

KARAKTERISASI DAN PEMURNIAN ZEOLIT ALAM LAMPUNG SEBAGAI KANDIDAT ANTIDOTUM KERACUNAN TIMBAL

¹Nadia Nanda Kalista, ¹Rahmana Emran Kartasasmita*, ¹Marlia Singgih Wibowo, ²Lenny Marilyn Estiaty

Informasi Penulis

¹Sekolah Farmasi,
Institut Teknologi
Bandung
²Pusat Penelitian
Geoteknologi, LIPI
Bandung

*Korespondensi

Rahmana Emran
Kartasasmita
E-mail:
e.kartasasmita
@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia memiliki kelimpahan zeolit yang berpotensi dapat dikembangkan sebagai zeolit yang berderajat farmasi. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan zeolit olahan dengan karakteristik yang cocok sebagai kandidat antidotum keracunan timbal. Zeolit alam diproses dengan cara pencucian menggunakan masing-masing larutan HCl, aquabidest, dan EDTA lalu diikuti dengan pemanasan pada 350 °C. Sebelum dan sesudah pengolahan sampel zeolit dikarakterisasi menggunakan berbagai metode instrumental. Selanjutnya, zeolit olahan diuji kemampuannya untuk menyerap parasetamol dan timbal (Pb). Hasil analisis menunjukkan bahwa komposisi sampel zeolit > 91% berjenis klinoptilolit dengan kandungan utama unsur Si, Al dan K. Setelah pencucian dengan larutan HCl 1 M, EDTA 0,1 M dan aquabidest, kadar As dalam masing-masing sampel zeolit $4,12 \pm 0,75$ ppm, < 0,1 ppm dan $11,8 \pm 0,56$ ppm dan kadar Pb untuk seluruh sampel < 1 ppm, sedangkan Cd dari semua sampel < 1 ppm. Tidak ada perubahan struktur dalam sampel zeolit yang teramati setelah proses pencucian dan pemanasan. Zeolit yang dicuci dengan larutan EDTA mampu menyerap Pb dalam cairan lambung buatan tanpa pepsin secara efektif dengan penurunan kadar hingga 89% namun tidak mampu menyerap parasetamol secara efektif. Zeolit yang diberi perlakuan dengan EDTA mampu menyerap Pb secara efektif sehingga berpotensi digunakan sebagai antidotum lokal dalam kasus keracunan Pb akut.

Kata kunci: zeolit, klinoptilolit, Timbal

CHARACTERIZATION AND PURIFICATION OF NATURAL LAMPUNG ZEOLITE AS A CANDIDATE OF ANTIDOTE OF LEAD INTOXICATION

ABSTRACT

Indonesia has the abundance potential of zeolites having possibility to be developed as pharmaceutical grade zeolites. This research aimed to obtain processed zeolite showing suitable characteristics as a candidate of antidote of lead intoxication. Natural zeolite was processed by means of washing using dilute HCl, aquabidest and EDTA solutions, respectively and subsequently followed by heating at 350 oC. Prior and after processing, the zeolite samples were characterized using various instrumental methods. Furthermore, the processed zeolite was tested for its ability to adsorb paracetamol and lead. The analysis results confirmed that the composition of zeolite samples were > 91% of clinoptilolite mainly composed of Si, Al and K. After washing with 1 M HCl, 0.1 M EDTA and aquabidest, the level of As in each of zeolite samples were 4.12 ± 0.75 ppm, < 0.1 ppm and 11.8 ± 0.56 ppm and those of Pb were all < 1 ppm, while those of Cd from all samples were < 1 ppm, respectively. No structural changes in zeolite samples were observed after washing and heating treatment. EDTA treated zeolite was able to adsorb Pb in artificial gastric fluid without pepsin effectively up to 89% reduction but failed to adsorb paracetamol effectively. EDTA-treated zeolite was able to adsorb Pb effectively and hence could be possibly applied as local antidote in the case of acute Pb intoxication.

Keywords: zeolite, clinoptilolite, Pb.

Pendahuluan

Zeolit alam mulai dikenal dan dipelajari di Indonesia sejak awal dekade '80-an. Ekspor zeolit alam pun meningkat secara bertahap seiring dengan berkembangnya pasar zeolit internasional dan globalisasi sistem informasi. Indonesia termasuk negara yang memiliki potensi zeolit alam cukup besar, dan mengundang perhatian pengusaha asing untuk investasi di bisnis zeolit (Kusdarto 2008). Zeolit alam termasuk ke dalam sumber daya alam yang tidak terbarukan dari hasil pertambangan. Adanya peraturan menteri perdagangan RI no. 4 tahun 2014 tentang larangan ekspor sumber daya alam tidak terbarukan yang belum diolah secara maksimal telah memberikan peluang untuk mengembangkan sepenuhnya potensi zeolit hingga mencapai daya guna dan nilai jual yang maksimum. Di balik semua itu, Indonesia sebenarnya memiliki potensi kelimpahan zeolit yang dapat dijadikan bahan baku obat dalam industri farmasi. Namun, adanya logam-logam berat yang terkandung dalam zeolit alam dapat menjadi salah satu masalah keamanannya jika belum dioptimalkan untuk penggunaan dalam bidang farmasi (Magdalena 2005).

Zeolit yang berjenis klinoptilolit sudah dikomersialkan di sektor kosmetik oleh beberapa perusahaan yang menggunakan mineral terutama dalam pembuatan scrub, juga pada produksi deodoran dengan aksi antimikroba (Cerri *et al.* 2004). Selain itu zeolit hasil pemurnian telah dikembangkan sebagai antasida (Fuentes *et al.* 2006), sebagai terapi chelating agent (Karampahtsis 2012, Beltcheva *et al.* 2015) dan telah diketahui dapat memiliki kapasitas penyerapan dengan histamin dengan mekanisme sebagai antagonis kimia (Selvam *et al.* 2014).

Zeolit klinoptilolit memiliki rumus umum $(M+x, D2+y) [Al(x+2y).Sin (x+2y)O2n]. mH2O$, dimana M merupakan kation yang monovalen dan D adalah kation divalen. Terdapat atom silikon yang bermuatan 4+ dalam tetrahedra $SiO4$ dan aluminium yang bermuatan 3+, kekurangan muatan dalam tetrahedra tersebut digantikan oleh kation, sehingga hal inilah yang mendasari sifat tukar kation (Estiaty 2008). Selain sifat

penukar kation, zeolit pun memiliki sifat sebagai penjaring molekuler, dan adsorben. Morfologi kristalnya terdiri atas rongga-rongga yang berhubungan ke segala arah, hingga memiliki luas permukaan yang besar. Mineral zeolit mempunyai luas permukaan beberapa ratus meter persegi untuk setiap gram berat (Fatimah *et al.* 2010).

Penggunaan zeolit alam sebagai produk kesehatan membutuhkan analisis rinci pada komposisi kimia, kemurnian, dan sifat tukar kation karena mineral-mineral yang terkandung pengotor yang tidak diinginkan dan zeolit alam dapat memiliki jenis yang berbeda-beda. Bioaksesibilitas dari senyawa berbahaya yang dilepaskan oleh zeolit berjenis klinoptilolit dapat dievaluasi menggunakan uji simulasi transit dalam saluran pencernaan (Cerri *et al.* 2015).

Zeolit klinoptilolit dinilai aman dengan tidak adanya hewan percobaan yang mati pada penilaian toksisitas akut LD50 dengan dosis 20000 mg/kg (MSDS Zeolite product, 2014). Berdasarkan IARC monograph (1997), zeolit klinoptilolit dan mordenit termasuk ke dalam senyawa yang tidak berbahaya.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan Zeolit Alam Lampung hasil pemurnian yang menunjukkan karakteristik yang cocok sebagai bahan baku farmasi dan bermanfaat dalam bidang farmasi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah nilai guna zeolit alam Indonesia dan pembendaharaan keilmuan mengenai zeolit alam dalam bidang farmasi.

Percobaan

Bahan

Zeolit Alam Lampung, Larutan HCl 1 M, EDTA 0,1 M, aquabidest, alkohol, Parasetamol, Pb (NO₃)₂, simulasi cairan asam lambung buatan tanpa pepsin.

Alat

Labu erlenmeyer, mechanical shaker, pengaduk plastik, magnetic stirrer, neraca analitik, oven, furnace, cawan platina, cawan porselen, mortar dan pestle, kertas saring whatmann no. 41 dan 42, screening-325 mesh, kuas, pH meter, desikator,

spatula, krustang, gelas teflon, batang pengaduk, labu ukur, klem, pipet ukur, pipet tetes, mikropipet, lemari asam, hot plate. dan peralatan gelas yang biasa digunakan di Laboratorium.

Prosedur

Pemurnian Zeolit Alam Lampung

Zeolit yang telah lolos pengayak -325 mesh dibagi menjadi tiga bagian masing-masing 10 g. Proses awal yang dilakukan pertama-tama yakni, pada 10 g zeolit alam ditambahkan 100 mL HCl 1 M, dicuci dengan aquabidest sampai bebas asam (pH filtrat = pH aquabidest). , kemudian pada 10 g zeolit alam lainnya ditambahkan 100 mL aquabidest, , dan sebanyak 10 g zeolit alam bagian lainnya ditambahkan dalam 100 mL larutan EDTA 0,1 M, diaduk dengan magnetic stirrer selama dua jam pada suhu 60 °C. Setelah terjadi reaksi kesetimbangan heterogen antara zeolite dengan masing-masing larutan pencuci, selanjutnya sampel difiltrasi dan dikalsinasi pada suhu 350 °C selama dua jam di dalam furnace.

Analisis Instrumen

Zeolit alam asal Lampung sebelum dan sesudah melalui proses pemurnian dikarakterisasi dengan Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS), X ray diffraction (XRD), Scanning Electron Microscope (SEM), dan Thermogravimetric Analysis (TGA) untuk melihat perubahan kandungan fasa mineralnya dan kadar logam berat yang terkandung dalam zeolit alam teraktivasi.

Penentuan Kadar Logam Berat dalam Uji Simulasi

Setelah 100 mL larutan simulasi cairan lambung tanpa pepsin mencapai suhu 37 °C dalam magnetic stirrer , sebanyak dua ppm Pb nitrat ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) didispersikan ke dalam larutan. Kemudian ditambahkan masing-masing 0,653 g sampel zeolit dan karbon aktif ke tiap labu. Zeolit maupun karbon aktif akan menjerap Pb berdasarkan waktu kontak. Pengamatan kadar dilakukan dengan mengambil cuplikan (10 ml) dari campuran larutan ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) dengan zeolit maupun karbon aktif pada interval waktu yang berbeda (menit ke-0, -15, -30, -60, -120) dan

disaring menggunakan kertas saring Whatman. Filtrat diambil untuk pengukuran kadar Pb yang tidak terjerap dengan adsorben (zeolit dan karbon aktif) menggunakan AAS.

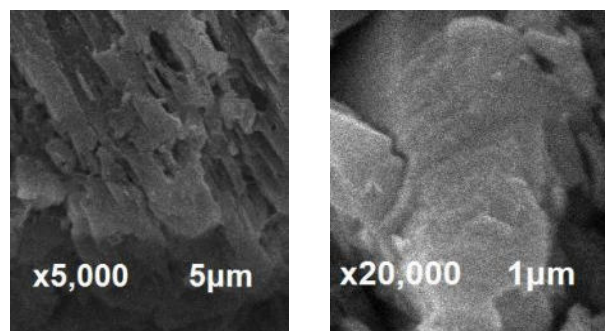
Penentuan Kadar Parasetamol dalam Uji Simulasi

Sebanyak 50 mg parasetamol didispersikan dalam labu erlenmeyer yang mengandung 100 mL larutan simulasi cairan lambung tanpa pepsin setelah mencapai suhu 37 °C dalam magnetic stirrer. Setelah parasetamol terlarut selama 10 menit, ditambahkan masing-masing 0,653 g sampel zeolit dan karbon aktif ke tiap labu. Zeolit maupun karbon aktif akan menjerap parasetamol berdasarkan waktu kontak. Pengamatan kadar dilakukan dengan mengambil cuplikan (10 ml) dari campuran reaksi pada interval waktu yang berbeda (menit ke-0, -15, -30, -60, -120) dan disaring menggunakan kertas saring Whatman, Filtrat diambil untuk pengukuran kadar parasetamol yang tidak terjerap dengan adsorben (zeolit dan karbon aktif) menggunakan spektrofotometer UV/Vis.

Hasil dan Pembahasan

Sebelum dilakukan pengolahan untuk mendapatkan zeolit yang memenuhi persyaratan sebagai bahan baku farmasi, karakteristik awal zeolit alam perlu diketahui untuk memastikan apakah pengolahan dapat meningkatkan kualitas zeolit alam tersebut tanpa mengubah strukturnya. Setiap zeolit akan memiliki bentuk kristal yang berbeda sesuai dengan jenisnya, jika mordenit maka foto SEM akan memperlihatkan bentuk seperti jarum. Sedangkan klinoptilolit berbentuk kubus atau balok (Ashutosh 2014), apabila zeolit terlihat berserat maka dapat dimungkinkan adanya fase mineral non zeolit yang tergabung dalam sampel. Pada Gambar 1, hasil analisis SEM zeolit alam asal Lampung, dari hasil perbesaraan 5000x dan 20000x terlihat bahwa zeolit alam asal Lampung tidak berbentuk jarum, sebagaimana yang ditunjukkan dalam literatur (Milić *et al.* 2014), sampel tersebut berjenis Cli-Heu (Clinoptilolite-Heulandite), jenis zeolite tersebut tidak bisa dibedakan hanya dari foto SEM tetapi perlu dilakukan perhitungan rasio Si/Al (Milić *et al.* 2014). Hal tersebut dapat dikonfirmasi juga

dengan dilengkapi dari data difraktogram pada analisis XRD.



Gambar 1. Hasil analisis SEM zeolit alam asal Lampung.

Tabel 1 menampilkan hasil analisis komponen utama zeolit alam asal Lampung. Komposisi mineral zeolit di dominasi oleh silikon dan aluminium, sebagai rangka utama pembentuk mineral zeolit. Telah diketahui mineral zeolit alam tersusun dari struktur dasar yang berbentuk tetrahedra $(\text{SiO}_4)^{4-}$. Ion Si^{4+} dalam struktur tersebut dapat tergantikan oleh ion Al^{3+} dan membentuk struktur tetrahedra $(\text{AlO}_4)^{5-}$. Untuk menjaga kenetralan, muatan negatif dinetralkan oleh kation yang bebas bergerak di dalam struktur dan dapat dipertukarkan (Estiaty 2008). Kation yang paling dominan dilihat dari hasil analisis adalah kalium.

Tabel 1. Komponen Utama Zeolit Alam Lampung

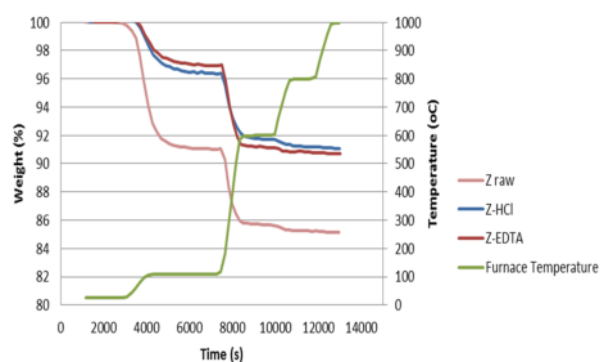
Komponen	Komposisi (%)	Metode
SiO_2	63,884 $\pm$ 2,1563	Gravimetri
Al_2O_3	11,407 $\pm$ 0,2938	Volumetri
Fe_2O_3	0,573 $\pm$ 0,0212	AAS
MnO	0,004 $\pm$ 0,0002	AAS
MgO	0,063 $\pm$ 0,0018	AAS
CaO	0,031 $\pm$ 0,0010	AAS
K_2O	3,796 $\pm$ 0,0361	AAS
Na_2O	1,789 $\pm$ 0,0720	AAS
P_2O_5	0,416 $\pm$ 0,0129	Spektrofotometri
TiO_2	5,694 $\pm$ 0,2574	Spektrofotometri
LOI*	15,697 $\pm$ 0,2371	Gravimetri

Ket: * Loss of ignition (Susut pemijaran) pada 1000 °C

Berdasarkan data dalam Tabel 1 di atas, dapat dihitung bahwa sampel zeolit memiliki rasio Si/Al 5,6 yang bersesuaian dengan jenis klinoptilolit. Sehingga dapat disimpulkan bahwa zeolit alam

Lampung berjenis klinoptilolit yang kaya akan kalium. Selain kalium, dari hasil analisis kimia didapatkan pula unsur natrium, kalsium dan magnesium. Unsur logam tersebut selain berasal dari zeolit, juga dapat terkandung dalam fasa mineral non zeolit yang terdapat dalam struktur zeolit dan dapat dipertukarkan.

Hasil analisis TGA pada sampel zeolit alam Lampung sebelum dan sesudah perlakuan, yang ditunjukkan dalam Gambar 2 yang memperlihatkan bahwa zeolit alam Lampung sebelum perlakuan (z-raw) memiliki nilai susut pemijaran 15% pada suhu 1000 °C lost of ignition (LOI) hal ini berkesesuaian dengan hasil analisis pada Tabel 1, sedangkan zeolit yang telah diberi perlakuan dengan larutan EDTA dan HCl memiliki nilai LOI sebesar 9% karena sudah mengalami proses kalsinasi pada suhu 350 °C sebelumnya. Kecenderungan pola susut bobot ketiga sampel zeolit tersebut memiliki kesamaan yang menunjukkan bahwa sifat fisikokimia ketiga sampel tersebut tidak mengalami perubahan setelah pencucian. Zeolit alam asal Lampung yang memiliki susut pemijaran sebesar 15% terbilang cukup tinggi bila dibandingkan dengan jenis zeolite lainnya, yang menandakan bahwa zeolit tersebut memiliki potensi daya jerap sebagai adsorben (Estiaty *et al.* 2002). Tingginya nilai LOI menandakan semakin tinggi daya serap dari zeolit yang menandakan bahwa zeolit tersebut berkualitas baik atau memiliki kemurniannya tinggi (Estiaty *et al.* 2002).



Gambar 2. Hasil analisis TGA Zeolit Lampung.

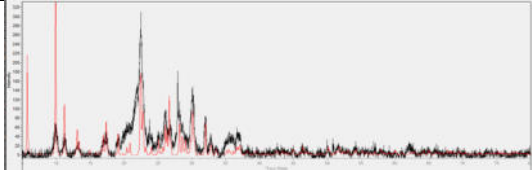
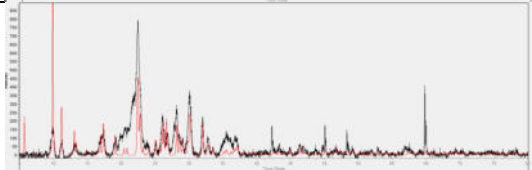
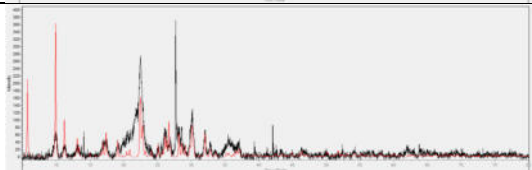
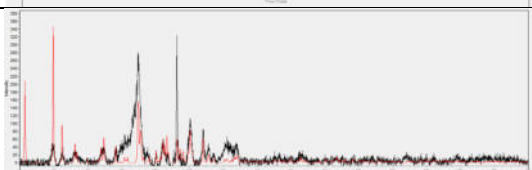
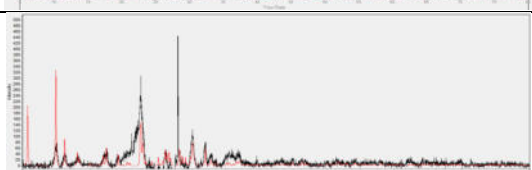
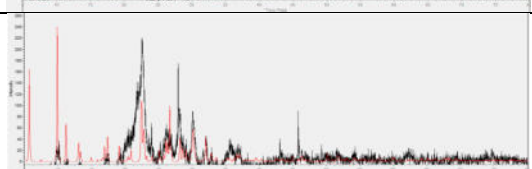
Untuk mengetahui komposisi mineral dari zeolit, dilakukan karakterisasi XRD. Hasil karakterisasi XRD menyatakan bahwa Zeolit Alam Lampung

berjenis klinoptilolit. Hal ini sesuai dengan hasil analisis SEM, dan analisis unsur utama dengan AAS, selain itu zeolit memiliki sedikit kandungan clay montmorilonit dan sedikit kuarsa yang umum terdapat pada bahan alam geologis. Sebagaimana yang tercantum dalam Tabel 3 kuarsa adalah senyawa SiO₂ yang merupakan mineral oksida yang jumlahnya dibatasi untuk zeolit pada penggunaan farmasi negara Kuba (Fuentes *et al.* 2006). Berbagai perlakuan pemanasan telah mengurangi komposisi kuarsa, sehingga dapat

meningkatkan kualitas zeolit.

Pada Tabel 2 memperlihatkan zeolit alam yang belum dimurnikan (z-raw) dibandingkan dengan zeolit hasil pemurnian dengan berbagai perlakuan menunjukkan bahwa metode pencucian tidak mengalami perubahan struktur karena difraksi zeolit terlihat tetap dan hanya ada perubahan pada intensitas difraktogramnya saja, yang diinterpretasikan sebagai perubahan kuantitas fasa mineral klinoptilolit.

Tabel 2. Hasil Analisis Kuantitatif Berbagai Sampel Zeolit Menggunakan XRD.

Sampel	Qtz	Mon.	Cli.	
ZL	7,4%	0,8%	91,8%	
ZL 100	5,4%	0,4%	94,3%	
ZL 200	5,7%	0,8%	93,5%	
ZL 300	3,6 %	0,8%	95,6%	
ZL-EDTA	1,7%	0,8%	97,5%	
ZL-HCl	8,8%	0,1%	91,1%	

*Qtz: kuarsa
Mon: Montmorilonit
Cli: klinoptilolit

ZL 100 = zeolit raw yang dipanaskan 100 °C
ZL 200 = zeolit raw yang dipanaskan 200 °C
ZL 300 = zeolit raw yang dipanaskan 300 °C

Tabel 3. Syarat Keamanan Bahan Baku Zeolit Untuk Farmasi Negara Kuba.

<i>Toxic elements</i>	<i>NRIB 1152</i>	<i>[ppm]</i>
<i>F</i>	<i>< 10</i>	
<i>Pb</i>	<i>< 10</i>	
<i>As</i>	<i>< 3</i>	
<i>Cd</i>	<i>< 2</i>	
<i>Hg</i>	<i>< 5</i>	
<i>Mineral Phases</i>	<i>NRIB 1152</i>	<i>[%]</i>
<i>CLI-HEU</i>	<i>> 50.0 ± 10</i>	
<i>MOR</i>	<i>< 20.0 ± 5</i>	
<i>Total zeolite</i>	<i>> 60 ± 10</i>	
<i>Calcite</i>	<i>< 15 ± 5</i>	
<i>Quartz+ feldspar+ montmorillonite+ Fe oxides</i>	<i>< 25.0 ± 10</i>	
<i>Total non-zeolite</i>	<i>40 ± 10</i>	

Sumber: Fuentes et al. 2006. *Antacid drug based on purified natural clinoptilolite*

Tabel 4 memperlihatkan bahwa dari keempat perlakuan berbeda pada Zeolit Alam Lampung, hanya zeolit yang dimurnikan dengan EDTA saja yang memenuhi syarat kandungan logam berat dibandingkan dengan persyaratan FDA Kuba yang tertera dalam tabel 3 (Fuentes *et al.* 2006). Kadar arsen yang tinggi pada zeolit alam membutuhkan pemurnian atau purifikasi untuk memenuhi standar kriteria yang telah ditetapkan. EDTA dapat membentuk ikatan yang kuat dengan logam-logam membentuk kompleks logam-EDTA. Uji penjerapan dilakukan untuk menilai potensi manfaat zeolit alam teraktivasi sebagai kandidat antidotum keracunan timbal.

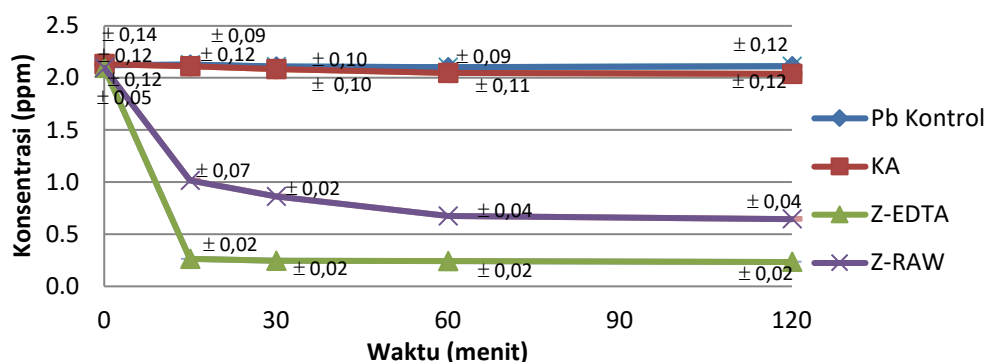
Tabel 4. Kandungan Logam Berat dalam Sampel Zeolit Alam Lampung.

Hasil Akhir	Arsen	Timbal	Kadmium
Z-HCl	4,12 ppm ± 0,75	< 1 ppm	<1ppm
Z-EDTA	< 0,1ppm	< 1 ppm	<1ppm
Z-Aquabidest	11,80 ppm ± 0,56	< 1 ppm	<1ppm
Z Raw	35,00 ppm ± 0,19	1,42 ppm ± 0,2	<1ppm
Syarat NRIB Cuba	< 3 ppm	<10 ppm	<2ppm

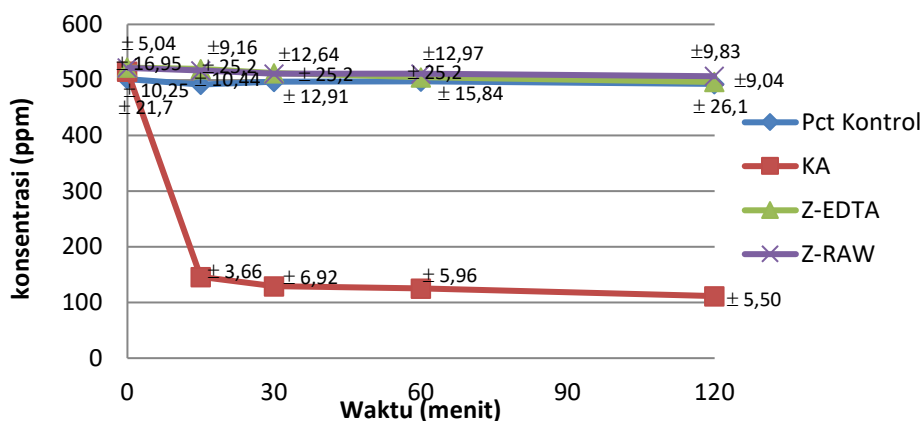
Hasil yang terlihat pada Gambar 3, zeolit yang dicuci dengan EDTA memiliki kemampuan penjerapan logam berat Pb yang sangat signifikan yaitu $\pm 89\%$ dengan waktu yang singkat (15 menit) pada cairan simulasi asam lambung tanpa pepsin dan tidak meningkat drastis lagi penjerapannya hingga waktu dua jam. Sementara untuk zeolit alam Lampung tanpa pemurnian memiliki kemampuan menyerap logam berat Pb hingga $\pm 69\%$. Mekanisme penjerapannya berdasarkan penarikan kation positif dari Pb untuk memenuhi kekurangan muatan negatif pada zeolit dan juga dapat dimungkinkan adanya reaksi tukar kation antara zeolit dan logam berat yang bersifat irreversible karena zeolit diketahui memiliki selektivitas tukar kation, sehingga dalam tubuh, zeolit dapat bekerja sebagai antagonis kimia untuk beragam senyawa logam berat (Karampahtsis 2012). Sedangkan karbon aktif derajat farmasi yang digunakan tidak memiliki

kemampuan yang signifikan untuk menyerap logam berat Pb padahal karbon aktif umumnya dapat menyerap logam berat, sehingga perlu dicari penyebab dari terganggunya penjerapan Pb oleh karbon aktif di dalam simulasi cairan asam lambung.

Pada uji simulasi untuk senyawa organik dengan parasetamol, hasil yang terlihat pada Gambar 4 menunjukkan bahwa zeolit yang dicuci dengan EDTA dan zeolit alam raw tidak memiliki daya jerap terhadap parasetamol. Parasetamol memiliki harga yang relatif murah dan ketersediaannya yang mudah, sehingga sering menjadi penyebab keracunan obat (Mafull *et al.* 2014). Karbon aktif memiliki kemampuan penjerapan parasetamol hingga $\pm 78\%$ dalam waktu dua jam, sedangkan zeolit tidak mampu menyerap molekul parasetamol secara signifikan. Zeolit mempunyai sifat sebagai penyaring



Gambar 3. Penurunan kadar Pb dalam media cairan asam lambung simulasi menggunakan karbon aktif dan zeolit.



Gambar 4. Penurunan kadar Parasetamol dalam media cairan asam lambung simulasi menggunakan karbon aktif dan zeolit.

molekul, tetapi dalam studi ini zeolit tidak mampu menyerap molekul parasetamol hal ini disebabkan karena berbagai faktor seperti ukuran molekul, pori, dan disosiasi larutan, sehingga zeolit kurang sesuai untuk digunakan sebagai penyerap senyawa organik parasetamol.

Kesimpulan

Berdasarkan data keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa zeolit alam Lampung yang menunjukkan karakteristik yang cocok sebagai kandidat antidotum keracunan timbal telah berhasil diperoleh. Zeolit alam Lampung telah berhasil dikarakterisasi dengan baik dan terbukti berjenis klinoptilolit dengan kandungan sebesar > 91 %, memiliki komposisi unsur utama Si, Al yang diikuti dengan kalium. Analisis termal menunjukkan bahwa Zeolit Alam Lampung memiliki kualitas yang baik.

Metode pencucian dengan larutan EDTA 0,1 M dan pemanasan pada 350 oC dapat mengurangi kadar As, Pb, dan Cd secara efektif sebagai kontaminan dalam sampel zeolit sehingga memenuhi syarat untuk dipakai sebagai kandidat antidotum keracunan timbal.

Zeolit yang dicuci dengan EDTA mampu menyerap Pb dalam simulasi cairan lambung buatan tanpa pepsin secara efektif dengan penurunan kadar Pb dari 2,10 ppm hingga 0,23 ppm atau setara dengan pengurangan $\pm 89\%$. Maka, zeolit hasil pemurnian mungkin dapat digunakan sebagai antidotum lokal dalam kasus keracunan Pb akut.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini terselenggara atas kerjasama antara Sekolah Farmasi ITB dengan Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia).

Daftar Pustaka

Beltcheva M, Metcheva R, Topashka-Ancheva M, Popov N, Teodorova S, 2015, Zeolites versus Lead Toxicity, *J Bioequiv Availab*: 12-29, doi: 10.4172/jbb.1000209

Cerri G, Farina M, Brundu A, Daković A, Giunchedi P, Gavini E, Rasso G, 2015, Natural zeolites for pharmaceutical formulations: preparation and evaluation of a clinoptilolite-based material, *Microporous and Mesoporous Mater*: 58-67, doi: 10.1016/j.micromeso.2015.10.034

Cerri G, de' Gennaro M, Bonferoni MC, Caramella C, 2004, Zeolites in biomedical application: Zn-exchanged clinoptilolite-rich rock as active carrier for antibiotics in anti-acne topical therapy, *Appl Clay Sci* : 141-150, doi: 10.1016/j.clay.2004.04.004

Ditjen POM Kemenkes RI, 2014, *Farmakope Indonesia*, ed V, Kemenkes RI, Jakarta,

Estiaty L, 2008, Impregnasi Logam Cu Terhadap Zeolit Alam Dengan Metode Aliran Kontinyu Sebagai Bahan Anti mikroba. *Prosiding Pemaparan Hasil Penelitian Puslit Geoteknologi 2008:Peran Riset Geoteknologi Dalam Mendukung Pembangunan Berwawasan Lingkungan*. 64-65 Bandung.

Estiaty L, Prijatama H, Goto Y, Szuciya, Zulkarnain I, Fatimah D, 2002, *Zeolite From Cikancra Tasikmalaya, West Java: A Review Of Its Properties*. Seminar IPTEK. Jakarta ,Batan

Fatimah D, Setiawan I, Estiaty L, Nurlela I, Yusianita N, Nurbaeti D, 2010, *Pengolahan Mineral Silikat Alam Sebagai Bahan Dasar Industri Farmasi*, Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI, Bandung

Fuentes RG, Denis AR, Barrios Álvarez MA, Iraizoz AC, 2006, Antacid drug based on purified natural clinoptilolite. *Microporous Mesoporous Mater*, doi:10.1016/j.micromeso.2006.03.032

Karampahtsis E, 2012, *Zeolite: Investigation of the Effectiveness and Safety as an Oral Chelating*

Agent for Heavy Metals. A comparison between different commercially available preparation, <http://www.isrctn.com/ISRCTN12861674> pdf (diakses pada 20 Juni 2016)

Kusdarto, 2008, *Potensi Zeolit di Indonesia*, *Jurnal Zeolit Indonesia* Vol. 7 No. 2. Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi Departemen Energi Dan Sumber Daya Mineral, Bandung

Mafull R, Tacoronte, Garcia R, Tobella J, Llopiz J, Iglesias A, Hotza D, 2014, Comparative study of the adsorption of acetaminophen on activated carbons in simulated gastric fluid. *SpringerPlus* 3:48.

Magdalena T, 2005, *Purification Of Natural Zeolite-Clinoptilolite For Medical Application-Extraction Of Lead*. Institute For Technology Of Nuclear And Other Mineral Raw Materials Belgrade, *J Serb Chem Soc*: 1335-1345, doi: 10.2298/JSC0511335T

Milić J, Daković A, Krajišnik D, Rottinghaus EG, 2014, Modified natural zeolites—functional characterization and biomedical application In: Ashutosh T (ed), *Advanced healthcare materials*, Scrivener, USA, 360-361.

MSDS, 2014, *Zeolite Product* <http://www.zeolite-product.com/media/files/msds.pdf> (diakses pada 20 Juni 2016)

POM, *Keracunan Timbal*, <http://www2.pom.go.id/public/siker/desc/produk/Timbal.pdf> (diakses pada 20 Juni 2016)

Selvam T, Schwieger W, Dathe W, 2014, Natural Cuban Zeolite for medical use and their histamine binding capacity, *Clay Miner*: 501-512, doi :10.1180/claymin.2014.049.4.0

WHO, IARC, 1997, *Silica, Some Silicates, Coal Dust and para-Aramid Fibrils*. IARC monograph, Volume 68, <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol68/mono68-11.pdf> (diakses pada 20 Juni 2016)