

Analisis Perbedaan Penurunan Kadar BOD Dan COD pada Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Zeolit (Studi di Pabrik Tahu di Desa Kraton Kecamatan Kencong Kabupaten Jember)

Analysis the difference of BOD and COD levels decrease in Wastewater of Tofu Industry by Using zeolites (A Study at Tofu Factory in Kraton Village, Kencong Sub-District Jember District)

Rizki Wahistina, Ellyke, Rahayu Sri Pujiati

Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan dan Keselamatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember

E-mail: ne.ri_286@yahoo.com

Abstract

Tofu industry wastewater its contain high levels of BOD and COD was result in losses in terms of aesthetics, environment and health. Zeolites which function as ion exchangers, molecular sieves, catalysts and adsorbents can be used to reduce levels of COD and BOD. This research aims to analyze the differences in BOD and COD levels in tofu waste water which was not given zeolite and that was. The method used was true experimental design with Posttest Only Control Group Design and RAK. Hypothesis testing used one way ANOVA with $\alpha = 0.05\%$. The research results showed that X1 was able to reduce BOD level by 45.2% and COD levels by 41.8%. X2 could reduce BOD level by 51.4% and COD level by 50.6%. X3 reduce BOD level by 60.1% and COD level by 56.9%. There was a significant ($p < 0.05$) difference levels of BOD control with group X1 ($p = 0.008$), X2 ($p = 0.002$) dan X3 ($p = 0.000$). There was a significant ($p < 0.05$) difference levels of COD control with group X1 ($p = 0.018$), X2 ($p = 0.004$) and X3 ($p = 0.001$). X3 was the treatment group which most reduced BOD and COD levels in tofu waste water.

Keyword: Zeolite, BOD, COD

Abstrak

Limbah cair industri tahu mengandung kadar BOD dan COD tinggi dan menimbulkan kerugian dari segi estetik, lingkungan maupun kesehatan. Zeolit sebagai ion exchanger, molecular sieve, katalis dan adsorben dapat digunakan untuk menurunkan kadar BOD dan COD. Penelitian ini bertujuan menganalisis perbedaan kadar BOD dan COD limbah cair tahu yang tidak diberi zeolit dengan limbah cair tahu yang diberi zeolit. Metode yang digunakan adalah true experimental design dengan Posttest Only Control Group Design dan RAK. Uji hipotesis menggunakan one way anova dengan $\alpha = 0,05\%$. Hasil penelitian menunjukkan X1 mampu menurunkan kadar BOD sebesar 45,2% dan kadar COD sebesar 41,8%. X2 mampu menurunkan kadar BOD sebesar 51,4% dan kadar COD sebesar 50,6%. X3 mampu menurunkan kadar BOD sebesar 60,1% dan kadar COD sebesar 56,9%. Terdapat perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) kadar BOD kontrol dengan kelompok X₁ ($p = 0.008$), X₂ ($p = 0.002$) dan X₃ ($p = 0.000$). Terdapat perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) kadar COD kontrol dengan kelompok X1 ($p = 0.018$), X2 ($p = 0.004$) dan X3 ($p = 0.001$). Kelompok X3 adalah kelompok perlakuan yang paling banyak menurunkan kadar BOD dan COD limbah cair tahu.

Kata Kunci: Zeolit, BOD, COD

Pendahuluan

Industri tahu biasanya merupakan usaha kecil dan menengah dengan penanganan teknis yang masih sederhana. Tahu merupakan salah satu jenis makanan yang dibuat dari kedelai dengan jalan memekatkan

protein kedelai dan mencetaknya melalui proses pengendapan protein, dengan komponen pembentuk terbesar terdiri dari air dan protein Industri tahu dalam proses pengolahannya menghasilkan limbah baik limbah padat maupun cair. Limbah padat dihasilkan dari proses penyaringan dan penggumpalan, sedangkan limbah

cairnya dihasilkan dari proses pencucian, perebusan, pengepresan dan pencetakan tahu, oleh karena itu limbah cair yang dihasilkan sangat tinggi [13]. Limbah cair industri tahu mengandung zat-zat organik yaitu protein 40% - 60 %, karbohidrat 25%-50%, lemak 10% dan padatan tersuspensi lainnya yang di alam dapat mengalami perubahan fisika, kimia dan hayati yang akan menghasilkan zat toksik atau menciptakan media tumbuh bagi mikroorganisme patogen [9]. Limbah cair industri tahu tersebut bila mengalami pembusukan dapat menyebarkan bau tidak sedap dan mencemari perairan. Limbah cair tahu ini jika dialirkan ke sungai maka akan mencemari sungai dan bila masih digunakan akan menimbulkan gangguan kesehatan yang berupa penyakit gatal, diare, kolera, radang usus dan penyakit lainnya, khususnya yang berkaitan dengan air yang kotor dan sanitasi lingkungan yang tidak baik [16].

Metode pengolahan limbah dapat dilakukan dengan mengurangi kadar zat-zat yang berbahaya dengan menggunakan proses fisik, biologi maupun kimia [16]. Pada penelitian ini digunakan proses kimia yaitu zeolit. Zeolit tersusun dari kerangka jaringan tetrahedral SiO_4 dan AlO_4 . Zeolit juga mudah dimodifikasi karena sifat tetrahedral dapat dikontakkan dengan bahan-bahan pemodifikasi. zeolit berfungsi sebagai *adsorben*, *molecular sieve/molecular mesh* (saringan molekuler) karena memiliki pori-pori berukuran molekuler sehingga mampu memisahkan/menyaring molekul dengan ukuran tertentu, dan bahan pengering (Kusnaedi, 2010). Sifat muatan listrik yang dimiliki oleh kerangka zeolit baik muatan pada permukaan maupun muatan di dalam rongga menyebabkan zeolit dapat digunakan sebagai zat pengadsorpsi, penukar ion dan katalis [16]. Dengan adanya sifat-sifat tersebut zeolit banyak dimanfaatkan sebagai adsorben, penukar ion dan lain-lain [4].

Dalam penggunaannya zeolit diaktivasi dengan berbagai cara diantaranya menggunakan asam, basa, pemanasan, terimpregnasi TiO_2 dan lain-lain [16]. Sistem aktivasi oleh basa pada zeolit efisien menurunkan kadar BOD dan COD pada limbah industri tahu di Desa Kalisari, Cilongok secara berturut-turut sebesar 93,571%, dan 92,300% [17].

Hasil studi pendahuluan yang dilakukan pada salah satu pabrik tahu di Desa Kraton Kecamatan Kencong diketahui limbah cair tahunya memiliki kadar BOD dan COD yang cukup tinggi dan melebihi baku mutu yang di persyaratkan, yaitu dengan kadar BOD sebesar 240 mg/l dan COD sebesar 1606 mg/l. Baku mutu limbah cair yang dipersyaratkan untuk BOD dan COD untuk air limbah masing-masing adalah 150 mg/l dan 300 mg/l [3]. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis perbedaan kadar BOD dan COD limbah cair tahu yang tidak diberi zeolit dengan limbah cair tahu yang diberi zeolit

Metode Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimental. Desain penelitian ini adalah *True Eksperimental Design* dengan bentuk *Posttest Only Control Group Design* dan menggunakan rancangan percobaan RAK (Rancangan Acak Kelompok) [6]. Pada penelitian ini dibagi menjadi empat kelompok, yaitu satu kelompok kontrol (K) dan tiga kelompok perlakuan (X1, X2, dan X3). Kelompok perlakuan pertama (X1) diberi zeolit dengan konsentrasi 212,5 gr/0,25L, kelompok perlakuan kedua (X2), diberi zeolit dengan konsentrasi 225 gr/0,25L dan kelompok perlakuan ketiga (X3) diberi zeolit dengan konsentrasi 237,5 gr/0,25L. Ketiga kelompok perlakuan ini didiamkan selama 2 jam dan di ukur kadar BOD menggunakan titrasi cara winkler dan COD menggunakan spektrofometri dengan *digestion*. Zeolit yang digunakan dalam penelitian adalah zeolit alam yang diaktivasi menggunakan basa (NaOH 0,1 M).

Jumlah sampel pada penelitian ini adalah 24 sampel. Sampel limbah car tahu diambil disalah satu pabrik tahu di Desa Keraton Kecamatan Kecong Kabupaten Jember dan sampel dianalisis di Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten Lumajang. Prose penelitian yang dilakukan yaitu aktivasi zeolit, pengambilan sampel, proses perlakuan dan pengujian laboratorium

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer pada penelitian ini didapatkan dari hasil uji laboratorium terhadap limbah cair tahu dengan parameter BOD dan COD. Data sekunder pada penelitian ini adalah referensi, studi kepustakaan, dan data industri tahu di Kabupaten Jember [6]. Teknik penyajian data dalam bentuk tabel dan grafik yang disertai dengan penjelasan (tekstular) [6]. Analisis data dilakukan dengan menggunakan uji *one way anova* dengan $\alpha = 0,05$ yang dilakukan uji hogenitas terlebih dahulu.

Hasil

Kadar BOD Limbah Cair Tahu tanpa Zeolit

Rata-rata kadar BOD limbah cair tahu yang tidak diberi zeolit adalah 3045,5 mg/l. Kadar BOD tertinggi pada pengulangan kelima yaitu sebesar 4035 mg/l dan terendah pada pengulangan keempat dan kelima yaitu 2505 mg/l. Data mengenai kadar BOD limbah cair tahu yang tidak diberi zeolit dapat dilihat pada Gambar 1.

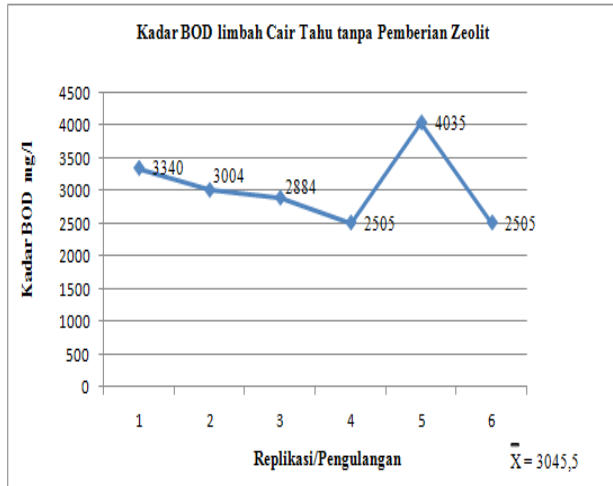
Kadar COD Limbah Cair Tahu tanpa Zeolit

Rata-rata kadar COD limbah cair tahu yang tidak diberi zeolit adalah 3708,3 mg/l. Kadar COD tertinggi pada pengulangan pertama yaitu sebesar 4470 mg/l dan terendah pada pengulangan keenam yaitu 3050

mg/l. Data mengenai kadar COD limbah cair tahu yang tidak diberi zeolit dapat dilihat pada Gambar 2.

Kadar BOD Limbah Cair Tahu yang Diberi Zeolit

Kadar BOD pada limbah cair tahu mengalami penurunan setelah diberi zeolit yang dibiarkan selama 2 jam. Kadar BOD tertinggi terjadi pada perlakuan kedua (X2) yaitu kelompok eksperimen limbah cair tahu yang diberi zeolit sebesar 225 gr/0,25L, tepatnya pada pengulangan kelima yaitu sebesar 2629 mg/l. Sedangkan kadar



Gambar 1 Grafik kadar BOD limbah cair tahu tanpa pemberian zeolit

BOD terendah terjadi juga pada perlakuan kedua (X2) yaitu kelompok eksperimen limbah cair tahu yang diberi zeolit sebesar 225 gr/0,25L, tepatnya pada pengulangan keenam yaitu sebesar 373 mg/l. Data mengenai kadar BOD limbah cair tahu kontrol dan perlakuan dapat dilihat pada Gambar 3.

Kadar COD mbah Cair Tahu yang Diberi Zeolit

Kadar COD pada limbah cair tahu mengalami penurunan setelah diberi zeolit selama 2 jam. Kadar COD tertinggi terjadi pada perlakuan pertama (X1) yaitu kelompok eksperimen limbah cair tahu yang diberi zeolit sebesar 212,5 gr/0,25L, tepatnya pada pengulangan kelima yaitu sebesar 3160 mg/l. Sedangkan kadar COD terendah terjadi juga pada perlakuan ketiga (X3) yaitu kelompok eksperimen limbah cair tahu yang diberi zeolit sebesar 237,5 gr/0,25L, tepatnya pada pengulangan keenam yaitu sebesar 410 mg/l. Data mengenai kadar BOD limbah cair tahu kontrol dan perlakuan dapat dilihat pada Gambar 4.

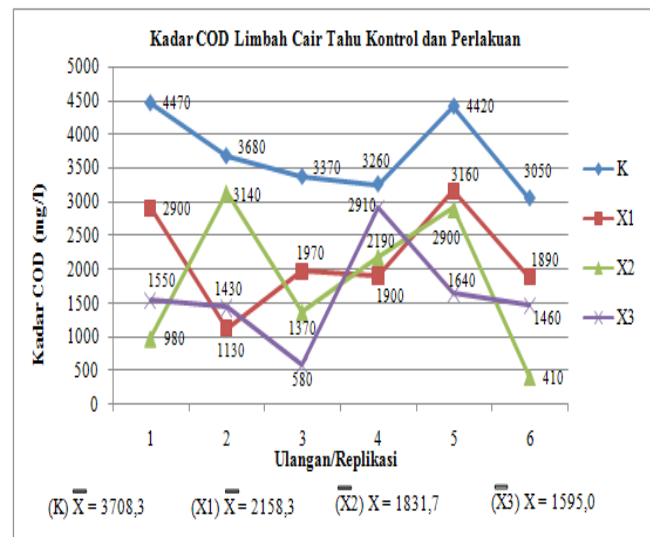
Perbedaan Kadar BOD Kelompok Kontrol dengan Kelompok X1, X2, dan X3

Kemampuan penurunan kadar BOD tertinggi terjadi pada kelompok perlakuan X3 yaitu sebesar 60,1%. Sedangkan kemampuan penurunan kadar BOD

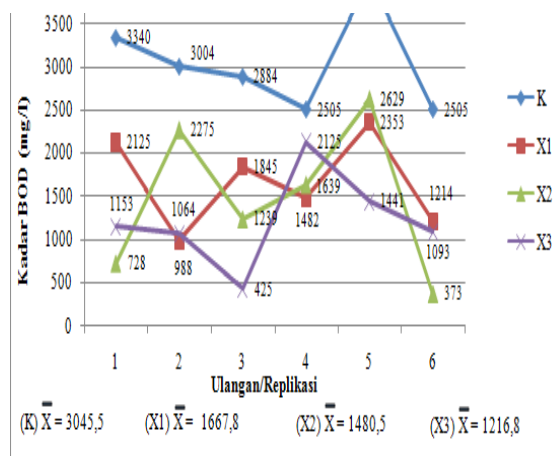
terendah terjadi pada kelompok perlakuan X1 sebesar 45,2%. Hasil uji statistik menunjukkan kelompok kontrol (K) berbeda signifikan ($p < 0,05$) dengan kelompok X1 yaitu dengan nilai $p = 0,008$, kelompok X2 dengan nilai $p = 0,002$, dan kelompok X3 dengan nilai $p = 0,000$. Namun, tidak berbeda signifikan antara kelompok X1 dengan kelompok X2 dan X3 begitu pula dengan kelompok X2 dengan kelompok X3.

Perbedaan Kadar COD Kelompok Kontrol dengan Kelompok X1, X2, dan X3

Gambar 3 Grafik kadar BOD limbah cair tahu tidak diberi zeolit (kontrol) dan limbah cair tahu yang diberi zeolit (perlakuan) selama 2 jam. COD terendah terjadi pada kelompok perlakuan pertama (X1) yaitu sebesar 41,9%. Hasil uji statistik



Gambar 4 Grafik kadar COD limbah cair tahu tidak diberi zeolit (kontrol) dan limbah cair tahu yang diberi zeolit (perlakuan) selama 2 jam



Gambar 2 Grafik kadar COD limbah cair tahu tanpa pemberian zeolit

Pembahasan

Zeolit didefinisikan sebagai suatu aluminosilikat dengan kerangka struktur berongga yang ditempati oleh molekul-molekul air dan kation yang keduanya dapat bergerak bebas sehingga memungkinkan pertukaran ion tanpa merusak struktur zeolit [4]. Zeolit dapat digunakan sebagai adsorben karena merupakan polimer anorganik yang tersusun dari satuan berulang berupa tetrahedral SiO₄ dan AlO₄. Polimer yang terbentuk merupakan jaringan tetrahedral 3 dimensi berupa Kristal-kristal didalamnya terdapat saluran-saluran pori dan rongga yang tersusun secara beraturan. Dengan struktur dan komposisi zeolit seperti itu membuat zeolit mempunyai sifat sangat berpori, karena kristal zeolit sebenarnya merupakan kerangka yang berbentuk tetrahedral yang berfungsi untuk digunakan sebagai adsorben yang mempunyai permukaan yang luas [7].

Pemberian zeolit dengan konsentrasi 212,5 gr/0,25L, 225 gr/0,25L dan 237,5 gr/0,25L dapat mengurangi kadar BOD dan COD limbah cair industri tahu. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan kemampuan penurunan kadar BOD dan COD tertinggi didapat pada perlakuan X3 (limbah cair industri tahu yang diberi zeolit dengan konsentrasi 237,5 gr/0,25L selama 2 jam) yang mampu menurunkan kadar BOD sebesar 60,1% dan COD sebesar 56,9%. Namun, berdasarkan KEPGUB Jawa Timur No. 45 tahun 2002 kadar ini masih melebihi baku mutu yang dipersyaratkan yaitu untuk BOD sebesar 150 mg/l dan COD sebesar 300 mg/l [3].

Penurunan kadar BOD pada limbah cair tahu ini disebabkan karena zeolit yang telah diaktivasi dan dimodifikasi mempunyai pori-pori yang lebih luas sehingga dapat menyerap limbah organik secara optimal. Proses tersebut berkaitan dengan terjadinya ikatan kimia antara gugus aktif pada bahan organik dengan padatan melalui interaksi asam-basa Lewis yang menghasilkan kompleks pada permukaan padatan [1]. Interaksi ini terjadi karena pasangan elektron pada gugus aktif bahan organik menempati orbital *d* kosong pada Al³⁺ dalam zeolit [17].

Zeolit teraktivasi basa mengalami dekontaminasi. Dekontaminasi atau pertukaran kation-kation dalam zeolit menimbulkan gradien elektromagnetik yang terjadi pada kanal-kanal dan ruangan-ruangan zeolit [10]. Hal ini juga menyebabkan rendahnya rasio Si/Al pada zeolit. Keadaan ini akan mengakibatkan molekul-molekul organik berinteraksi lebih kuat dengan medan elektronik intrakanal dan gradien medan elektronik intrakristal pada zeolit, sehingga sistem zeolit teraktivasi basa dapat lebih maksimal dalam proses penyerapan limbah [10].

Kation-kation dalam kerangka zeolit dapat ditukar dan disubsitusi tanpa merubah struktur kerangka yang dapat menimbulkan gradien medan elektronik

dalam kanal-kanal dan ruangan-ruangan zeolit. Gradien ini akan dialami oleh semua adsorbat yang masuk ke pori-pori zeolit, sehingga mengakibatkan kelakuan-kelakuan zat yang teradsorpsi seperti tingkat disosiasi, konduktivitas dan lainnya dalam keadaan normal. Hal ini menyebabkan teradsorpsinya molekul polar maupun non polar ke dalam zeolit [10,11]. Zeolit yang terdehidrasi menunjukkan sifat hidrofilik. Kebanyakan untuk dapat mengadsorpsi zeolit harus didehidrasi terlebih dahulu dengan pemanasan. Molekul cair dan gas yang diameter lintang selektifnya cukup kecil dapat masuk kedalam saluran yang berukuran 0,3-1,0 nm dan dengan mudah teradsorpsi disana yaitu pada struktur yang terdehidrasi. Molekul yang berukuran besar tidak dapat masuk kedalam saluran dan tertahan diluar, fenomena ini yang disebut penyaringan molekuler [7].

Pada hasil pengujian terdapat nilai kadar BOD dan COD yang cukup tinggi walaupun telah diberikan perlakuan, hal ini disebabkan oleh faktor zeolit maupun proses penelitian. Pada faktor zeolit, Rendahnya daya adsorpsi zeolit yang mengakibatkan tetap tingginya nilai kadar BOD dan COD disebabkan proses pemanasan zeolit dan ukuran diameter zeolit. Air yang terkandung dalam pori zeolit dapat dilepas dengan pemanasan pada temperatur 300 hingga 400 °C. Pemanasan pada temperatur tersebut air dapat keluar dari pori-pori zeolit, sehingga zeolit dapat berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan [14]. Sedangkan pada penelitian pemanasan yang dilakukan hanya pada suhu maksimal 120 °C sehingga air-air yang terdapat pada kanal zeolit belum maksimal untuk dikeluarkan. Selain itu ukuran butir zeolit yang digunakan pada penelitian bervariasi berkisar antara 30-50 mm (luas permukaan kecil), Zat-zat pengadsorpsi umumnya berstruktur mikrokristal yang mempunyai pori-pori besar atau berupa serbuk, sehingga permukaannya luas. Semakin besar luas permukaan, maka semakin banyak zat yang dapat diadsorpsi [2]. Selain dari faktor zeolit proses pengukuran parameter juga berpengaruh terhadap tinggi rendahnya hasil kadar BOD dan COD, proses tersebut yaitu umur, temperatur, dan tempat/kondisi penyimpanan sampel. Umur sampel yang digunakan pada pengujian BOD dan COD adalah sampel dengan proses penyimpanan maksimal selama 24 jam dalam suhu 4 °C [8], penyimpanan sampel dilakukan pada tempat gelap dan pada temperatur rendah ± 4 °C [15]. Selain itu, faktor lain yang mempengaruhi adalah waktu analisa sampel yang tidak seragam, menyebabkan waktu kontak dan waktu masuk ke inkubator menjadi berbeda-beda, (waktu inkubasi biasanya 5 hari) [12]. Waktu kontak yang lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul zat terlarut yang teradsorpsi berlangsung lebih banyak [8]. Pada saat penelitian sampel disimpan pada lemari pendingin pada suhu yang tidak ditentukan, umur masing-masing sampel tidak

seragam ada sebagian sampel yang melebihi 24 jam penyimpanan karena proses pengujian yang lama dan sampel yang diujikan banyak yaitu 24 sampel, selain itu urutan sampel yang diujikan tidak seragam sehingga ada sampel yang waktu kontakannya lebih lama dan waktu masuk sampel pada inkubator menjadi tidak seragam.

Tingginya kadar BOD dan COD limbah cair tahu pada industri tahu di Desa Kraton Kecamatan Kencong Kabupaten Jember ini, akan menimbulkan berbagai dampak pada lingkungan maupun kesehatan. Dampak yang telah dirasakan adalah timbulnya bau yang menyengat dari limbah tahu pada sumur penampungan dan pada kubangan disekitar sumur penampungan tersebut. Limbah cair tahu pada pabrik tahu ini tidak dilakukan pengolahan akan tetapi ditampung didalam suatu sumur dengan kedalaman 2 meter dengan dasar sumur adalah tanah yang akan dibuang setiap 1 hari sekali atau setiap sumur penuh. Limbah cair ini dibuang langsung kelingkungan yaitu dikubangan sekitar sumur penampungan. Tidak dilakukannya pengolahan pada limbah cair tahu pada pabrik ini akan mengakibatkan berbagai dampak yaitu 1) resiko terhadap air tanah (berasal dari pengolahan limbah cair), yang mungkin meresap dan masuk ke dalam air tanah. Jarak antara sumur dan lokasi penampungan limbah pada pabrik tahu di Desa kraton Kecamatan Kencong Kabupaten Jember ini kurang dari 10 meter (± 7 m). Karena jarak sumur dan tempat penampungan limbah cair ini yang sangat dekat resiko yang mungkin timbul berupa timbulnya penyakit-penyakit yang diderita oleh masyarakat/pemilik usaha industri tahu yang menggunakan air tanah, seperti penyakit kulit, penyakit perut, dan lain-lain. Resiko yang muncul bersifat negatif. Bobotnya sedang karena lokasi dekat dengan warga sehingga ada kemungkinannya mencemari air sumur warga [5]. 2) Resiko terhadap tingkat kesehatan masyarakat berasal dari limbah cair yang masuk kedalam air tanah (sumur) mengingat limbah pabrik tahu ini tidak diolah akan tetapi ditampung dalam sumur penampungan dengan kedalaman 2 meter yaitu munculnya penyakit kulit, perut, dan sebagainya serta bersifat negatif. Bobotnya adalah sedang karena pemanfaatan sumur dipakai untuk keperluan sehari-hari seperti mandi, mencuci, bahkan sumber air untuk memasak [5]

Penelitian yang dilakukan pada salah satu pabrik tahu di Desa Kraton Kecamatan Kencong Kabupaten jember ini mengalami beberapa keterbatasan dan kendala-kendala yaitu tidak dilakukannya perhitungan waktu pemberian limbah cair tahu pada masing-masing jerigen plastik yang berisi zeolit, mengingat jumlah jerigen plastik yang berjumlah 18 buah sehingga lama perendaman (waktu kontak) zeolit dengan limbah cair tahu pada masing-masing perlakuan limbah berlainan. Waktu kontak yang lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul zat terlarut yang teradsorpsi berlangsung lebih banyak [14]. Ketika limbah cair

dimasukkan kedalam jerigen plastik 500 ml berisi zeolit aktif untuk dilakukan perendaman kemungkinan terjadi proses aerasi karena terjadi kontak udara atau terbentuknya oksigen saat pemindahan berlangsung. Untuk mengurangi terjadinya aerasi pada proses pemindahan limbah cair tahu pada botol winkler 250 ml kedalam jerigen plastik ukuran 500 ml dilakukan dengan cara botol winkler dimiringkan dan mulut botol menyentuh dinding corong.

Simpulan dan Saran

Berdasarkan analisis dan pembahasan tentang “Analisis Perbedaan Penurunan Kadar BOD Dan COD pada Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Zeolit (Studi di Pabrik Tahu di Desa Kraton Kecamatan Kencong Kabupaten Jember)” diatas dapat disimpulkan: 1) Kadar BOD rata-rata limbah cair tahu kontrol adalah 3045,5 mg/l, sedangkan kadar COD rata-rata limbah cair tahu kontrol adalah 3708,3 mg/l; 2) Rata-rata kadar BOD kelompok X_1 (limbah cair tahu yang diberi zeolit dengan pemberian konsentrasi 212,5 gr/0,25L selama 2 jam) adalah 1667,8 mg/l dan mampu menurunkan kadar BOD sebesar 1377,7 mg/l (45,2%). Pada kelompok X_2 (limbah cair tahu yang diberi zeolit dengan pemberian konsentrasi 225 gr/0,25L selama 2 jam) adalah 1480,5 mg/l dan mampu menurunkan kadar BOD sebesar 1565 mg/l (51,4%). Pada kelompok X_3 (limbah cair tahu yang diberi zeolit dengan pemberian konsentrasi 237,5 gr/0,25L selama 2 jam) adalah 1216,8 mg/l dan mampu menurunkan kadar BOD sebesar 1828,7 mg/l (60,1%); 3) Rata-rata kadar COD kelompok X_1 adalah 2158,5 mg/l dan mampu menurunkan kadar COD sebesar 1550 mg/l (41,8%). Pada kelompok X_2 adalah 1831,7 mg/l dan mampu menurunkan kadar COD sebesar 1876,6 mg/l (50,6%). Pada kelompok X_3 adalah 1595,0 mg/l dan mampu menurunkan kadar COD sebesar 2113,3 mg/l (56,9%); 4) Terdapat perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) kadar BOD limbah cair tahu antara kelompok kontrol dengan kelompok X_1 ($p = 0.008$), X_2 ($p = 0.002$) dan X_3 ($p = 0.000$), terdapat perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) kadar COD limbah cair tahu antara kelompok kontrol dengan kelompok X_1 ($p = 0.018$), X_2 ($p = 0.004$) dan X_3 ($p = 0.001$), namun terdapat aerasi pada prosedur penelitian yang tidak terkontrol.

Berdasarkan kesimpulan diatas saran dapat diberikan yaitu: 1) Perlu adanya penelitian tentang penggunaan berbagai ukuran diameter zeolit yang efektif dalam menurunkan kadar BOD dan COD pada limbah, khususnya limbah cair industri tahu; 2) Untuk penelitian selanjutnya, untuk menurunkan kadar BOD dan COD sampai batas baku mutu lingkungan perlu dilakukan modifikasi dengan penambahan proses aerasi

dalam proses pengolahan limbah cair industri tahu yang akan dilakukan dan perlu juga diamati mengenai waktu dan lama pemakaian zeolit yang efektif dalam menurunkan kadar BOD dan COD limbah cair tahu; 3) Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait fungsi zeolit dalam penurunan BOD dan COD dengan melakukan kontrol terhadap proses aerasi yang mungkin bisa terjadi; Bagi instansi terkait diharapkan dilakukan pemberian pengetahuan dan pelatihan tentang pengelolaan limbah untuk usaha industri tahu.

Daftar Pustaka

- (1) Amun AS, Fahrurozi. Keseimbangan Adsorpsi Optimal Campuran Biner Cd (III) Dengan Zeolit Alam Terimpregnasi 2-merkaptobenzotiazol. [internet]. 2004; [2013 oktober 2]. Available: [http://www.unri.ac.id/jurnal/jurnalnatur/vol6\(2\)/amun.pdf](http://www.unri.ac.id/jurnal/jurnalnatur/vol6(2)/amun.pdf).
- (2) Barrer FRSRM. Zeolit and Clay Minerals as Sorbets and Molecular Slaves. London: Academic Press; 1978.
- (3) Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 45 tahun 2002 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Industri atau Kegiatan Usaha Lainnya di Jawa Timur. [internet]. 2002; [2013 maret 23]. Available: <http://xa.yimg.com/kq/groups/1051902/583127682/name/SK+Gub+45+Tahun+2002.pdf>.
- (4) Kusnaedi. Mengolah air kotor untuk air minum. Jakarta: Penebar Swadaya; 2010.
- (5) Masduqi A., Hermana J, dan Damayanti A. Analisis Resiko Lingkungan dari Pengolahan Limbah Pabrik Tahu dengan Kayu Apu (pistia stratiotes l.). [internet]. 2004; [2014 februari 4]. Available: http://personal.its.ac.id/files/pub/2090-ali-masduqi-arl_limbah_tahu.pdf.
- (6) Notoatmodjo S. Metodologi Penelitian Kesehatan. Jakarta: PT Rineka Cipta; 2010.
- (7) Pujiastuti C dan Adi SE. Pengaruh Ukuran Zeolit Dan Penambahan NaEDTA Pada Penyerapan Logam Zn Dalam Limbah Elektroplating. [serial online]. 1978; [2013 Agustus 22]. Available: http://eprints.upnjatim.ac.id/3113/1/erwan_adi.pdf.
- (8) Ramadhani GR, Moesriati A. Pemanfaatan Biji Asam Jawa (Tamarindusindica) Sebagai Koagulan Alternatif dalam Proses Menurunkan Kadar COD dan BOD dengan Studi Kasus pada Limbah Cair Industri Tempe. [internet]. 2013; [2014 Januari 9]. Available: <http://ejournal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/3210>.
- (9) Said NM, Wahjono HD. Teknologi Pengolahan Air Limbah Tahu-Tempe dengan Proses Biofilter Anaerob dan Aerob. [Internet]. 1999; [2013 Mei 17]. Available: <http://www.kelair.bppt.go.id/Publikasi/Buku10Pat/ek/10LIMTT.pdf>.
- (10) Setyawan D, Handoko P. Pengaruh Perlakuan Asam, Hidrotema, dan impregnasi Pada Zeolit Alam Sebagai Pengemban Kromium Dalam preparasi Katalis. Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Seri Sains Universitas Jember. 2002 Juli; 3(2):103-109.
- (11) Smith K. Solid Support and Catalyst in Organic Synthesis. Prentice Hall London: Ellis Horwood PTR; 1992.
- (12) Soeparman HM. Suparmin. Pembuangan Tinja dan Limbah Cair. Jakarta: EGC; 2002.
- (13) Suprapti ML. Teknologi Pengolahan Pangan Pembuatan Tahu. Yogyakarta: Kanisius; 2005.
- (14) Sutarti M, Rachmawati M. Zeolit Tinjauan Literatur. Jakarta: Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah LIPI; 1994.
- (15) Sutrisno T. Teknologi Penyediaan Air Bersih. Jakarta: Rineka Cipta; 2004.
- (16) Suyata, Irmanto. Penurunan Kadar Amonia, Nitrit dan Nitrat Limbah Cair Industri Tahu di Desa Kalisari, Cilongok Menggunakan Sistem Zeolit Teraktivasi dan Terimpregnasi TiO₂. [internet]. 2007; [2013 maret 23]. http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=zeolit%20Climbah%20cair%20tahu%2C%20penelitian&source=web&cd=9&cad=rja&ved=0CGAQFjAI&url=http%3A%2F%2Fjmmolekul.com%2F%3Fdownload%3D2.2.44.pdf&ei=j7g7UeulLpDSrQeOw4DOBA&usq=AfQjCNHfH_5JY46-cCtZUKbf9BT-VXGh_Q&bvm=bv.43287494.d.bmk.
- (17) Suyata, Irmanto. Penurunan TSS, BOD dan COD Limbah Cair Industri Tahu di Desa Kalisari, Cilongok Kabupaten Banyumas Menggunakan Sistem Zeolit Teraktivasi dan Terimpregnasi TiO₂. [Serial online]. 2009; [2013 April 16]. <http://www.jmmolekul.com/?download=4.2.83.pdf>