanitasi dikarenakan dibeberapa bagian pulau Bengkalis air tanahnya berwarna merah sehingga warga menggunakan air hujan sebagai air minum, sementara untuk keperluan sehari-hari seperti mencuci dan mandi menggunakan air kolam (Bappeda Bengkalis,2010).

Salah satu sumber air alam yang melimpah di pulau Bengkalis

adalah air laut, namun tidak dapat langsung dikonsumsi oleh masyarakat dan industri karena kadar garam, ion Kalsium (Ca) dan logam Timbal (Pb) yang tinggi. Penelitian sebelumnya Said (2003) menyebutkan bahwa pengolahan air laut menjadi air bersih dengan menggunakan sistem membran *Reverse Osmosis* (RO) mampu menurunkan kadar garam hingga 95-98%. Akan tetapi teknologi membran *Reverse Osmosis* ini mempunyai kelemahan diantaranya penyumbatan pada selaput membran oleh bakteri dan kerak kapur atau fosfat yang umum terdapat dalam air asin atau laut. Selain itu biaya perawatannya sulit dan sangat mahal.

Pujiastuti C (2008) telah melakukan penurunan  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  pada air laut menggunakan metode penukar ion dengan resin *Dowex*. Adapun variabel yang digunakan adalah waktu pengaliran air laut dan kecepatan aliran. Penurunan kadar  $\text{Ca}^{2+}$  yang relatif baik terjadi pada kecepatan aliran 5 lt/jam, jam ke-5 dengan persen penurunan sebesar 53,11%. Sedangkan penurunan kadar  $\text{Mg}^{2+}$  terjadi pada kecepatan aliran 10 lt/jam, jam ke-5 diperoleh 43,69%. Metode penukar ion ini mempunyai beberapa kelebihan diantaranya perawatan dan pengoperasiannya yang mudah akan tetapi juga mempunyai kekurangan yaitu sulitnya mendapatkan resin sintetik dan harga dipasaran juga sangat mahal.

Untuk itu dicarilah alternatif penggunaan resin sintetik dengan penggunaan resin alami salah satunya dengan tanah lempung. Pada saat ini

telah dikembangkan penggunaan tanah lempung sebagai resin alami, sebelumnya tanah lempung ini digunakan dalam berbagai industri seperti keramik, pengeboran minyak, industri logam dan kertas. Dalam aplikasinya yang lebih fungsional, tanah lempung bisa digunakan sebagai adsorben, penukar ion, agen deklorinasi dan agen pemucat yang relatif lebih murah dibandingkan material sintetik resin lainnya, selain itu ketersediannya di alam juga sangat melimpah (Fatimah I, 2014).

Kemampuan lempung dalam menukarkan ion dikarenakan lempung mengandung 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).

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa kandungan logam Pb air laut pulau Bengkalis, mempelajari pengaruh factor variasi tinggi unggun tanah lempung dan debit alir terhadap efisiensi penurunan logam Pb, menentukan efisiensi penyisihan parameter pencemar, membandingkan hasil penelitian dengan baku mutu PERMENKES/416/MENKES/PER/IX/1990. Pemanfaatan tanah lempung

sebagai penukar ion ini diharapkan dapat meningkatkan nilai guna tanah lempung itu sendiri, sekaligus sebagai salah satu teknologi alternatif dalam megolah air laut pulau Bengkalis menjadi air bersih.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi : Air laut pulau Bengkalis kecamatan Bantan desa Selat Baru, tanah lempung kulim, *aquadest*, larutan HCl untuk aktivasi tanah lempung serta bahan-bahan kimia untuk analisis parameter logam timbal (Pb).

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kolom penukar ion yang terbuat dari pipa PVC berdiameter 2 inchi dengan tinggi 1,2 m (meter) derigen 20 L (liter) sebagai wadah sampel air laut, Erlenmeyer ukuran 500 ml, pH meter, *stopwatch*, buret untuk titrasi parameter air laut AAS dan alat uji XRD

## VARIABEL PENELITIAN

### Variabel Bebas

- Tinggi unggun tanah lempung 40 cm, 60 cm dan 80 cm.
- Debit aliran 80 ml/menit, 100 ml/menit, 120 m/menit.

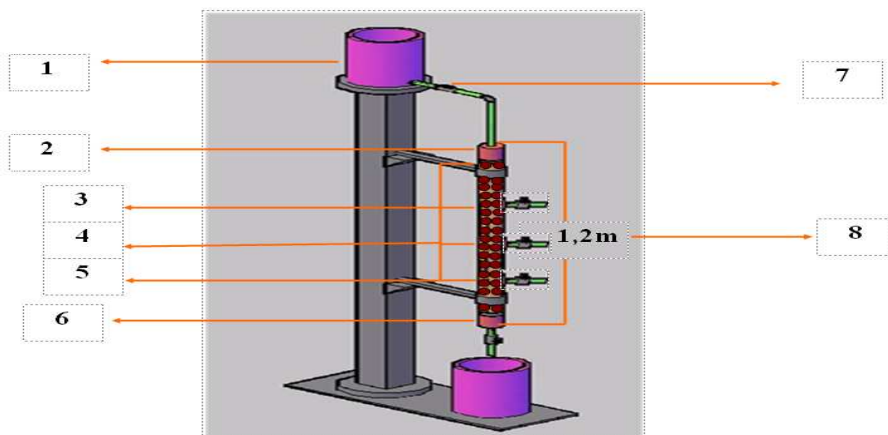
### Variabel Tetap

- Tanah lempung dengan ukuran -10+20mesh
- Ukuran kolom penukar ion, yaitu dengan tinggi 1,2 meter dan berdiameter 2 inchi.
- Jarak pengambilan sampel adalah 50 meter dari bibir pantai.

## PROSEDUR PENELITIAN

### Perancangan dan Pemasangan Alat

Pada penelitian ini kolom penukar ion terbuat dari bahan PVC berjumlah 1 buah kolom dengan ukuran diameternya 2 inci serta tinggi kolom 1,2 m. Pemasangan kolom penukar ion dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Kolom Penukar Ion

Keterangan:

1. Bak inlet air laut
2. *Freeboard* 20 cm
3. Katup outlet pada tinggi unggun 40 cm
4. Katup outlet pada tinggi unggun 60 cm
5. Katup outlet pada tinggi unggun 80 cm
6. Penyangga bawah (busa)
7. Katup inlet
8. Kolom penukar ion setinggi 1,2 meter

### Perlakuan Pendahuluan Terhadap Air Laut

Sampel air laut diambil dari pulau Bengkalis kecamatan Bantan desa Selat Baru, kemudian sampel dimasukkan kedalam derigen ukuran 20 L (liter) dan diawetkan dengan berdasarkan SNI 6989.59:2008. Selanjutnya sampel dibawa ke Laboratorium Pencegahan Pencemaran Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Riau untuk dianalisa kandungan Timbal (Pb).

### Aktivasi Tanah Lempung

Tanah lempung diambil dari kota Pekanbaru yaitu di daerah Kulim. Tanah Lempung diambil dengan cara digerus, setelah itu tanah lempung direndam didalam larutan HCl selama 30 menit. Selanjutnya tanah lempung dibilas dengan *aquadest* hingga pHnya netral. Keringkan tanah lempung menggunakan oven pada suhu 105° C selama 2 jam. Tahap selanjutnya tanah lempung di ayak hingga mendapatkan ukuran -10+15 mesh.

### Percobaan Utama

Prosedur kerja percobaan utama pada penelitian ini adalah :

- a. Masukkan tanah lempung yang telah diaktivasi kedalam kolom penukar ion dengan variasi tinggi unggun 40 cm, 60 cm, 80 cm.
- b. Air laut dialirkan kedalam kolom dengan variasi bebas debit aliran kecepatan 80 ml/menit, 100 ml/menit dan 120 ml/menit dengan membuka katup pada inlet.
- c. Buka kran outlet pada bagian tinggi unggun 40 cm, 60 cm dan 80 cm.
- d. Tampung air yang keluar dari outlet dengan menggunakan Erlenmeyer ukuran 500 ml.
- e. Air laut yang keluar dari outlet di analisa parameternya yaitu logam timbal (Pb).
- f. Hitung Efisiensi penurunan Pb dengan rumus:

$$\text{Efisiensi}(\%) = \frac{C_{in} - C_{ef}}{C_{in}} \times 100\%$$

Keterangan :

$C_{in}$  = Efisiensi *Inffluen* Timbal (Pb) (mg/L).

$C_{ef}$  = Efisiensi *Effluen* Timbal (Pb) (mg/l).

- g. Hitung KTK pada variasi efisiensi terbaik dengan rumus:

$$\text{KTK} = (100 / D) \times C \times \text{NMB}$$

(dalam meq/gram)

Keterangan:

D = Berat sampel kering

C = Volume MB yang dibutuhkan dalam titrasi  
NMB = Normalitas *Methylene Blue*

- h. Bandingkan hasil konsentrasi efluen dengan baku mutu PERMENKES/416/MENKES/PER/IX/1990.

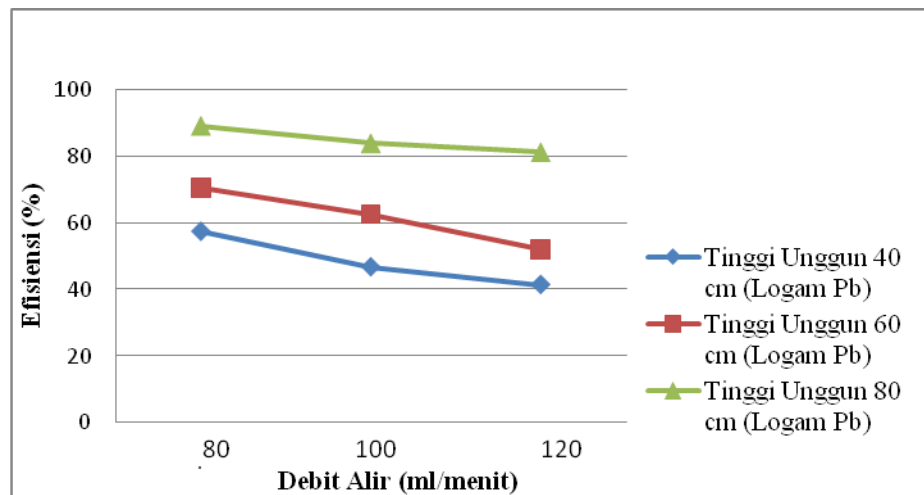
## PEMBAHASAN

Hasil analisa awal kandungan Logam Pb pada air laut pulau Bengkalis adalah 0,221 mg/L, sedangkan batas baku mutu air bersih berdasarkan permenkes PERMENKES/416/MENKES/PER/IX/1990 yang diperbolehkan untuk logam Pb adalah 0,05 mg/L. Oleh karena

perlu dilakukan pengolahan untuk menurunkan konsentrasi Pb yang ada pada air laut pulau Bengkalis.

## Efisiensi Penurunan Pb Pengaruh Debit Alir

Logam Pb yang terkandung didalam air laut pulau Bengkalis cukup tinggi yaitu sebesar 0,221 mg/L. Logam Pb ini berasal dari aktivitas yang berada dipelabuhan tempat pengambilan sampel, dimana pada daerah tersebut terdapat banyak lalu lintas kapal. Pengaruh debit alir terhadap penurunan logam Pb pada air laut pulau Bengkalis dapat dilihat dari Gambar 2 berikut:

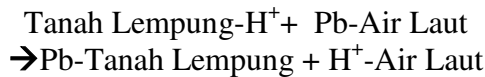


**Gambar 2** Pengaruh Variasi Debit Aliran Terhadap Penurunan LogamPb

Berdasarkan data dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa pada tinggi unggun yang sama semakin kecil debit aliran yang digunakan maka semakin tinggi tingkat efisiensi yang didapatkan. Demikian pula sebaliknya semakin besar debit aliran yang

digunakan maka semakin kecil nilai efisiensi penurunan logam Pb. Hal ini dikarenakan pada saat debit aliran yang digunakan kecil, maka waktu kontak antara ion Pb yang terkandung didalam air laut akan semakin lama, sehingga akan semakin banyak ion Pb yang

akan tertukar dengan  $H^+$  yang ada pada tanah lempung akibat dari aktivasi dengan menggunakan HCl. Adapun rekasi pertukarannya dapat dilihat sebagai berikut:



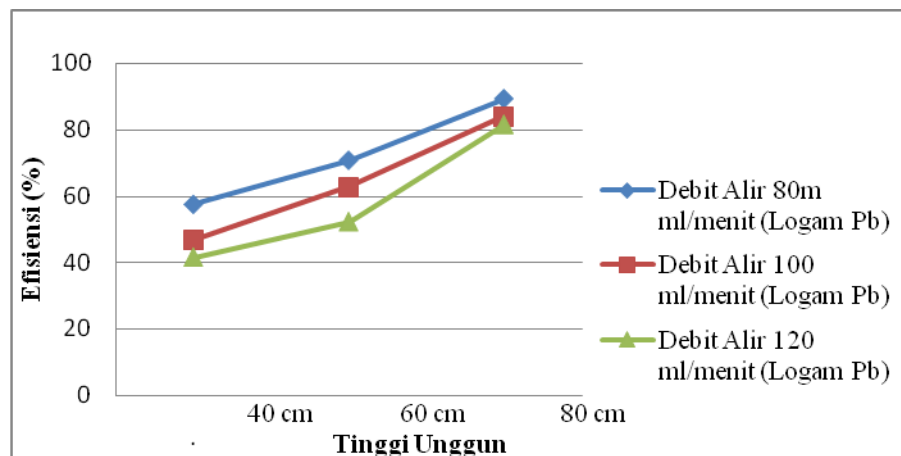
Sementara nilai efisiensi penurunan logam Pb yang tertinggi didapatkan pada variasi debit aliran 80 ml/menit dengan tinggi unggun 80 cm, nilai efisiensinya yaitu 89,35% sedangkan efisiensi penurunan terendah terjadi pada variasi debit alir 120 ml/menit dengan tinggi unggun 40 cm, nilai efisiensinya sebesar 41,44%. Hal yang sama juga didapatkan pada penelitian Apiriani R, (2010) yaitu penurunan salinitas air payau menggunakan resin Amberjet 1200  $H^+$  dan Amberjet 4400  $OH^+$  dengan metode penukar ion. Variasi yang digunakan debit alir 100 ml/menit - 140 ml/menit, dimana didapatkan hasil

penyisihan tertinggi terdapat pada debit alir paling yang rendah yaitu 100 ml/menit sebesar 91,35%.

Bernasconi (1995) menyatakan bahwa apabila kecepatan alir terlalu tinggi (waktu tinggal semakin singkat), maka pertukaran ionnya kurang efektif sehingga tidak banyak ion yang akan dipertukarkan menyebabkan efisiensi semakin rendah. Dofner K (1995) juga menyatakan kecepatan aliran mempengaruhi proses pertukaran ion. Semakin cepat debit aliran yang ditetapkan dalam proses pertukaran ion, semakin sedikit konsentrasi ion yang dapat dipertukarkan. Hal ini disebabkan waktu tinggal dan kontak antara ion dengan media semakin pendek.

### Pengaruh Tinggi Unggun

Pengaruh tinggi unggun terhadap penurunan logam Pb pada air laut pulau Bengkalis dapat dilihat dari Gambar 3 berikut:



**Gambar 3.** Pengaruh Tinggi Unggun Terhadap Penurunan Logam Pb

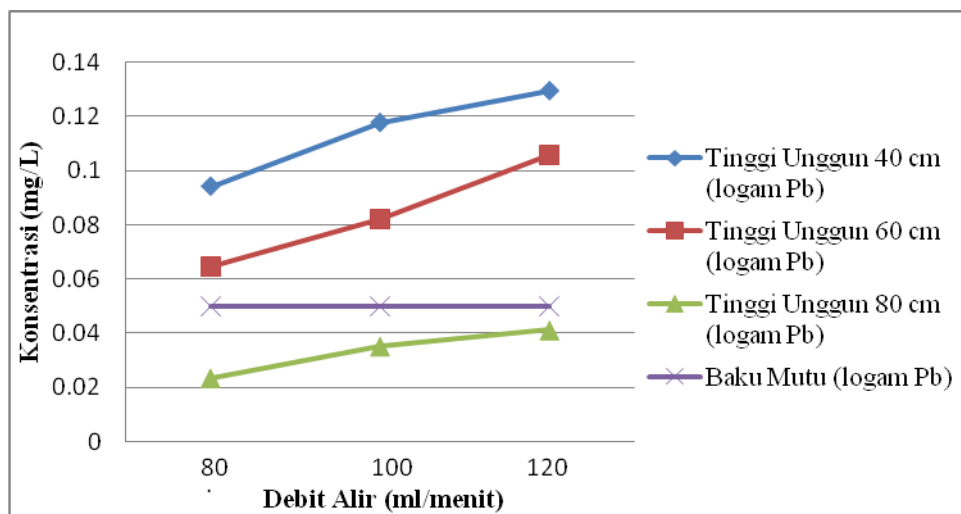
Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa pada debit alir yang sama semakin tinggi unggun yang digunakan maka semakin tinggi tingkat efisiensinya. Demikian pula sebaliknya semakin besar debit alir yang digunakan maka semakin kecil efisiensi yang didapatkan. Hal ini dikarenakan semakin tinggi unggun maka semakin banyak tanah lempung yang digunakan. Semakin banyak tanah lempung yang digunakan maka semakin luas permukaan untuk penyerapan ion sehingga akan semakin banyak ion Pb yang akan ditukarkan dengan ion  $H^+$  yang ada pada tanah lempung.

Marsidi R(2001) melakukan penelitian tentang zeolit untuk mengurangi kesadahan air dengan kolom penukar ion pada variasi tinggi unggun, 20 cm, 40 cm, 60 cm dan 80 cm. Didapatkan bahwa nilai efisiensi tertinggi yaitu pada tinggi unggun 80

cm dengan nilai sebesar 99,56%. Hal ini juga sama dengan hasil yang didapatkan pada penelitian ini, yaitu semakin tinggi unggun maka semakin tinggi tingkat efisiensinya. Selain itu Dofner K (1995) menyatakan bahwa semakin tinggi media penukar ion yang terdapat dalam kolom pertukaran, maka semakin banyak konsentrasi ion yang akan dipertukarkan. Hal ini disebabkan semakin tinggi media maka semakin banyak jumlah media tersebut.

### Perbandingan Efluen Logam Pb dengan Baku Mutu

Perbandingan efluen logam Pb pada air laut dengan variasi tinggi unggun 40, 60, 80 cm dan debit alir 80,100,120 ml/menit terhadap baku mutu air bersih PERMENKES 416/MENKES/PER/IX/1990 dapat dilihat pada Gambar 4 berikut:



**Gambar 4** Perbandingan Konsentrasi Efluen Logam Pb dengan PERMENKES 416/MENKES/PER/IX/1990

Berdasarkan Gambar 4 didapatkan bahwa hanya pada variasi tinggi unggun 80 cm dengan debit 80, 100, 120 ml/menit yang telah memenuhi baku mutu. Sedangkan untuk tinggi unggun 40 cm dan 60 cm dengan debit alir 80, 100, 120 ml/menit belum memenuhi baku mutu. Konsentrasi efluen logam Pb setelah melewati kolom penukar ion berada pada rentang 0,129 mg/l – 0,024 mg/l, sedangkan konsentrasi Pb yang diperbolehkan pada air bersih berdasarkan PERMENKES 416/MENKES/PER/IX/1990 adalah sebesar 0,05 mg/l.

#### **Kapasitas Tukar Kation (KTK)**

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 ada pada lempung kulim ada 3 jenis yaitu, montmorilonit, kaolinit dan silikat. Sementara kandungan yang terbanyak menurut uji XRD adalah montmorilonit. Menurut Fatimah I (2014) tanah lempung dengan jenis mineral montmorilonit mempunyai kemampuan untuk menukarkan kation atau memiliki kapasitas tukar kation serta luas permukaan spesifik yang tinggi. Montmorilonit teraktivasi dengan HCl memiliki luas permukaan spesifik sebesar 59,14 m<sup>2</sup>/g.

Pengujian KTK bertujuan agar mengetahui kapasitas penyerapan tanah pada logam yang terkandung di air laut. Pada penelitian ini dihitung nilai KTK dengan variasi yang

memiliki efisiensi terbaik yaitu pada tinggi unggun 80cm dengan debit alir 80 ml/menit. Nilai kapasitas tukar kation yang didapat adalah 78,6 meq/100gr.

#### **Kesimpulan**

Dari hasil penelitian ini dapatlah diambil beberapa kesimpulan bahwa:

1. Efisiensi penurunan yang didapatkan untuk logam Pb berkisar antara 41,44% - 89,35%.
2. Variasi tinggi unggun memberikan pengaruh dalam penurunan logam Pb dan Ca. Dimana semakin tinggi unggun yang digunakan maka semakin tinggi pula efisiensinya. Tinggi unggun terbaik terjadi pada tinggi 80 cm.
3. Variasi debit alir juga memberikan pengaruh terhadap penurunan logam Pb dan Ca. Hal ini dapat dilihat bahwa semakin kecil debit air yang digunakan maka akan semakin tinggi tingkat efisiensi penurunannya. Debit alir terbaik terjadi pada debit alir 80 ml/menit.
4. Jenis mineral yang terdapat pada tanah lempung kulim adalah montmorilonit dengan nilai kapasitas tukar kation sebesar 78,6 meq/100gr.
5. Hasil pengolahan air laut dengan parameter Pb dengan metode kolom penukar ion menggunakan media tanah lempung telah memenuhi baku



mutu air bersih berdasarkan PERMENKES/416/MENKES/PER/IX/1990. Akan tetapi pada variasi tinggi unggun 40 dengan debit alir 80, 100 dan 120 ml/menit dan pada tinggi unggun cm 60 cm dengan debit alir 80, 100 dan 120 ml/menit. Belum memenuhi baku mutu.

#### **Saran.**

1. Perlu adanya penelitian selanjutnya dalam melakukan aktivasi tanah lempung dengan mengganti larutan HCl dengan larutan lain seperti NaOH, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> serta HNO<sub>3</sub> agar dapat mengetahui perlakuan mana yang memperoleh hasil terbaik.
2. Diharapkan untuk para peneliti selanjutnya agar dapat menggunakan variabel lain untuk mendapatkan tingkat efisiensi yang lebih maksimal

#### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT, Keluarga, Ibu Shinta Elystia, ST, M.Si, Ibu Dra. Yelmida, M.Si, teman sepenelitian Roselyn Indah Kurniati, jurusan teknik kimia dan prodi teknik lingkungan yang telah memberikan bantuan tenaga, semangat maupun pengetahuan dalam penelitian ini.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

Badan Perencanaan dan Pembangunan  
Kabupaten Bengkalis.

2010. "Sanitasi dan Lingkungan Pemukiman".

Bhattachary.K.G. & Gupta.S.S. 2008. *Adsorpsi of a few heavy metals on natural and modified kaolinite and montmorillonite: A review. Advances in colloid and interface science* 140:114-131.

Fatimah, Is.2014. "Adsorpsi dan Katalis Menggunakan Material Berbasis Clay" Graha Ilmu:Yogyakarta.

Kabupaten Bengkalis Dalam Angka 2011.

Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 Tahun 2010 tentang Daftar Persyaratan Kualitas Air Bersih.

Pujiastuti, C. 2008. *Kajian Penurunan Ca Dan Mg Dalam Air Laut Menggunakan Resin (Dowex)*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri UPN "Veteran" Jawa Timur.

Said, Nusa Idaman. 2003. *Teknologi Reverse Osmosis*.BAB10.Pdf.