

Penurunan Kadar Logam Timbal Pada Limbah Cair Percetakan Dengan Zeolit Alam Teraktivasi (Studi Pada Limbah Cair Percetakan X Jember) Decrease Lead Levels In Waste Water Metal Printing With Activated Zeolite (Study on Waste Water Printing X Jember)

Wita Nurcahyaningstih Agustin Iswanto, Anita Dewi Moelyaningrum, Rahayu Sri Pujiati
Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas
Jember
Jalan Kalimantan 37, Jember 68121
e-mail : witaiswanto13@gmail.com

Abstract

Waste water printing has the potential to pollute the environment and ground water by releasing nitrates and heavy metals. Waste water printing is not given special attention. This study aimed to analyze the decline Pb using natural zeolite activated. Lead is a toxic metal that is cumulative. The research method is the true experimental design with RAL. The first stage is a natural zeolite is converted into a size 40 mesh and then activated chemically using H_2SO_4 . There are four groups, with each group consisting of 6 replication. The first group is the control group, the second group is the addition of natural zeolite activated 15 gr/l (X_1), the third group is the addition of natural zeolite activated 30 g/l (X_2), and the fourth group is the addition of natural zeolite activated 60 gr/l (X_3). Time contacting 60 minutes with stirring speed of 600 rpm. Results of research normality test in each treatment group then performed One Way ANOVA test. The fourth treatment normality test showed normal distribution with the entire value of $p = 0.200$. The test results one way ANOVA with $\alpha = 0.05$ indicates that the significance level of 0.035, meaning that the entire treatment group had an average of different populations, both in the control group, the group X_1 , X_2 , and X_3 .

Keywords: Liquid waste printing, activated natural zeolite, lead

Abstrak

Limbah cair percetakan memiliki potensi mencemari lingkungan air dan tanah dengan melepaskan nitrat dan logam berat. Limbah cair percetakan selama ini tidak diberi perhatian khusus. Penelitian ini bertujuan menganalisis penurunan kadar Pb menggunakan zeolit alam teraktivasi. Timbal adalah logam toksik yang bersifat kumulatif. Metode penelitian adalah *true eksperimental* dengan desain RAL. Tahap pertama adalah zeolit alam diubah menjadi ukuran 40 mesh kemudian diaktivasi secara kimia menggunakan larutan H_2SO_4 . Terdapat empat kelompok, dimana masing-masing kelompok terdiri dari 6 replikasi. Kelompok pertama yaitu kelompok kontrol, kelompok kedua yaitu penambahan zeolit alam teraktivasi 15 gr/l (X_1), kelompok ketiga yaitu penambahan zeolit alam teraktivasi 30 gr/l (X_2), dan kelompok keempat yaitu penambahan zeolit alam teraktivasi 60 gr/l (X_3). Waktu pengontakan 60 menit dengan kecepatan pengadukan 600 rpm. Hasil penelitian dilakukan uji normalitas pada setiap kelompok perlakuan kemudian dilakukan uji one way anova. Uji normalitas keempat perlakuan menunjukkan berdistribusi normal dengan seluruh nilai $p=0,200$. Hasil uji *one way anova* dengan $\alpha = 0,05$ menunjukkan bahwa tingkat signifikansi sebesar 0,035, artinya seluruh kelompok perlakuan memiliki rata-rata populasi yang berbeda, baik pada kelompok kontrol, kelompok X_1 , X_2 , dan X_3 .

Kata kunci: Limbah cair percetakan, zeolit alam teraktivasi, timbal

Pendahuluan

Perkembangan teknologi dan industri yang pesat dewasa ini ternyata membawa dampak bagi
Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa 2016

kehidupan manusia, baik dampak yang bersifat positif maupun dampak yang bersifat negatif. Dampak yang bersifat positif memang diharapkan oleh manusia dalam rangka meningkatkan kualitas

dan kenyamanan hidup. Namun dampak yang bersifat negatif yang memang tidak diharapkan karena dapat menurunkan kualitas dan kenyamanan hidup sehingga harus diatasi dengan sebaik-baiknya [1].

Secara tidak sadar, dalam proses perkembangan teknologi dan industri tersebut pasti tidak akan pernah luput dari yang namanya menghasilkan limbah. Limbah ini harus diatasi dengan baik dan tepat agar tidak menimbulkan kerugian baik bagi lingkungan maupun manusia. Limbah adalah buangan yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki lingkungannya karena tidak mempunyai nilai ekonomi [2]. Kegiatan industri dari hari ke hari makin meningkat, seolah-olah sasaran yang hendak dicapai, yaitu peningkatan kualitas hidup, sudah semakin dekat untuk dicapai.

Industri di Jember sendiri saat ini sudah berbagai macam jenisnya. Salah satunya adalah industri percetakan. Industri Percetakan X jember merupakan industri percetakan terbesar yang ada di Jember. Limbah cair industri percetakan memiliki potensi untuk mencemari lingkungan air dan tanah dengan cara melepaskan nitrat dan logam-logam berat [3]. Logam berat yang terkandung dalam limbah cair percetakan antara lain Pb, Cr, Co, Mn, Sn. Penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh Afrianita *et al*, 2013 menyebutkan bahwa kandungan logam berat dalam limbah cair percetakan di kota Padang untuk Pb sebesar 1,21 mg/l, sedangkan untuk Cr sebesar 1,42 mg/l, kemudian untuk Co sebesar 0,50 mg/l, selain itu untuk Mangan 1,72 mg/l serta untuk Sn sebesar 1,02 mg/l [4].

PP No. 82 tahun 2001 tentang Pengendalian Pencemaran Air menetapkan bahwa baku mutu Pb di perairan adalah sebesar 0,03 mg/l [5]. Angka tersebut adalah baku mutu terkecil dibandingkan dengan logam berat yang lain, yaitu Cr, Co, Mn, dan Sn. Sehingga dipilih Timbal (Pb) untuk dilakukan penelitian lebih lanjut meskipun Pb hanya menempati urutan ketiga pada limbah cair percetakan. Logam Pb merupakan racun yang tidak dibutuhkan oleh manusia ataupun binatang. Logam berat Pb dapat meracuni tubuh manusia secara kronis [6].

Salah satu pengolahan limbah cair yang bisa dilakukan adalah adsorpsi. Adsorben untuk limbah cair industri percetakan ini menggunakan media zeolit. Zeolit merupakan mineral yang terdiri dari kristal aluminosilikat terhidrasi yang mengandung kation alkali atau alkali tanah dalam kerangka tiga dimensinya. Ketika zeolit tersebut sudah diaktivasi hingga akhirnya zeolit dapat menyerap logam berat yang ada di dalam cairan atau padatan. Aktivasi asam H_2SO_4 dilakukan dalam penelitian ini sehingga menyebabkan terjadinya

dekationisasi yang menyebabkan bertambahnya luas permukaan zeolit karena berkurangnya pengotor yang menutupi pori-pori zeolit. Luas permukaan yang bertambah diharapkan meningkatkan kemampuan zeolit dalam proses penyerapan.

Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa untuk menurunkan logam berat Cr dengan media zeolit alam teraktivasi menggunakan zeolit sebanyak 15 gram/L dengan penurunan sebesar 99,275 %. Sehingga peneliti menggunakan patokan 15 gram/L sebagai patokan berat perlakuan pertama. Peneliti menambahkan dua variasi berat dengan perbedaan dua kali dari berat sebelumnya untuk mengetahui berapa gram zeolit yang efektif untuk menurunkan kadar Pb per literanya. Waktu pengontakan zeolit dengan limbah cair yaitu 60 menit [7]. Diameter mesh yang digunakan adalah sebesar 40 mesh [8]. Oleh Karena itu penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk memanfaatkan zeolit alam teraktivasi sebagai upaya menurunkan kadar timbal pada limbah cair percetakan.

Metode Penelitian

Desain penelitian ini adalah *True Eksperimental Design* dengan bentuk *Posttest Only Control Design* dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Tempat penelitian dilakukan di Fakultas MIPA Universitas Jember dan waktu penelitian dilaksanakan yakni Februari-Oktober 2016. Penelitian dilakukan menggunakan RAL non faktorial yang terdiri dari 4 perlakuan dengan 6 kali pengulangan untuk masing-masing perlakuan. Kelompok pertama adalah kelompok kontrol yaitu tanpa perlakuan, kelompok kedua (X_1) yaitu zeolit alam teraktivasi sebanyak 15 gr/l selama 60 menit dengan pengadukan 600 rpm, kelompok ketiga (X_2) yaitu zeolit alam teraktivasi sebanyak 30 gr/l selama 60 menit dengan pengadukan 600 rpm, kelompok keempat (X_3) yaitu zeolit alam teraktivasi sebanyak 60 gr/l selama 60 menit dengan pengadukan 600 rpm. Sampel limbah cair diambil dari industri percetakan X Jember pada proses pembasah dan pra cetak.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah botol, jerigen, oven, timbangan analitik, Spektrofotometer Serapan Atom (AAS), gelas ukur, labu ukur, pipet, balon karet isap, gelas erlenmeyer, pH meter, alat tulis, *stop watch*, *magnetic stirrer*, *stirrer*, *lambung porselen*, *shivesheaker*. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair industri percetakan, *aquadest*, H_2SO_4 , zeolit alam.

Penelitian ini memiliki 2 tahapan. Tahap pertama adalah tahap pre eksperimen yang meliputi proses aktivasi zeolit berukuran 40 mesh dengan larutan H_2SO_4 0,15 N selama 3 jam kemudian

melakukan penimbangan zeolit .Tahap kedua adalah tahap eksperimen yang meliputi pengambilan sampel air limbah cair percetakan, menyiapkan wadah zeolit, pengamatan parameter dan analisis data dan hasil penelitian.

Teknik analisis data penelitian menggunakan analisis deskriptif dan analitik. Uji statistik yang pertama adalah menguji normalitas dan homogenitas kemudian uji one way anova. Selanjutnya dilihat pada uji posthoc manakah kelompok yang memiliki perbedaan paling signifikan

Hasil Penelitian

Penelitian ini untuk mengetahui apakah zeolit alam teraktivasi mampu menurunkan kadar logam berat pada limbah cair percetakan. Parameter yang dilihat adalah berupa timbal (Pb). Pemeriksaan timbal dilakukan di laboratorium FMIPA Jurusan Kimia Universitas Jember. Metode laboratorium yang digunakan adalah AAS sesuai dengan petunjuk SNI.

Kadar Pb Limbah Cair Percetakan pada setiap pengulangan

Setiap pengulangan yang dilakukan menunjukkan hasil yang berbeda-beda karena penambahan zeolit pada setiap perlakuan juga berbeda. Hasil pengukuran kadar Pb dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

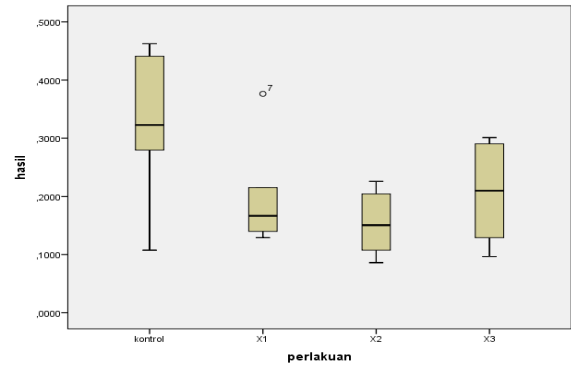
Tabel 1. Data setiap pengulangan masing-masing perlakuan

Pengulangan	Kontrol	X ₁	X ₂	X ₃
1	0,1075	0,3763	0,1505	0,1290
2	0,4624	0,1290	0,1075	0,2903
3	0,2796	0,1398	0,2043	0,0968
4	0,3656	0,1935	0,086	0,3011
5	0,2796	0,2151	0,1505	0,1935
6	0,4409	0,1398	0,2258	0,2258
Minimum	0,1075	0,1290	0,086	0,0968
Maksimum	0,4624	0,3763	0,2258	0,3011
Rata-rata	0,3226	0,1989	0,1541	0,2061
SD	0,1307	0,0934	0,0538	0,0831
SE	0	0,0711	0,1458	0,0988

Penurunan tertinggi ada pada kelompok perlakuan kedua (X₂) dengan penambahan zeolit alam teraktivasi sebanyak 30 gram/L. Rata-rata penurunannya sebesar 0,1541 mg/L. Penurunan tertinggi selanjutnya adalah kelompok perlakuan pertama (X₁) lalu yang terakhir kelompok perlakuan ketiga (X₃)

Tabel 1 juga dapat dibuat *boxplot*. *Boxplot* menjelaskan 5 ukuran statistik yang bisa dibaca, yaitu: nilai minimum, kuartil terendah atau kuartil pertama, median atau nilai pertengahan, kuartil tertinggi atau kuartil ketiga, nilai maksimum, *boxplot* juga dapat menunjukkan ada tidaknya nilai outlier dan nilai ekstrim dari data pengamatan [9].

Gambar 1. *Boxplot* kadar Pb setiap perlakuan



Kelompok kontrol dan kelompok perlakuan pertama (X₁), data kadar Pb limbah cair industri percetakan cenderung tidak berbentuk simetris. Hal ini dapat dilihat dari jarak median ke kuartil terendah dan jarak median ke kuartil tertinggi yang panjangnya tidak sama. Data tersebut kurang merata, terutama data yang berada di antara median dan kuartil terendah, data terpusat pada rentang tersebut. Kelompok perlakuan kedua (X₂) dan kelompok perlakuan ketiga (X₃) diketahui bahwa kadar Pb limbah cair industri percetakan berbentuk simetris. Hal ini dapat dilihat dari jarak median ke kuartil terendah dan jarak median ke kuartil tertinggi yang cenderung sama panjangnya.

Kelompok perlakuan kedua (X₂) dan kelompok perlakuan ketiga (X₃) penyebarannya terpusat, sedangkan untuk kelompok kontrol dan kelompok perlakuan pertama (X₁) memiliki penyebaran yang tinggi. Jika dilihat dari nilai *outlier*, hanya kelompok perlakuan pertama (X₁) yang memiliki satu *outlier*, yaitu nilai maksimumnya sebesar 0,3763 mg/L. Kelompok perlakuan ketiga (X₃) meskipun penyebarannya terpusat, namun memiliki median kadar Pb limbah cair yang cukup tinggi. Kesimpulannya adalah dari ketiga perlakuan, dapat dikatakan bahwa perlakuan kedua (X₂) dengan penambahan zeolit alam teraktivasi sebanyak 30 gram/L adalah perlakuan yang paling baik jika dilihat dari ukuran rata-rata, median, penyebaran dan nilai outlier.

Persentase Penurunan Kadar Pb pada kelompok perlakuan

Hasil kadar Pb pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan kemudian dapat diketahui persentase penurunan pada masing-masing perlakuan tersebut. Hasil persentase penurunannya dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 2. Rerata Perlakuan Penambahan Zeolit Alam Teraktivasi pada Limbah Cair Industri Percetakan

Perlakuan	Rerata Kadar Pb Kelompok kontrol (mg/l)	Rerata Kadar Pb tiap Perlakuan (mg/l)	Persentase Penurunan Kadar Pb (%)
X ₁		0,1989	38
X ₂	0,3326	0,1541	52
X ₃		0,2060	36

Penurunan tertinggi ada pada kelompok perlakuan kedua (X₂) dengan persentase sebesar 52 %. Kemudian dilanjutkan kelompok perlakuan pertama (X₁) dengan presentase 38 %. Terakhir adalah kelompok perlakuan ketiga (X₃) dengan presentase 36 %.

Uji statistik kadar Pb limbah percetakan

Uji pertama yang dilakukan adalah mengetahui normalitas dari data-data diatas. Uji normalitas dilakukan untuk memastikan apakah data tersebut dapat dilanjutkan untuk masuk uji anova. Hasil uji normalitas adalah sebagai berikut

Tabel 3. Uji Normalitas pada setiap kelompok perlakuan

	Kontrol	X ₁	X ₂	X ₃
Z hitung	0,204	0,265	0,193	0,178
P	0,200	0,200	0,200	0,200
Distribusi	Normal	Normal	Normal	Normal

Distribusi dari keseluruhan data adalah normal, artinya dapat dilanjut ke uji one way anova. Uji homogenitas untuk data-data tersebut sebesar 0,306. Hasil uji *one way* anova yang didapat adalah sebesar 0,035. Angka yang didapat kurang dari α sebesar 0,05, artinya seluruh kelompok perlakuan memiliki rata-rata populasi yang berbeda, baik pada kelompok kontrol, kelompok X₁, kelompok X₂, maupun kelompok X₃. Langkah selanjutnya adalah mencari tahu lebih lanjut mengenai perbedaan yang ada antara kelompok-kelompok perlakuan dengan uji *posthoc*. Hasilnya dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 4. Uji *Post Hoc* pada masing-masing perlakuan

Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa 2016

	Kontrol	X ₁	X ₂	X ₃
Kontrol	-	0,139	0,027*	0,175
X ₁	-	-	0,843	0,999
X ₂	-	-	-	0,776
X ₃	-	-	-	-

Tanda (*) menjelaskan bahwa terdapat perbedaan yang nyata atau signifikan. Kelompok kontrol dan kelompok perlakuan kedua (X₂) adalah satu-satunya yang memiliki tanda (*), artinya kadar Pb limbah cair industri kelompok kontrol dan kelompok perlakuan kedua (X₂) memiliki perbedaan yang signifikan. Massa zeolit yang paling baik atau efektif untuk menurunkan kadar Pb pada 1 liter limbah cair percetakan adalah pada kelompok perlakuan kedua (X₂) dengan berat 30 gram/L.

Pembahasan

Limbah cair yang dibutuhkan dalam penelitian ini sebanyak 24 L. Pengambilan limbah cair menggunakan metode *grab sample*. Limbah percetakan ini di dapatkan dari proses pra cetak dan proses pembasah sebelum pracetak. Pada proses pracetak bahan yang terkandung adalah air, *gum*, *repleniser*, kikisan *plate*, cairan *developer*. Proses pembasah menggunakan bahan-bahan yang mengandung air, *fountain solution* (campuran minyak dan tinta). Bahan yang di perkirakan mengandung logam berat Pb adalah tinta dan kikisan *plate*. Limbah cair di industri percetakan ini ditampung sampai dengan penuh di sebuah tempat penampung. Ketika limbah sudah penuh, maka akan dibuang ke selokan di dekat industri percetakan tersebut.

Seluruh data yang ada di atas menyebutkan bahwa zeolit alam teraktivasi mampu membantu industri percetakan untuk menurunkan kadar Pb pada limbah cair industri percetakan. Terlihat dari adanya penurunan kadar logam berat yang ada pada setiap perlakuan yang diberikan, baik perlakuan zeolit alam teraktivasi sebanyak 15 gr/l, 30 gr/l dan 60 gr/l. Penurunan kadar Pb selama perlakuan disebabkan oleh proses adsorpsi yang terjadi. Penelitian menyebutkan bahwa ada beberapa faktor yang mempengaruhi kemampuan adsorpsi yaitu agitasi, karakteristik adsorbent, daya larut, ukuran molekul zat terlarut, komposisi kimia, pH, suhu, waktu [8].

Faktor adsorpsi yang pertama adalah komposisi kimia. Aktivasi dilakukan untuk menghilangkan pengotor-pengotor serta untuk memodifikasi sifat-sifat dari zeolit seperti luas permukaan dan keasaman. Luas permukaan serta keasaman yang meningkat akan menyebabkan aktivitas katalitik dari zeolit akan meningkat. Selama proses adsorpsi, ion logam berat akan menggantikan

H₂SO₄ pada zeolite [10]. Proses aktivasi ada dua macam, yaitu secara fisis dan kimia. Aktivasi secara fisis dilakukan dengan pemanasan pada suhu tertentu di atas 400°C sedangkan aktivasi secara kimia dengan cara penambahan zat kimia tertentu baik yang bersifat asam, basa ataupun garam. Aktivasi pada zeolit ini menggunakan asam kuat yang bertujuan untuk membentuk dekationisasi yang dapat menyebabkan luas permukaan zeolit bertambah karena berkurangnya pengotor yang menutupi pori-pori zeolit. Dengan bertambahnya luas permukaan maka penyerapan yang dilakukan oleh zeolit dapat lebih optimal.

Faktor adsorpsi yang kedua dan ketiga adalah karakteristik adsorbent dan ukuran molekul zat terlarut. Bentuk adsorbent dalam penelitian ini berupa butiran zeolit dengan ukuran 40 mesh. Suatu zat padat akan lebih cepat bereaksi jika permukaannya diperluas dengan cara mengubah bentuk kepingan menjadi ukuran diperkecil, sehingga luas permukaan bidang tumbukan antara zat pereaksi akan semakin besar. Semakin luas permukaan adsorbent maka daya adsorpsinya semakin tinggi [10]. Ukuran adsorbent berpengaruh terhadap nilai efisiensi adsorpsi yang diperoleh. Semakin kecil ukuran butir adsorbent akan memberikan nilai efisiensi adsorpsi yang diperoleh semakin besar [11]. Ukuran 40 mesh ini termasuk ukuran kecil yang menyebabkan jumlah pori yang diberikan semakin banyak, dan kontak yang terjadi semakin besar, sehingga efisiensi adsorpsi yang diperoleh akan menjadi semakin besar.

Faktor adsorpsi yang keempat adalah massa adsorbent. Semakin banyak massa adsorbent maka penurunan yang dihasilkan juga akan semakin tinggi [12]. Kenaikan beban adsorbent dalam limbah memberikan kecenderungan naiknya nilai efisiensi adsorpsi yang diperoleh. Hal ini terjadi karena semakin banyak adsorbent yang ditambahkan akan mengakibatkan bertambahnya jumlah rongga dan pori adsorbent [11]. Penelitian ini menggunakan variasi massa 15 gram/L (X₁), 30 gram/L (X₂) dan 60 gram/L (X₃). Penurunan tertinggi ada pada perlakuan penambahan zeolit alam teraktivasi 30 gr/l (X₂) dengan persentase penurunan sebesar 52 %.

Faktor yang kelima adalah agitasi atau kecepatan pengadukan. Kecepatan pengadukan yang semakin tinggi memberikan nilai efisiensi sorpsi yang semakin besar, sehingga kadar Pb dalam beningan semakin rendah. Semakin besar kecepatan pengadukan akan menyebabkan semakin bertambahnya butiran sorben yang terdistribusi secara merata ke dalam semua bagian larutan limbah, sehingga menyebabkan semakin besar terjadinya interaksi butiran sorben dengan ion-ion logam dalam limbah [11]. Dalam penelitian ini agitasi atau

kecepatan pengadukan yang digunakan adalah sebesar 600 rpm. Kecepatan pengadukan sebesar 600 rpm pada kelompok perlakuan mampu untuk menurunkan kadar Pb pada limbah cair industri percetakan.

Faktor yang keenam adalah waktu. Semakin lama waktu pengadukan yang dilakukan, memberikan efisiensi adsorpsi yang semakin besar. Hal ini terjadi karena waktu pengadukan berpengaruh pada kesempatan terjadinya interaksi antara butiran adsorbent zeolit dengan ion logam sebagai kontaminan dalam limbah. Selain itu waktu pengadukan juga akan memperbesar waktu kontak antara adsorbent dan kontaminan sehingga efisiensi penyerapan yang diperoleh semakin besar [11]. Dalam penelitian ini waktu yang digunakan pada proses pengadukan selama 60 menit. Hasil yang didapatkan diketahui bahwa seluruh kelompok perlakuan menunjukkan penurunan kadar Pb limbah cair industri percetakan dengan menggunakan waktu selama 60 menit. Waktu 60 menit ini memberi kesempatan untuk terjadinya interaksi antara butiran adsorbent zeolit dengan ion logam sebagai kontaminan dalam limbah. Waktu pengadukan akan memperbesar waktu kontak antara adsorbent dan kontaminan dan selanjutnya akan memperbanyak kemungkinan terjadinya proses pertukaran ion H₂SO₄ dengan Pb²⁺ yang ada di dalam limbah.

Penelitian ini terjadi adsorpsi penggabungan secara fisika dan kimia. Adsorpsi jenis ini akan mengikat ion-ion yang di adsorpsi dengan ikatan secara kimia tetapi ikatan ini mudah dilepaskan kembali untuk dapat terjadinya pertukaran ion. Larutan Pb sebagai zat yang diserap tidak terikat kuat pada permukaan adsorbent sehingga dapat bergerak dari satu bagian ke bagian lain dalam adsorbent dan ikatan logam terlepas kembali ke dalam larutan.

Hasil akhir penurunan yang didapatkan untuk seluruh kelompok, kadar Pb masih berada di atas baku mutu berdasarkan PP No. 82 tahun 2001 tentang Pengendalian Pencemaran Air yang menetapkan bahwa baku mutu Pb di perairan adalah sebesar 0,03 mg/l. Kemungkinan yang mempengaruhi kurang maksimalnya penurunan kadar Pb dan hasil penurunan kadar Pb yang berbeda-beda pada limbah cair industri percetakan adalah tidak memperhatikan pH dan suhu. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa kelompok perlakuan yang paling efektif dalam menurunkan kadar Pb pada limbah cair industri percetakan adalah kelompok X₂ dengan penambahan zeolit alam teraktivasi sebanyak 30 gr/l dengan persentase penurunan sebesar 52 %.

Simpulan dan Saran

Zeolit alam teraktivasi terbukti mampu untuk menurunkan kadar timbal pada limbah cair percetakan. Rerata penurunan kelompok kontrol, kelompok perlakuan X₁, kelompok perlakuan X₂, kelompok perlakuan X₃ secara berturut-turut adalah 0,3226 mg/l ; 0,1989 mg/l ; 0,1541 mg/l ; 0,2061 mg/l. Penurunan tertinggi ada pada kelompok perlakuan X₂ dengan persentase sebesar 52 %. Hasil uji *One Way* Anova menyebutkan ada perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan X₂.

Zeolit alam teraktivasi dapat dijadikan alternatif bagi pihak industri percetakan dan Kantor Lingkungan Hidup untuk menurunkan logam Pb pada limbah cair. Peneliti selanjutnya dapat melakukan penelitian lebih lanjut mengenai ukuran zeolit yang lebih kecil dan dapat melakukan kontrol terhadap pH dan suhu.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih saya ucapkan kepada pihak industri percetakan X yang telah memberi ijin sampel limbah cairnya saya gunakan sebagai eksperimen.

Daftar Pustaka

- [1] Wardhana WA. Dampak Pencemaran Lingkungan. Edisi Revisi. Yogyakarta: Andi: 2004
- [2] Soeparman, Soeparmin. Pembuangan Tinja dan Limbah Cair. Jakarta: Kedokteran EGC: 2002
- [3] Giantika R, Elystia S, Zultiniar. Pemanfaatan Tanah Lempung Untuk Menurunkan Konsentrasi Logam Pb dan Cr dari Limbah Cair Industri Percetakan Koran [internet]; 2015 Oct. [Diakses pada 5 Maret 2016]. Available from: <http://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFTEKNIK/article/download/8349/8018>
- [4] Afrianita Reri, Dewilda Yommi, Fitri Rafiola. Efisiensi dan Kapasitas Penyerapan Fly Ash sebagai Adsorben dalam Penyisihan Logam Timbal (Pb) Limbah Cair Industri Percetakan di Kota Padang. Jurnal Teknik Lingkungan Vol. X, No. 1 Hal 1-10 [internet]. 2013 Jan. [Diakses pada 25 Maret 2016]. Available from: <http://lingkungan.ft.unand.ac.id/images/fileTL/Dampak%2011-1/8-REA%20v.pdf>
- [5] Indonesia. Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 tentang Pengendalian Pencemaran Air. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia; 2001
- [6] Mukono. Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan. Surabaya; Airlangga University Press; 2006
- [7] Emelda Lisanti, Suhardini. Pemanfaatan Zeolit Alam Teraktivasi untuk Adsorpsi Logam Krom (Cr³⁺) [internet]. Oct. [Diakses pada 7 Februari 2016]. Available from: <http://jurnal.unsyiah.ac.id/RKL/article/view/1229>
- [8] Poerwadio AD, Masduqi A. Penurunan Kadar Besi Oleh Media Zeolit Alam Ponorogo Secara Kontinyu [internet]. 2014 Oct. [Diakses pada 27 Desember 2015]. Available from http://personal.its.ac.id/files/pub/2091-ali-masduqi-zeolit_ponorogo.pdf
- [9] Yamin Darsyah. Penggunaan Stem And Leaf Dan Boxplot Untuk Analisis Data. Jurnal Program Studi Statistika, No. 1, Vol.01 [internet]. 2014 Jan. [Diakses pada 19 Oktober 2016]. Available from: <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=166397&val=6071&title=PENGUNAAN%20STEM%20AND%20LEAF%20DAN%20BOXPLOT%20UNTUK%20ANALISIS%20DATA>
- [10] Solikah S, Utami B. Perbedaan Penggunaan Adsorben Dari Zeolit Alam Teraktivasi Dan Zeolit Terimmobilisasi Dithizon Untuk Penyerapan Ion Logam Berat (Cu²⁺) [internet]. 2014 Jun. [Diakses pada 2 September 2016]. Available from: <http://snkpk.fkip.uns.ac.id/wp-content/uploads/2015/03/PENGARUH-PENGGUNAAN-ADSORBEN-DARI-ZEOLIT-ALAM-TERRIMOBILISASI-DITHIZON-UNTUK-PENYERAPAN-ION-TEMBAGA-Cu2-1.pdf>
- [11] Kimolo E, Nurimaniwathy, Ridantami V. Reduksi Volume Limbah Radioaktif Cair Menggunakan Zeolit Alam [internet]. 2013 Sep. [Diakses pada 31 Agustus 2016]. Available from: <http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/Public/46/116/46116495.pdf>
- [12] Said M, Prawati A, Murenda E. Aktifasi Zeolit Alam Sebagai Adsorbent Pada Adsorpsi Larutan Iodium. Jurnal Teknik Kimia, No.4, Vol. 15 [internet]. 2008 Des. [Diakses pada 2 September 2016]. Available from: <http://webcache.googleusercontent.com/search?>

[q=cache:P15rd9IZ014J:jtk.unsri.ac.id/index.php/jtk/article/download/59/60+&cd=1&hl=en&](http://cache:P15rd9IZ014J:jtk.unsri.ac.id/index.php/jtk/article/download/59/60+&cd=1&hl=en&)

[ct=clnk&gl=id](#)