

Penyerapan Merkuri Dalam Limbah Simulasi Menggunakan Zeolit Klinoptilolit

^{1,2}Thamzil Las, ^{1,2}Hendrawati, ¹Amsiri

¹) Program Studi Kimia FST UIN Syarif Hidayatullah Jakarta

²) Pusat Laboratorium Terpadu UIN Syarif Hidayatullah Jakarta

Abstrak

Merkuri adalah sumber polutan yang dapat menurunkan kualitas lingkungan. Penelitian terhadap zeolit Klinoptilolit yang digunakan sebagai bahan penukar ion dan penyaring merkuri dalam limbah simulasi telah dilakukan. Penelitian ini dilakukan di Pusat Laboratorium Terpadu Bidang Analisa Lingkungan UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan zeolit Klinoptilolit dalam menyerap merkuri. Zeolit Klinoptilolit ada yang dibiarkan natural dan ada yang terlebih dahulu diperlakukan menjadi Na-zeolit dengan menggunakan NaCl 1 N dan Ca-zeolit menggunakan CaCl₂ 0,02 M. Pengaruh ukuran partikel zeolit, perlakuan zeolit dan waktu kontak zeolit terhadap penyerapan diamati dengan menggunakan 3 perbedaan ukuran partikel zeolit yaitu 500 µm - >355 µm, 355 µm - >212 µm dan ≤212 µm; 3 perbedaan perlakuan zeolit yaitu natural zeolit, Na-zeolit dan Ca-zeolit dan 6 perbedaan waktu kontak yaitu ½, 1, 2, 4, 6 dan 8 jam. Persen penyerapan merkuri dan nilai Kapasitas Tukar Kation (KTK) diukur dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Pengukuran SSA menunjukkan bahwa persen penyerapan merkuri terbaik didapat pada ukuran partikel ≤212 dengan zeolit yang diperlakukan dengan NaCl dan waktu kontak 8 jam, yaitu sebesar 87,24 %. Nilai Kapasitas Tukar Kation (KTK) zeolit Klinoptilolit dipengaruhi oleh proses perlakuan dan ukuran partikel zeolit yaitu berkisar antara 0,32 meq/g sampai 0,81 meq/g.

Kata kunci: Zeolit Klinoptilolit, Merkuri, Persen Penyerapan, Kapasitas Tukar Kation (KTK), Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Abstract

Mercury is pollutant that can decrease environment quality. Research on Zeolite Clinoptilolite as ion exchange resin and filter has been carried out at Environmental Analysis Department Center for Integrated Laboratory UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. The goal of the research was to investigate the ability of Zeolite Clinoptilolite on mercury absorption. The zeolite used on this research were natural zeolite, Na-Zeolite with 1 N NaCl, and Ca-Zeolite with 0.02 N CaCl₂. Effects of particle size, treatment, and zeolite-mercury contact duration were observed based on 3 different particle sizes that were 500 µm - >355 µm, 355 µm - >212 µm and ≤212 µm; 3 different treatments: natural zeolite, Na-zeolite dan Ca-zeolite; and 6 different contact duration that were ½, 1, 2, 4, 6 dan 8 hours. Percentage of Mercury absorption and kation exchange capacity was determined by Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). The AAS measurement showed the best mercury absorption was reached by ≤212 µm Na-Zeolite at 8 hours contact. The kation exchange capacity of zeolite that was range by 0.32 meq/g to 0.81 meq/g was affected by treatment process and particle size.

Keywords: Zeolite Clinoptilolite, Mercury, Absorption Percentage, Kation Exchange Capacity, Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)

1. PENDAHULUAN

Pembangunan selama tiga dasawarsa terakhir telah menyebabkan peningkatan industry yang secara nyata telah mengangkat perekonomian masyarakat. Di satu sisi dampak pengembangan industri yang kurang

memperhatikan lingkungan, akan memperburuk penurunan kualitas lingkungan hidup yang akan mempengaruhi kehidupan manusia di muka bumi. Kondisi ini seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dunia yang tidak seimbang dengan ketersediaan sumber daya alam bagi pemenuhan kebutuhan akan

pangan dan energi di berbagai negara termasuk di Indonesia (Witoelar, R. 2009).

Eksplorasi sumber daya alam yang tidak memperhatikan kaidah-kaidah lingkungan serta pelepasan emisi gas rumah kaca secara nyata menurunkan kualitas lingkungan hidup. Pencemaran lingkungan menjadi salah satu masalah yang memerlukan perhatian serius. Penggunaan pupuk dan obat pembasmi hama (pestisida, herbisida atau fungisida) yang berlebihan juga akan menyebabkan pencemaran lingkungan.

Salah satu limbah yang sangat berbahaya bagi lingkungan adalah limbah merkuri. Merkuri sekarang ini banyak terdapat dimana-mana di dalam ikan, air, lumpur, kosmetik, hingga Produk rumah tangga. Limbah merkuri dihasilkan dari berbagai-macam kegiatan industri, seperti dari industri peralatan-peralatan pelapisan logam (*electroplating*), baterai, bahan kimia, penambangan emas dan sebagainya. Demikian luasnya pemakaian merkuri, mengakibatkan semakin mudah pula organisme mengalami keracunan merkuri (Palar, H. 1994).

Pengolahan air limbah mengandung merkuri dapat dilakukan dengan proses penyerapan (sorpsi) bahan pencemar dengan menggunakan resin-organik yang berfungsi sebagai penukar ion baik berupa anion atau kation (Michael dan Pierre, 1994 dan Jianlong *et al.*, 2000), karbon aktif (Giequel *et al.*, 1997), dan silika gel (Leéis *et al.*, 1996), tetapi harganya relatif mahal. Hal tersebut telah mendorong beberapa peneliti untuk mencari penyerap alternatif yang lebih murah.

Mineral zeolit merupakan mineral yang terdapat dalam batuan hasil proses pengendapan alam (Las, T. 1999) yang akhir-akhir ini banyak diteliti untuk digunakan sebagai bahan penukar kation. Zeolit alam telah dikenal sejak puluhan tahun yang lalu, akan tetapi penggunaannya terbatas sebagai bahan bangunan (semen, batu ukiran dan lain-lain). Pada 30 tahun terakhir penggunaan zeolit sudah meluas untuk bidang pertanian, peternakan, perikanan, industri, pengolahan air dan pengolahan limbah.

Di Indonesia zeolit pertama kali ditemukan pada tahun 1985 oleh Pusat Pengembangan Teknologi Mineral (PPTM) Bandung dalam jumlah yang besar, diantaranya tersebar di beberapa daerah di pulau Sumatera dan Jawa. Namun dari 46 lokasi penemuan

zeolit, baru beberapa daerah yang ditambang secara intensif yaitu: Bayah, Cikalong, Tasikmalaya, Sukabumi dan Lampung. Jenis mineral zeolit yang sering ditemukan adalah Klinoptilolit dan Modernit (Las, T. 1998).

Zeolit adalah senyawa alumino silikat dengan struktur rangka (*frameworks*) dan mempunyai pori (rongga) dan saluran yang diisi oleh kation dan molekul air yang dapat mudah dipertukarkan (*exchangeable*) sehingga dapat mengadsorpsi ion (Sand, L. 1978).

Berdasarkan sifat tersebut penggunaan zeolit semakin luas, bukan saja sebagai penukar ion tetapi juga sebagai bahan penyerap, seperti yang telah digunakan dalam industri, misalnya pada pemurnian minyak bumi. Zeolit merupakan mineral alam yang ditemukan dalam keadaan campur dengan mineral-mineral lain, seperti kalsit, batuan lempung (*clay*) dan feldspar (Day, D.H. 1985).

Penelitian ini merupakan eksperimen skala laboratorium dengan menggunakan zeolit Lampung sebagai sampel. Kemampuan zeolit dalam menyerap merkuri ditentukan dengan efisiensi penyerapan dan kapasitas tukar kation (KTK). Instrumen yang digunakan untuk menganalisis sampel adalah Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan eksperimen skala laboratorium, yang dilakukan di Pusat Laboratorim Terpadu Bidang Analisa Lingkungan UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, dimulai pada awal Desember 2008 sampai akhir Juni 2009.

Penelitian ini dilakukan untuk menguji kemampuan zeolit dalam menurunkan konsentrasi merkuri yang terdapat dalam larutan simulasi. Kemampuan zeolit tersebut diuji dengan parameter persen penyerapan dan KTK dengan melihat hubungan antara ukuran zeolit ($500\ \mu\text{m} - >355\ \mu\text{m}$, $355\ \mu\text{m} - >212\ \mu\text{m}$ dan $\leq 212\ \mu\text{m}$), perlakuan zeolit (natural zeolit, Na-Zeolit dan Ca-zeolit) dan waktu kontak ($\frac{1}{2}$, 1, 2, 4, 6 dan 8 jam).

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah zeolit alam dari CV Mina Tama Bandar Lampung jenis Klinoptilolit, HgCl₂,

NaCl 1M, CaCl₂ 0,02 M, AgNO₃ 1%, HNO₃ 1%, SnCl₂, dan aquades.

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah gelas beaker, labu ukur, gelas ukur, erlenmeyer, botol polietilen, batang pengaduk, tissue, parafilm, alumunium foil, spatula, tang, pipet tetes, timbangan analitik, batang penumbuk, cawan, pengayak (355 μm dan 212 μm), oven, desikator, sentrifuse dan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) Perkin Elmer AAnalyst 700 buatan Amerika.

Prosedur Kerja

Persiapan bahan

Zeolit Klinoptilolit berbentuk butiran kasar. ditumbuk dengan menggunakan wadah penumbuk kemudian zeolit diayak dengan menggunakan saringan yang berukuran 355 μm dan 212 μm . Ukuran zeolit yang digunakan pada penelitian ini adalah tertahan pada saringan 355 μm (500 μm - >355 μm), lolos pada saringan 355 μm tertahan pada saringan 212 μm (355 μm - >212 μm) dan lolos pada saringan 212 μm (\leq 212 μm). Zeolit yang telah disiapkan dengan ukuran (500 μm - >355 μm , 355 μm - >212 μm dan \leq 212 μm) diambil masing-masing sebanyak 150 gram, direfluks dengan 600 ml aquades dalam labu destilasi (1000 ml) selama 4 jam, kemudian didekantasi. Setelah itu direfluk kembali dengan 600 ml aquades selama 4 jam, kemudian didekantasi. Selanjutnya dikeringkan dalam oven selama 3 jam pada suhu 105°C.

Pembuatan Na Zeolit

Tahap ini bertujuan untuk memperoleh Na Zeolit. Pada tahap ini zeolit kering dengan ukuran 500 μm - >355 μm , 355 μm - >212 μm dan \leq 212 μm ditimbang seberat 30 gram dan direndam dalam larutan NaCl 1N sebanyak 100 ml selama satu minggu, kemudian diganti larutan NaCl 1N sebanyak 100 ml dengan yang baru dan kembali direndam selama 1 minggu. Setelah itu zeolit didekantasi dan dicuci dengan aquades sampai bebas Cl (Untuk mengetahui bebas Cl zeolit di tes dengan AgNO₃ 1%). Selanjutnya zeolit dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 24 jam dan disimpan dalam desikator. Zeolit dalam bentuk Na-zeolit siap digunakan untuk percobaan.

Pembuatan Ca Zeolit

Tahap ini bertujuan untuk memperoleh Ca Zeolit. Pada tahap ini zeolit kering dengan ukuran 500 μm - >355 μm , 355 μm - >212 μm dan \leq 212 μm ditimbang seberat 30 gram dan direndam dalam larutan CaCl₂ 0,2 M sebanyak 100 ml selama satu minggu, kemudian diganti larutan CaCl₂ 0,2 M sebanyak 100 ml dengan yang baru dan kembali direndam selama 1 minggu. Setelah itu zeolit di dekantasi dan dicuci dengan aquades sampai bebas Cl (Untuk mengetahui bebas Cl zeolit di tes dengan AgNO₃ 1%). Selanjutnya zeolit dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C selama 24 jam dan disimpan dalam desikator. Zeolit dalam bentuk Ca-zeolit siap digunakan untuk percobaan.

Pembuatan Limbah Simulasi Larutan Merkuri 10 mg/l

Limbah simulasi merkuri dibuat dengan melarutkan HgCl₂ sebanyak 1,3534 gram kedalam aquades sebanyak 1 liter. Dari perlakuan tersebut didapat larutan dengan konsentrasi 1000 mg/l. Untuk mendapatkan larutan merkuri dengan konsentrasi 10 ppm adalah dengan mengambil sebanyak 10 ml larutan merkuri dengan konsentrasi 1000 mg/l kemudian dilarutkan dengan aquades sebanyak 1 liter. Pembuatan larutan merkuri dengan konsentrasi 10 mg/l diulangi sebanyak 5 kali sehingga didapat larutan merkuri 10 mg/l sebanyak 5 liter.

Pembuatan Limbah Simulasi Larutan Merkuri 500 mg/l

Limbah simulasi merkuri dibuat dengan melarutkan HgCl₂ sebanyak 0,6767 gram kedalam aquades sebanyak 1 liter. Dari perlakuan tersebut didapat larutan dengan konsentrasi 500 mg/l sebanyak 1 liter.

Penentuan persen penyerapan zeolit terhadap merkuri.

Zeolit dari masing-masing ukuran (500 μm - >355 μm , 355 μm - >212 μm dan \leq 212 μm) dan jenisnya (natural zeolit, Na-zeolit dan Ca-zeolit) ditimbang seberat 0,1 gram sebanyak 6 kali. Setelah itu dimasukkan ke dalam botol polietilen dan ditambahkan limbah simulasi Hg 10 mg/l sebanyak 20 ml.

Selanjutnya zeolit dari masing-masing ukuran dan jenisnya diputar selama 0,5, 1, 2, 4, 6 dan 8 jam, setelah itu dari masing-masing botol polietilen diambil limbah simulasi sebanyak 10 ml kemudian di sentifuse selama 10 menit dengan kecepatan putar 700 RPM. Limbah simulasi yang telah disentrifuse diambil sebanyak 5 ml kemudian dianalisa menggunakan SSA.

Penentuan KTK (Kapasitas Tukar kation) zeolit.

Natural zeolit dari masing-masing ukuran ($500\ \mu\text{m} - >355\ \mu\text{m}$, $355\ \mu\text{m} - >212\ \mu\text{m}$ dan $\leq 212\ \mu\text{m}$) ditimbang sebanyak 0,1 gram sebanyak 2 kali. Setelah itu dimasukkan kedalam botol polietilen dan ditambahkan limbah simulasi Hg sebanyak 20 ml. Zeolit yang sedang terkontak dengan limbah simulasi Hg $500\ \text{mg/l}$ diputar selama 4 hari, setelah itu dari masing-masing botol polietilen diambil limbah simulasi sebanyak 10 ml kemudian di sentrifuse selama 10 menit dengan kecepatan putar 700 RPM. Limbah simulasi yang telah disentrifuse diambil sebanyak 5 ml kemudian dianalisa menggunakan SSA.

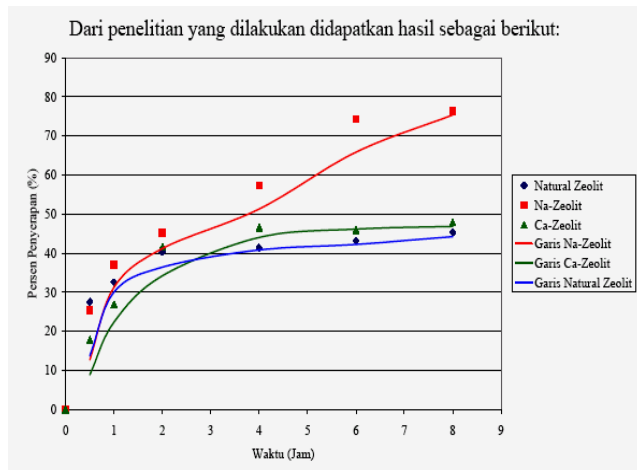
Pengukuran Sampel

Pengukuran merkuri dengan Spektrofotometer Serapan Atom sesuai dengan metode SNI 06-2462-1991, merkuri (Hg). Senyawa merkuri dalam sampel uji dioksidasi menjadi ion merkuri (Hg^{2+}) oleh KMnO_4 dalam suasana asam.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyerapan Merkuri Oleh Zeolit I ($500\ \mu\text{m} - >355\ \mu\text{m}$)

Dari penelitian yang dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut:

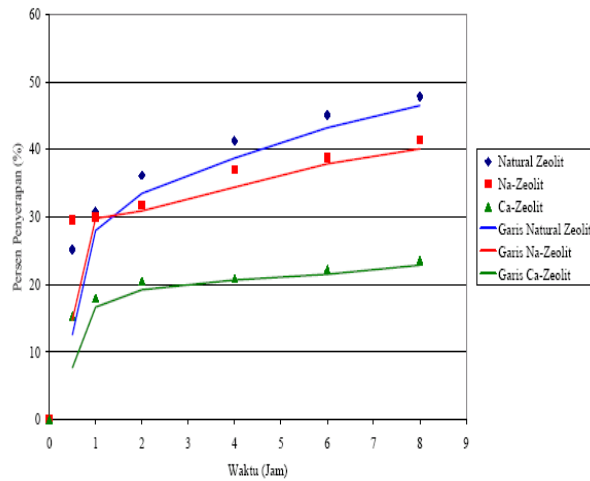


Gambar 7. Penyerapan Merkuri oleh Zeolit I ($500\ \mu\text{m} - >355\ \mu\text{m}$)

Dari Gambar 7 dapat diketahui bahwa, penyerapan merkuri cenderung bertambah besar seiring dengan bertambahnya waktu, hal itu terlihat untuk semua masing-masing jenis zeolit. Untuk penyerapan merkuri yang dilakukan oleh Na-zeolit cenderung lebih besar dibandingkan dengan jenis zeolit lainnya seperti natural zeolit dan Ca-zeolit. Penyerapan merkuri yang dilakukan oleh Na-zeolit dari waktu kontak 0jam sampai 8 jam terus naik hal itu berarti bahwa sampai waktu 8 jam Na-zeolit masih mampu untuk menyerap merkuri. Hal ini berbeda dengan natural zeolit yang terlihat mulai jenuh pada waktu kontak 2 jam.

Untuk Ca-Zeolit juga tidak mampu untuk menyaingi Na-zeolit karena Ca-zeolit terlihat mulai jenuh pada waktu kontak 4 jam. Adapun nilai Persen penyerapan yang berhasil dilakukan oleh Na-zeolit mencapai sebesar 76,39 %, sedangkan nilai persen penyerapan yang berhasil dilakukan oleh natural zeolit sebesar 45,33 % dan nilai persen penyerapan yang berhasil dilakukan oleh Ca-zeolit sebesar 47,89 % masing-masing diperoleh pada waktu kontak 8 jam.

Penyerapan Merkuri oleh Zeolit II (355 μm - >212 μm)



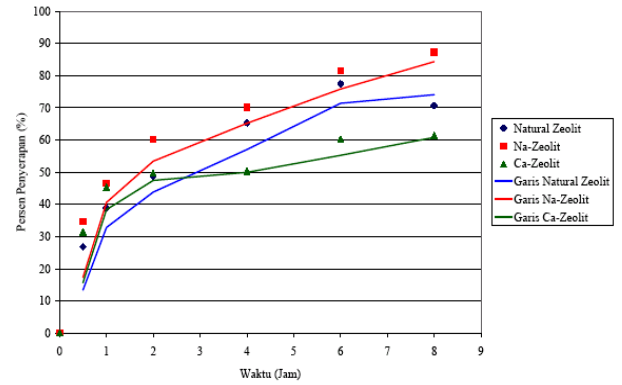
Gambar 8. Penyerapan Merkuri oleh Zeolit II (355 μm - >212 μm)

Dari Gambar 8 dapat diketahui bahwa, penyerapan merkuri cenderung bertambah besar seiring dengan bertambahnya waktu, hal itu terlihat untuk semua masing-masing jenis zeolit. Untuk penyerapan merkuri yang dilakukan oleh natural zeolit cenderung lebih besar dibandingkan dengan jenis zeolit lainnya seperti Na-zeolit dan Ca-zeolit.

Penyerapan merkuri yang dilakukan oleh natural zeolit dari waktu kontak 0 jam sampai 8 jam terus naik hal itu berarti bahwa sampai waktu 8 jam natural zeolit masih mampu untuk menyerap merkuri. Hal ini sama dengan yang terjadi pada Na-zeolit yang terlihat dari waktu kontak 0 jam sampai 8 jam terus naik. Dari Gambar 9 terlihat bahwa garis Na-zeolit membayangi garis natural zeolit. Untuk Ca-zeolit nilai persen penyerapannya tidak mampu untuk menyaingi natural zeolit dan Na-zeolit, hal ini terlihat Ca-zeolit mulai jenuh pada waktu kontak 2 jam.

Adapun nilai Persen penyerapan yang berhasil dilakukan oleh natural zeolit mencapai sebesar 47,86 %, sedangkan nilai persen penyerapan yang berhasil dilakukan oleh Na-zeolit sebesar 41,44 % dan nilai persen penyerapan yang berhasil dilakukan oleh Ca-zeolit sebesar 23,54 % masing-masing diperoleh pada waktu kontak 8 jam.

Penyerapan Merkuri oleh Zeolit III ($\leq 212 \mu\text{m}$)



Gambar 9. Penyerapan Merkuri oleh Zeolit III ($\leq 212 \mu\text{m}$)

Dari Gambar 9 dapat diketahui bahwa, penyerapan merkuri cenderung bertambah besar seiring dengan bertambahnya waktu, hal itu terlihat untuk semua masing-masing jenis zeolit. Untuk penyerapan merkuri yang dilakukan oleh Na-zeolit cenderung lebih besar dibandingkan dengan jenis zeolit lainnya seperti natural zeolit dan Ca-zeolit. Penyerapan merkuri yang dilakukan oleh Na-zeolit dari waktu kontak jam sampai 8 jam terus naik hal itu berarti bahwa sampai waktu 8 jam Na-zeolit masih mampu untuk menyerap merkuri. Hal ini berbeda dengan natural zeolit yang terlihat mulai jenuh pada waktu kontak 6 jam. Untuk Ca-Zeolit juga tidak mampu untuk menyaingi Na-zeolit karena Ca-zeolit terlihat mulai jenuh pada waktu kontak 2 jam.

Adapun nilai persen penyerapan yang berhasil dilakukan oleh Na-zeolit mencapai sebesar 87,24 %, sedangkan nilai persen penyerapan yang berhasil dilakukan oleh natural zeolit sebesar 70,68 % dan nilai persen penyerapan yang berhasil dilakukan oleh Ca-zeolit sebesar 61,34 % masing-masing diperoleh pada waktu kontak 8 jam.

Penyerapan terbesar merkuri adalah zeolit yang yang diperlakukan dengan NaCl sehingga menjadi Na-zeolit. Hal ini dapat dijelaskan bahwa zeolit yang dimodifikasi menggunakan NaCl untuk menjadi Na-zeolit akan mengakibatkan zeolit cenderung bersifat netral (pH 6,8). Sedangkan Ca-zeolit dalam modifikasinya menggunakan CaCl_2 yang cenderung asam (pH 6,11) dan natural zeolit cenderung basa (pH 7,8). Kondisi yang cenderung netral seperti yang ditunjukkan oleh Na-zeolit ini yang optimal untuk penyerapan.

Kondisi asam atau basa akan terjadi dealuminasi dalam kerangka zeolit (Suryarsono, 1986). Dengan adanya dealuminasi aluminium dalam kerangka zeolit mengakibatkan jumlah aluminium dalam kerangka zeolit berkurang. Berkurangnya aluminium dalam kerangka zeolit akan berpengaruh terhadap kemampuan penyerapan. Pada struktur zeolit, semua atom Al dalam bentuk tetrahedra sehingga atom Al akan bermuatan negatif karena berkoordinasi dengan 4 atom oksigen dan selalu dinetralkan oleh kation alkali untuk mencapai senyawa yang stabil.

Selain itu unsur Na memberikan kemudahan untuk bertukar tempat dengan merkuri didalam rongga zeolit, karena didalam rongga zeolit yang kosong terisi oleh kation Na dengan ukuran kation yang sama. Hal ini berbeda dengan unsur Ca yang cenderung sulit untuk bertukar tempat dengan merkuri karena bentuk kation Ca berbeda-beda dan Ca cenderung masih mengandung air yang dapat mempersulit merkuri untuk masuk kedalam rongga zeolit.

Pengaruh Ukuran Zeolit

Dari hasil penelitian ternyata ukuran zeolit berpengaruh terhadap penyerapan. Penyerapan merkuri terbesar pada ukuran zeolit $\leq 212 \mu\text{m}$. Zeolit dengan ukuran butir yang kecil ternyata memiliki kemampuan penyerapan yang besar. Hal ini dapat dijelaskan bahwa ukuran butir yang kecil menghasilkan permukaan zeolit yang terkontak dengan limbah semakin luas sehingga zeolit yang menempel dipermukaan semakin besar, hal ini yang dapat meningkatkan kemampuan zeolit untuk melakukan penyerapan.

Ukuran butir zeolit yang semakin kecil, memberikan nilai efisiensi penyerapan yang cenderung semakin besar. Hal ini dapat dipahami bahwa pada jumlah zeolit yang sama, semakin kecil ukuran butirnya akan menambah jumlah pori penyerap sehingga limbah yang terserap juga akan semakin besar atau nilai efisiensi penyerapannya akan semakin besar. (Susetyaningsih, R. 2009)

Nilai Kapasitas Tukar Kation KTK

Kemampuan pertukaran ion/ penyerapan ion atau sorpsi) zeolit merupakan parameter utama dalam menentukan kualitas zeolit yang

akan digunakan, biasanya dikenal dengan Kapasitas Tukar Kation (KTK).

KTK adalah jumlah miliequivalen ion logam yang dapat diserap maksimum oleh 1 gram zeolit dalam kondisi kesetimbangan.

Tabel 1. Nilai Kapasitas Tukar Kation Zeolit I ($500 \mu\text{m} - >355 \mu\text{m}$)

No	Sampel	KTK (meq / gram)
1	I A	0.72
2	I B	0.81
3	I C	0.61

Dari Tabel 1 dapat diketahui bahwa nilai KTK yang tertinggi adalah pada sampel IB yaitu 0,81 meq/g. Sedangkan nilai KTK yang terendah adalah pada sampel IC yaitu 0,61 meq/g.

Tabel 2. Nilai Kapasitas Tukar Kation Zeolit II ($355 \mu\text{m} - >212 \mu\text{m}$)

No	Sampel	KTK (meq / gram)
1	II A	0.51
2	II B	0.64
3	II C	0.42

Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa nilai KTK yang tertinggi adalah pada sampel IIB yaitu 0,64 meq/g. Sedangkan nilai KTK yang terendah adalah pada sampel IIC yaitu 0,42 meq/g.

Tabel 3. Nilai Kapasitas Tukar Kation Zeolit III ($\leq 212 \mu\text{m}$)

No	Sampel	KTK (meq / gram)
1	III A	0.32
2	III B	0.46
3	III C	0.49

Dari Tabel 6 dapat diketahui bahwa nilai KTK yang tertinggi adalah pada sampel IIC yaitu 0,49 meq/g. Sedangkan nilai KTK yang terendah adalah pada sampel IIIA yaitu 0,32 meq/g.

Dari data-data tersebut dapat diketahui bahwa nilai kapasitas tukar kation berbeda antara ukuran partikel zeolit {I ($500 \mu\text{m} - >355 \mu\text{m}$), II ($355 - >212 \mu\text{m}$) dan III ($\leq 212 \mu\text{m}$)} dan jenis zeolit {A (natural zeolit), B (Na-zeolit) dan C (Cazeolit)}. Secara keseluruhan

zeolit yang memiliki nilai KTK tertinggi adalah pada zeolit IB (ukuran 500 μm - $>355 \mu\text{m}$, jenis Na-zeolit) yaitu 0,81 meq/g. Berarti bahwa 1 gram zeolit IB dapat menyerap 0,081 gram merkuri. Zeolit yang memiliki nilai KTK terendah adalah pada zeolit IIIA (ukuran $\leq 212 \mu\text{m}$, jenis natural Zeolit) yaitu 0,32 meq/g. Berarti bahwa 1 gram zeolit IIIA dapat menyerap 0,032 gram merkuri.

Nilai KTK tinggi yang dimiliki oleh Na-zeolit kemungkinan karena penggunaan NaCl pada pembuatan Na-zeolit, sehingga zeolit tersebut cenderung bersifat netral, sedangkan Ca-zeolit menggunakan CaCl_2 dalam pembuatannya yang berakibat zeolit cenderung tidak netral (cenderung asam) dan begitu juga pada natural zeolit yang cenderung tidak netral (cenderung basa).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- 1) Zeolit Klinoptilolit dapat menyerap merkuri yang terdapat dalam limbah simulasi.
- 2) Zeolit klinoptilolit yang optimal menyerap merkuri adalah zeolit yang berukuran $\leq 212 \mu\text{m}$ dan yang diperlakukan dengan NaCl sehingga menjadi Na-zeolit dengan nilai persen penyerapan sebesar 87,24 %.
- 3) KTK zeolit berkisar antara 0,32 meq/g (zeolit III A) sampai 0,81 meq/g (Zeolit I B).

Saran

- 1) Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan polutan yang berbeda sehingga dapat lebih mengetahui kemampuan dari zeolit, yang nantinya dapat diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari.
- 2) Perlu dilakukan penelitian dengan perlakuan zeolit yang lebih beragam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada Kepala Pusat laboratorium Terpadu UIN Syarif Hidayatullah Jakarta atas kesempatannya untuk melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Day, D. H. 1985. *Atom*, 11, 341.
2. Giequel, I., D. Wolbert and A. Laplanche. 1997. *Adsorption of Atrazine by Powdered Activated Carbon* : Influence of Dissolved Organic and Mineral
3. Las, T. 1991. *Zeolit Untuk Industri*. Serpong: Lembaga Ilmu Dasar-ITI.
4. Las, T. 1994. *Ion Exchange and Adsorpsi*. Serpong: Pusat teknologi pengolahan
5. Las, T. 1994. *Use of Inorganic Sorbents for Liquid Waste Treatment and Backfill*
6. Las, T. 1995. *Zeolite for Radioactive Waste Treatment*, Technical Report, IAEARC No 7215/R2/RB, Beijing, China.
7. Las, T. dan Gunanjar. 1999. *Pemanfaatan Mineral Zeolit Alam untuk Mendukung Kelestarian Lingkungan*. Prossiding Seminar Teknologi Pengolahan Limbah II: BATAN.
8. Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta. Jakarta. 133-139.
9. Suryartono, Komardi, Q.S. 1986. *Penerapan dan Pemanfaatan Zeolit Bayah untuk Gas dan Cairan*. Pusat Pengembangan Teknologi Mineral: Bandung.
10. Susetyaningsih, Retno. Dkk. 2009. *Karakterisasi Zeolit Alam pada Reduksi Kadar Khrom dalam Limbah Cair* ISSN 1978=0176. Sekolah Tinggi Tenaga Nuklir BATAN. Yogyakarta
11. Witoelar, R. 2009. *Bersama Selamatkan Bumi dari Perubahan iklim*. Kementrian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. Jakarta.