

PENURUNAN KADAR *CHEMICAL OXYGEN DEMAND* (COD) DAN FOSFAT PADA LIMBAH LAUNDRY DENGAN METODE ADSORPSI

Pungut¹⁾, Muhammad Al Kholif¹⁾, Wilda Diah Indah Pratiwi¹⁾

¹⁾Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya, Surabaya

Email: pungutasromo@unipasby.ac.id

Abstrak

Meningkatnya jumlah pengusaha laundry di kota-kota besar berakibat pada meningkatnya jumlah pencemaran lingkungan yang dihasilkan oleh jasa pencucian pakaian. Pencemaran dari jasa laundry banyak mengandung kadar pencemar seperti Chemical Oxygen Demand (COD), fosfat dan lain sebagainya. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji seberapa besar efektivitas jenis media dan tinggi media dalam meremoval kadar COD dan Fosfat dalam air limbah laundry. Metode yang diterapkan adalah dengan sistem adsorpsi bermedia karbon aktif dan zeolit yang disusun dalam satu rangkaian reaktor berskala laboratorium dengan ketinggian media 40 cm dan 60 cm. Reaktor penelitian terdiri dari 4 reaktor yang bersisi media karbon aktif dan zeolit. Hasil penelitian menunjukkan efisiensi kadar COD bermedia karbon aktif pada reaktor 1 yaitu sebesar 72.48%. Efisiensi tertinggi untuk kadar COD bermedia zeolit pada reaktor 3 yaitu sebesar 64.55%. Sedangkan untuk kadar fosfat yang bermedia karbon aktif efisiensi penurunan pada reaktor 2 yaitu sebesar 92.09%, sedangkan yang bermedia zeolite dengan efisiensi tertinggi didapatkan pada reaktor 4 yaitu sebesar 96.44%. Media yang paling efektif dalam menurunkan kadar COD adalah media karbon aktif, sedangkan untuk menurunkan kadar fosfat adalah media zeolite. Sedangkan tinggi media yang efektif dalam menurunkan kadar COD adalah karbon aktif dengan tinggi 40 cm, sedangkan menurunkan kadar fosfat adalah zeolit dengan tinggi 60 cm.

Kata kunci : COD, Fosfat, Karbon Aktif, Zeolit

Abstract

The large number of laundry in big cities also results in a lot of environmental pollution produced by these laundry services. Pollution from laundry services contains a lot of contaminants such as Chemical Oxygen Demand (COD), phosphate and so on. This study aims to examine how much the effectiveness of the type of media and the height of the media in removing COD and phosphate levels in laundry wastewater. The method applied is an adsorption system using activated carbon and zeolite media which is arranged in a series of laboratory scale reactors with media heights of 40 cm and 60 cm. The research reactor consisted of 4 reactors containing activated carbon and zeolite media. The results showed that the efficiency of COD levels using activated carbon media in reactor 1 was 72.48%. The highest efficiency for COD levels using zeolite media in reactor 3 is 64.55%. Meanwhile, for the phosphate content with activated carbon media, the reduction efficiency in reactor 2 was 92.09%, while the zeolite media with the highest efficiency was found in reactor 4, which was 96.44%. The media that was most effective in reducing COD levels was activated carbon media, while zeolite media was used to reduce phosphate levels. Moreover the height of the medium that was effective in reducing COD levels was activated carbon with a height of 40 cm, while lowering the levels of phosphate was a zeolit with a height of 60 cm.

Keywords: Activated Carbon, COD, Phosphate, Zeolit

1. PENDAHULUAN

Jasa pencucian yang sering kali digunakan sebagai alternatif dalam menangani permasalahan tingkat kesibukan di kota-kota besar adalah laundry. Laundry sering kali dimanfaatkan oleh sebagian besar penduduk di kota-kota besar seperti Surabaya untuk mencuci pakaian karena kurangnya waktu yang dimiliki untuk mencuci pakaian sendiri. Sebagian besar para usaha laundry tidak memiliki suatu sistem pengolahan limbah cair yang dihasilkan. Seperti yang

Dikirim/submitted: 21 Mei 2021

Diterima/accepted: 28 Mei 2021

telah diketahui bahwa limbah *laundry* mengandung banyak pencemar seperti BOD, COD, dan Fosfat yang tinggi. Proses kerja dari usaha *laundry* ini sangatlah konvensional yaitu mencampurkan air dengan deterjen yang mengandung surfaktan karena deterjen memiliki kesadahan yang lebih baik daripada air sabun, tetapi limbah yang dihasilkan oleh surfaktan juga dapat mencemari lingkungan apabila tidak dilakukan pengolahan oleh pemilik usaha *laundry*.

Konsentrasi kandungan polutan dalam air limbah *laundry* telah melebihi baku mutu yang telah ditetapkan. Parameter yang konsentrasinya sangat tinggi adalah surfaktan dan COD (Hudori, 2008). Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat organik yang secara alamiah yang dapat dioksidasi melalui proses biologis dan berdampak negatif sehingga mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air. Nilai konsentrasi COD pada umumnya lebih besar dari BOD (Sugito, 2017). Fosfat adalah unsur dalam suatu batuan beku (apatit) atau sedimen dengan kandungan fosfor ekonomis. Sebagai contoh sumber fosfat yang besar adalah deterjen. Di Indonesia belum ada suatu upaya khusus untuk menangani masalah pencemaran yang bersumber dari aktivitas *laundry*. Salah satu upaya yang bisa dilakukan adalah dengan mengganti rantai bercabang pada Alkyl Benzen Sulfonate (ABS) menjadi rantai lurus Linier Alkyl Sulfonate (LAS) yang mudah dibiodegradasi (Cony, 2012).

Bahan kimia yang terkandung dalam air limbah *laundry* bersumber dari konsentrasi yang tinggi pada deterjen seperti kadar fosfat, surfaktan, amoniak dan nitrogen, kadar padatan terlarut (TSS), kekeruhan, BOD dan COD (Ahmad and EL-Dessouky, 2008). Penggunaan deterjen yang banyak akan menyebabkan pendangkalan pada perairan akibat semakin meningkatnya akumulasi surfaktan pada bahan-bahan perairan. Hasil uji awal sampel air limbah *laundry* menunjukkan angka COD sebesar 265,7 mg/L dan fosfat sebesar 13,78 mg/L. angka tersebut jelas melebihi baku mutu air limbah berdasarkan perturan Gubernur Jawa Timur nomor 52 Tahun 2014.

Adsorpsi adalah proses perpindahan massa pada permukaan pori-pori dalam butiran adsorben. Adsorpsi dapat terjadi karena adanya energi permukaan dan gaya tarik menarik permukaan (Asip *et al.*, 2008). *Activated carbon* adalah suatu bahan yang berupa karbon amorf yang sebagian besar terdiri dari karbon bebas serta mempunyai kemampuan daya jerap (adsorpsi) yang baik. *Activated carbon* digunakan sebagai bahan pemucat (penghilang zat warna), penjerap gas, penjerap logam, dan sebagainya. Dari bahan tersebut yang paling sering dipergunakan sebagai bahan adsorben adalah *activated carbon* (Rahayu, 2004).

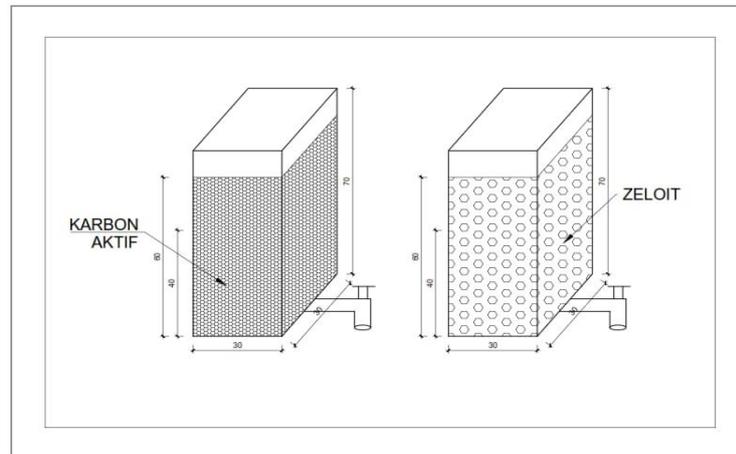
Zeolit adalah material berpori dan memiliki beberapa kandungan mineral dominan (SiO_4 dan AlO_4) yang saling berhubungan oleh atom-atom oksigen sedemikian rupa. Air limbah yang dihasilkan dari proses *laundry* langsung di buang ke badan air tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu. Untuk menghindari tercemarnya lingkungan yang diakibatkan pembuangan limbah yang tidak terkontrol, maka seharusnya setiap usaha *laundry* diwajibkan memiliki unit pengolahan limbah. Untuk mengatasinya diperlukan suatu metode penanganan limbah. Salah satu pengolahan limbah *laundry* yang dapat dilakukan dengan menggunakan filter dengan media karbon aktif dan zeolit. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji seberapa besar efektivitas, jenis media dan tinggi media dalam meremoval kadar COD dan Fosfat dalam air limbah *laundry*. Penelitian yang dilakukan oleh Sisyanreswari *et al.*, (2012) menyatakan bahwa pengolahan limbah *laundry* menggunakan media zeolit dengan ketinggian media 40 cm dan waktu tinggal 120 menit diperoleh efisiensi penurunan COD sebesar 69,55% dan fosfat sebesar 90,79%.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan mengamati pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat. Variabel bebas pada penelitian ini adalah jenis media dan tinggi media yang digunakan untuk menurunkan kadar COD dan fosfat pada air limbah *laundry*. Jenis media yang digunakan yaitu media karbon aktif dan zeolit dengan variasi ketinggian media 40 cm dan 60 cm. masing-masing reaktor hanya berisi satu jenis media dengan ketinggian media yang sudah ditentukan. untuk memudahkan dalam pengelompokan data penelitian, maka dibuat kode variasi tinggi media seperti R1 : Karbon Aktif 40 cm, R2 : Karbon Aktif 60 cm, R3 : Zeolit 40 cm, dan R4 : Zeolit 60 cm. Sedangkan variabel terikat pada penelitian ini adalah parameter kadar COD dan Fosfat. Lokasi tempat pengambilan sampel air limbah *laundry* yang dilakukan pada penelitian ini di “Ayu Laundry” Desa Dukuh Menanggal Kecamatan Gayungan Kota Surabaya dan Balai Besar Laboratorium Kesehatan Kota Surabaya (BBLK) merupakan tempat analisis sampel air limbah *laundry*. Waktu pengamatan yang dilakukan ialah selama 5 hari, dengan replikasi 2 kali.

Tahapan persiapan pada penelitian ini meliputi persiapan alat, bahan, seeding, aklimatisasi dan pengambilan sampel. Jumlah reaktor olahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 4 buah reaktor yang bersisiskan media karbon aktif dan zeolit. Reaktor olahan terbuat dari bahan akrilik dengan ketebalan 4 mm. Dimensi untuk ke empat reaktor yaitu panjang 30 cm, lebar 30 cm dan tinggi 70 cm. Tinggi media yang digunakan adalah 40 cm dan 60 cm. Data yang diperoleh dari hasil penelitian disajikan secara deskriptif dengan menggunakan

grafik sehingga dapat diketahui besarnya efisiensi penurunan kadar COD dan fosfat pada masing-masing reaktor dengan jenis dan variasi tinggi media. Gambar 1 merupakan rangkaian reaktor percobaan yang digunakan untuk mengolah air limbah *laundry*.



Gambar 1. Reaktor Penelitian

Sistem aliran yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan sistem *upflow continue*. Debit aliran yang digunakan yaitu sebesar 15 L/hari dengan menggunakan valve sebagai pengatur debit agar aliran alir *constant*. Variabel besas yang diterapkan dalam penelitian ini adalah variasi media dan variasi ketinggian media. Media yang digunakan yaitu media karbon aktif dan media zeolit dengan ketinggian media 40 cm dan 60 cm. variabel terikat dalam penelitian ini adalah kadar COD dan fosfat. Metode analisis yang digunakan yaitu mengukur tingkat efisiensi penurunan beban pencemar dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Persentase penurunan} = \frac{C_o - C_i}{C_o} \times 100 \% \quad (1)$$

dengan C_o : Konsentrasi COD atau fosfat *Inlet*

C_i :Konsentrasi COD atau fosfat *Outlet*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari seluruh rangkaian percobaan yang telah dilakukan diperoleh hasil penelitian yang kemudian dikelompokkan dan analisa sehingga diperoleh hasil dan pembahasan. Tahapan penelitian yang dilakukan ialah *seeding* dan aklimatisasi, proses kinerja reaktor dengan perbedaan jenis dan variasi media dalam menurunkan kadar COD dan fosfat.

Karakteristik Awal Air Limbah Laundry

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa pada saat pengusaha laundry melakukan aktivitas dalam mencuci pakaian dan air sisa cucian langsung dialirkan ke saluran drainase ditemukan kondisi air yang berwarna kecoklatan dan berbusa. Kondisi ini terus berlanjut sampai aktivitas mencuci pakaian dihentikan. Hal tersebut sudah bisa dipastikan bahwa kondisi perairan akan tercemar oleh kadar COD dan fosfat. Pada uji karakteristik awal didapatkan hasil yang digunakan pada percobaan ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Awal Air Limbah Laundry

Parameter	Baku Mutu (mg/L)	Kadar (mg/L)
COD	250	265.7
Fosfat	10	13.78

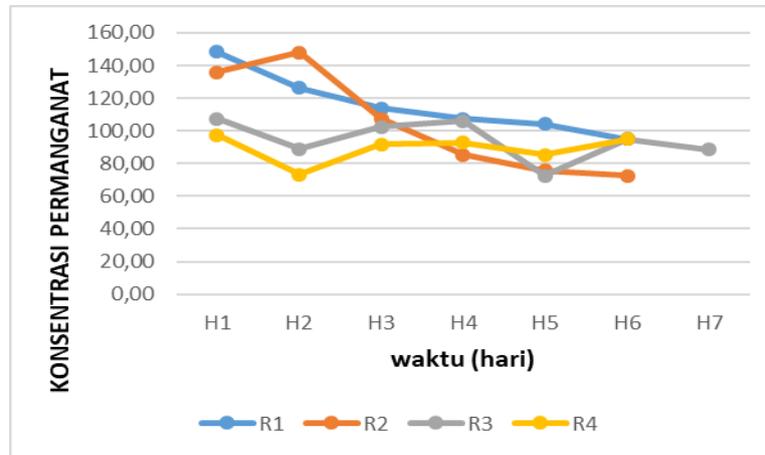
Sumber: Balai Besar Laboratorium Kesehatan Surabaya dan Buku mutu sesuai Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 52 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/ atau Kegiatan Usaha Lainnya.

Pada Tabel 1. dapat dijelaskan bahwa karakteristik air limbah *laundry* melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Gubernur Jawa Timur 72 Tahun 2013 . Air limbah *laundry* mengandung bahan kimia dengan konsentrasi yang tinggi antara lain fosfat, surfaktan, ammonia, dan nitrogen serta kadar padatan terlarut (Majid *et al.*, 2017). Limbah *laundry* yang tidak memenuhi baku mutu apabila dibuang tanpa diolah terlebih dahulu maka akan menyebabkan eutrofikasi dimana badan air menjadi kaya akan nutrient terlarut, menyebabkan alga boom serta dapat menurunkan kandungan oksigen terlarut sehingga akan mengakibatkan kematian terhadap biota air (EPA, 2009). Sehingga percobaan ini digunakan metode adsorpsi untuk menurunkan kadar COD dan fosfat agar dapat memenuhi baku mutu.

Seeding dan Aklimatisasi

Pelaksanaan *seeding* dan aklimatisasi dilakukan selama tujuh hari pada empat reaktor percobaan untuk mencapai kondisi *steady state*. Tahap *seeding* dilakukan untuk penumbuhan mikroorganisme yang digunakan untuk penelitian (Indriyati, 2003), sedangkan tahap aklimatisasi dilakukan untuk mengadaptasikan mikroba yang terbentuk dengan bahan organik yang akan diolah (Andary, 2010). Pengujian dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas PGRI Adi Buana Surabaya. Parameter uji untuk mengetahui proses *seeding* adalah dengan menganalisis kadar Kalium Permanganat (KMnO_4) pada setiap reaktor. Reaktor 1, 2, dan 4 telah mengalami kondisi *steady state* pada hari ke enam, dan pada Reaktor ke 3 mengalami kondisi *steady state* pada hari ke tujuh. Hal ini dikarenakan pertumbuhan bakteri pada daya serap pada media zeolite dengan ketinggian 40 cm kurang

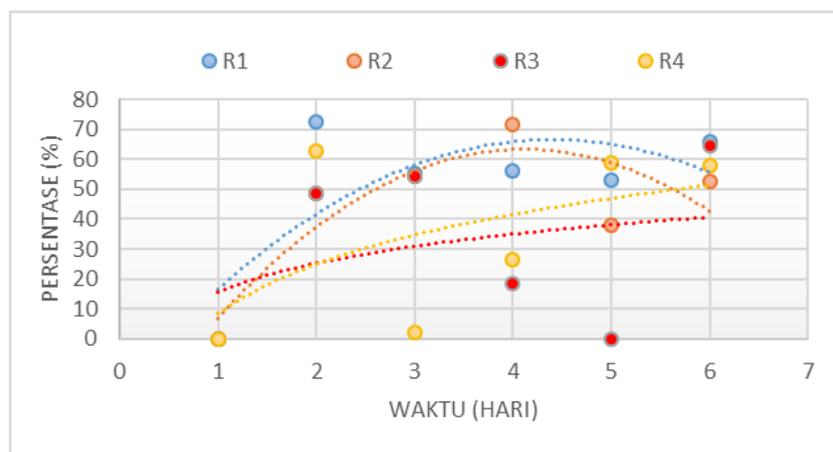
ekfetiif pada hari ke enam, maka diperlukan hari tambahan untuk mendapatkan kondisi yang *steady state*. Mikroorganismen dalam proses seadings berpengaruh terhadap penurunan kadar COD pada air limbah laundry. Grafik pengujian nilai $KMnO_4$, seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Angka Kalium Permanganat ($KMnO_4$)

Efisiensi penurunan COD

Pada penelitian ini dilakukan analisa mengenai efisiensi penurunan kadar COD yang dihasilkan sebelum dan sesudah *treatment*. Pengaruh jenis media dan variasi tinggi media terhadap efisiensi penurunan beban pencemar COD dapat diketahui setelah reaktor adsorpsi beroperasi. Sehingga didapatkan grafik efisiensi yang akan disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Efisiensi Penurunan COD

Keterangan:

R1 : Karbon Aktif 40 cm

R2 : Karbon Aktif 60 cm

R3 : Zeolit 40 cm

R4 : Zeolit 60 cm

Pada Gambar 1 terjadi fluktuasi yang cukup signifikan pada kadar COD dengan media karbon aktif maupun zeolit. Pada *treatment* reaktor 1 didapatkan efisiensi tertinggi pada hari ke 1 dengan persentase 72.48% dengan penyisihan kadar diperoleh 73.13 mg/L dan efisiensi terendah pada hari ke 4 dengan persentase 53.09% dan kadar 124.64 mg/L, sehingga diperoleh rata-rata persentase 60.58% dengan kadar 104.74 mg/L. Pada *treatment* reaktor 2 didapatkan efisiensi tertinggi pada hari ke 3 dengan persentase 71.66% dengan kadar diperoleh 75.3 mg/L dan efisiensi terendah pada hari ke 4 dengan persentase 38.03% dan kadar 164.65 mg/L, sehingga diperoleh rata-rata persentase 53.04% dengan kadar 124.78 mg/L. Pada *treatment* reaktor 3 didapatkan efisiensi tertinggi pada hari ke 5 dengan persentase 64.55% dengan kadar diperoleh 94.18 mg/L dan efisiensi terendah pada hari ke 4 dengan persentase 0.04% dan kadar 256.6 mg/L, sehingga diperoleh rata-rata persentase 37.14% dengan kadar 167.03mg/L. Pada *treatment* reaktor 4 didapatkan efisiensi tertinggi pada hari ke 1 dengan persentase 62.86% dengan kadar diperoleh 98.68 mg/L dan efisiensi terendah pada hari ke 2 dengan persentase 1.98% dan kadar 260.45 mg/L, sehingga diperoleh rata-rata persentase 41.61% dengan kadar 155.16 mg/L.

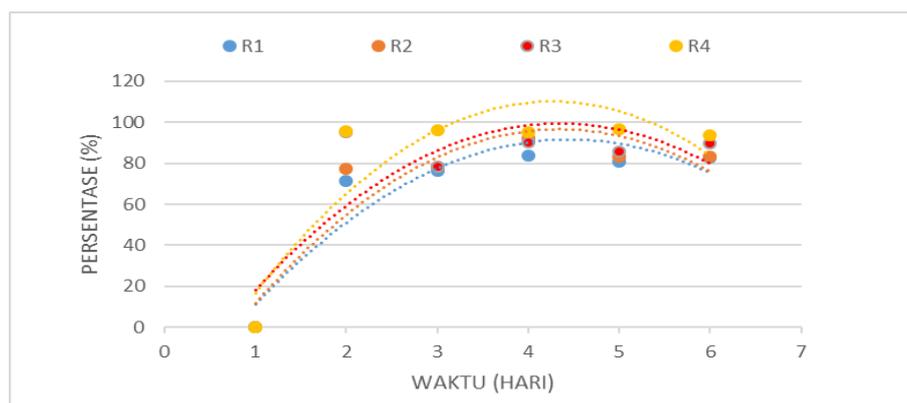
Perubahan parameter COD tersebut dikarenakan beberapa faktor yang dapat menyebabkan hasil uji lab fluktuasi salah satunya yakni kurangnya waktu kontak antara media dengan air limbah dan diameter media pun berpengaruh untuk keefektifitasan pejerapan COD yang dilakukan oleh media. Selain itu mikroorganisme yang menempel pada media kebanyakan pengolahan menyimpulkan bahwa adsorpsi mempunyai mekanisme yang cukup sederhana dan lebih efektif dengan menggunakan pori-pori yang kecil (Junior, 2016). Mikroorganisme yang menempel pada media ikut berperan dalam menurunkan kadar COD pada air limbah. Penambahan ketinggian zeolit tidak dapat mempengaruhi penyisihan COD. Penurunan kadar COD ini disebabkan semakin tinggi bahan isian yang digunakan maka semakin besar nilai efisiensi penyisihan kadar COD yang dihasilkan karena adanya penambahan volume pada media zeolit. Hal ini menyebabkan berkurangnya luas permukaan aktif dari adsorben sehingga proses penjerapan tidak efektif yang menyebabkan berkurangnya kapasitas penjerapan (Afrianita *et al.*, 2010).

Penelitian Sisyanreswari dkk (2012) menyatakan bahwa pengolahan limbah *laundry* menggunakan media zeolit dengan ketinggian 40 cm dan waktu tinggal 120 menit diperoleh

efisiensi penurunan COD sebesar 69,55%, sedangkan menurut penelitian Halim (2014), menyatakan bahwa pengolahan limbah *laundry* menggunakan *biosand* filter karbon aktif dalam menurunkan COD mempunyai efektivitas maksimum sebesar 93.26%. Efisiensi adsorpsi tergantung pada sifat hidrofobik antara molekul surfaktan dan permukaan adsorben yang digunakan (Krishnan *et al.*, 2016). Sedangkan menurut penelitian Setyobudiarso dan Yuwono (2014) menyatakan bahwa pengolahan air limbah laundry menggunakan filtrasi dengan bahan pasir silika, zeolit dapat mereduksi COD, TSS dan warna dengan tekanan 2 Bar dan waktu 60 menit dari kadar awal 2242.5 mg/L menjadi 746 mg/L. Menurut penelitian Haderiah dan Dewi (2015) menyatakan bahwa pengolahan dengan proses koagulasi dan filtrasi dengan media pasir dan zeolit dapat menurunkan kadar COD hingga mencapai 75.43%.

Efisiensi penurunan Fosfat

Pada penelitian ini dilakukan analisa mengenai efisiensi penurunan kadar fosfat yang dihasilkan sebelum dan sesudah *treatment*. Pengaruh jenis dan variasi tinggi media terhadap efisiensi penurunan beban pencemar fosfat dapat diketahui setelah reaktor adsorpsi beroperasi. Fosfat adalah unsur dalam suatu batuan beku (apatit) atau sedimen dengan kandungan fosfor ekonomis. Sebagai contoh sumber fosfat yang besar adalah deterjen. Fosfat berada dalam air limbah dalam bentuk organik sebagai *orthophospat* anorganik atau sebagai fosfat–fosfat kompleks. Setelah dilakukan sampling dan uji laboratoirum, sehingga didapatkan grafik yang akan disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Efisiensi Penurunan Fosfat

Pada Gambar 4 terjadi fluktuasi pada kadar Fosfat dengan media karbon aktif maupun zeolite dengan hasil yang hampir stabil. Pada *treatment* reaktor 1 didapatkan efisiensi tertinggi pada hari ke 3 dengan persentase 83.60% dengan kadar diperoleh 2.26 mg/L dan efisiensi terendah

pada hari ke 1 dengan persentase 71.55% dan kadar 3.92 mg/L, sehingga diperoleh rata-rata persentase 78.97% dengan kadar 2.90 mg/L. Pada *treatment* reaktor 2 didapatkan efisiensi tertinggi pada hari ke 3 dengan persentase 92.06% dengan kadar diperoleh 1.09 mg/L dan efisiensi terendah pada hari ke 1 dengan persentase 77.36% dan kadar 3.12 mg/L, sehingga diperoleh rata-rata persentase 82.87% dengan kadar 2.36 mg/L. Pada *treatment* reaktor 3 didapatkan efisiensi tertinggi pada hari ke 1 dengan persentase 94.92% dengan kadar diperoleh 0.70 mg/L dan efisiensi terendah pada hari ke 2 dengan persentase 78.16% dan kadar 3.01 mg/L, sehingga diperoleh rata-rata persentase 87.65% dengan kadar 1.70 mg/L. Pada *treatment* reaktor 4 didapatkan efisiensi tertinggi pada hari ke 4 dengan persentase 96.44% dengan kadar diperoleh 0.49 mg/L dan efisiensi terendah pada hari ke 5 dengan persentase 93.47% dan kadar 0.90 mg/L, sehingga diperoleh rata-rata persentase 95.39% dengan kadar 0.64 mg/L.

Hasil data di atas menunjukkan rata-rata penyisihan tertinggi terjadi pada hari ke-3 yang menandakan bahwa adsorpsi pada media yang digunakan dalam menyisihkan kadar pencemar sudah mulai bekerja secara maksimal. Air limbah yang sudah mengandung mikroba patogen juga ikut berperan dalam menurunkan kadar pencemar ketika berada dalam reaktor pengolahan. Hal ini terbukti dengan adanya mikroba pengurai yang menempel pada permukaan media yang digunakan.

Pada penelitian ini terjadi proses adsorpsi antara media dan air limbah *laundry*. Air baku yang mula-mula berwarna kuning, keruh dan berbusa bisa menjadi jernih setelah dilakukan *treatment* dengan media karbon aktif dan zeolite. Menurut penelitian Sisyanreswari dkk (2012) menyatakan bahwa pengolahan limbah *laundry* menggunakan media zeolit dengan ketinggian 40 cm dan waktu tinggal 90 menit diperoleh efisiensi penurunan Fosfat sebesar 91.44%, dan menurut penelitian Halim (2014), menyatakan bahwa pengolahan limbah *laundry* menggunakan *biosand* filter karbon aktif dalam menurunkan fosfat mempunyai efektivitas maksimum sebesar 99.64%. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Nascimento *et al.*, (2019) menyatakan bahwa menggunakan kombinasi flokulasi koagulasi sedimentasi dan membrane separasi dapat menurunkan efisiensi COD dengan persentase 68.6 %.

4. KESIMPULAN

Berpedoman pada penelitian yang telah dilakukan mengenai pengolahan air limbah *laundry* menggunakan media karbon aktif dan zeolite, dapat disimpulkan bahwa nilai efisiensi

tertinggi untuk kadar COD bermedia karbon aktif yaitu terjadi pada reaktor 1 sebesar 72.48%. Efisiensi tertinggi untuk kadar COD bermedia zeolit terjadi pada reaktor 3 yaitu sebesar 64.55 %. Sedangkan untuk kadar Fosfat yang bermedia karbon aktif efisiensi penurunan tertinggi terjadi pada reaktor 2 yaitu sebesar 92.09%, sedangkan yang bermedia zeolite dengan efisiensi tertinggi didapatkan pada reaktor 4 yaitu sebesar 96.44%. Media yang paling efektif dalam menurunkan kadar COD yakni media karbon aktif. Media yang paling efektif dalam menurunkan kadar Fosfat yakni media zeolite. Untuk ketinggian media karbon aktif 40 cm sangat efektif menurunkan kadar COD, sedangkan media yang efektif menurunkan kadar Fosfat adalah media zeolite dengan tinggi 60 cm.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Kepala Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas PGRI Adi buana Surabaya (UNIPA SBY) atas fasilitas yang sudah disediakan selama penelitian, dan kepada Balai Besar Laboratorium Kesehatan Kota Surabaya yang telah membantu dalam pengujian dan analisis parameter COD dan Fosfat pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianita, R., Fitria, D., dan Sari, P. R. (2010). Pemanfaatan Fly Ash Batubara Sebagai Adsorben dalam Penyisihan Chemical Oxygen Demand (COD) Dari Limbah Cair Domestik (Studi Kasus : Limbah Cair Hotel Inna Muara , Padang). *Teknika*, 1(33) : 81–93.
- Ahmad, J., and EL-Dessouky, H. (2008). Design of a modified low cost treatment system for the recycling and reuse of laundry waste water. *Resources, Conservation and Recycling*, 52 :973–978.
- Andary, A. H. (2010). Studi Penurunan COD dan Warna pada Limbah Tekstil PT. Apac Inti Corpora dengan Kombinasi Anaerob dan Aerob Menggunakan UASB-HUASB. Universitas Diponegoro.
- Asip, F., Mardhiah, R., dan Husna. (2008). Uji Efektifitas Cangkang Telur dalam Mengadsorpsi Ion Fe dengan Proses Batch. *Jurnal Teknik Kimia*, 15(2):22–26.
- Cony, P. (2012). Studi Kinerja Biosand Filter Dalam Mengolah Limbah Laundry Dengan Parameter Forfat. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Environmental Protection Agency. (2009). Key Characteristic of Laundry Detergent Ingridients. United State Environmental Protection Agency, Pollution Prevention and Toxics, Design for the Environment.
- Haderiah dan Dewi, N. U. (2015). Meminimalisir Kadar Detergen dengan Penambahan

- Koagulan dan Filtrasi Media Saring pada Limbah Kamar Mandi. *Higiene*, 1(1): 33–41.
- Halim, P. A. (2014). Biosand Filter dengan Reaktor Karbon Aktif dalam Pengolahan Limbah Cair Laundry (Studi Kasus Bung Laundry Makassar). Universitas Hasanuddin.
- Hudori. (2008). Pengolahan Air Limbah Laundry dengan Menggunakan Elektrokoagulasi. Institut Teknologi Bandung.
- Indriyati. (2003). Proses Pembenihan (Seeding) dan Aklimatisasi pada Reaktor Tipe Fixed Bed. *Jurnal Teknik Lingkungan P3TL - BPPT*, 4(2) :55–61.
- Krishnan, S., Chandran, K., and Sinnathambi, C. M. (2016). Wastewater treatment technologies used for the removal of different surfactants: A comparative review. *International Journal of Applied Chemistry*, 12(4):727–739.
- Majid, M., Amir, R., Umar, R., dan Hengky, H. K. (2017). Efektivitas Penggunaan Karbon Aktif Pada Penurunan Kadar Fosfat Limbah Cair Usaha Laundry Di Kota Parepare Sulawesi Selatan. Prosiding Seminar Nasional IKAKESMADA “Peran Tenaga Kesehatan Dalam Pelaksanaan SDGs, 85–91.
- Nascimento, C. O. C., Veit, M. T., Palácio, S. M., Gonçalves, G. C., and Fagundes-Klen, M. R. (2019). Combined Application of Coagulation/Flocculation/Sedimentation and Membrane Separation for the Treatment of Laundry Wastewater. *International Journal of Chemical Engineering*, 2019: 1–15.
- Peraturan Gubernur Jawa Timur 72 tahun 2013. (2013). Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha lainnya. Pemerintah Provinsi Jawa Timur.
- Rahayu, T. (2004). Karakteristik Air Sumur Dangkal Di Wilayah Kartasura Dan Upaya Penjernihannya. *Jurnal Penelitian Sains & Teknologi*, 5(2):104–124.
- Setyobudiarso, H., dan Yuwono, E. (2014). Rancang Bangun Alat Penjernih Air Limbah Cair Laundry Dengan Menggunakan Media Penyaring Kombinasi Pasir – Arang Aktif. *Jurnal Neutrino*, 6(2): 84–90.
- Sisyanreswari, H., Oktiawan, W., & Rezagama, A. (2012). Penurunan TSS, COD, dan Fosfat pada Limbah Laundry Menggunakan Koagulan Tawas dan Media Zeolit. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(4): 1–11.
- Sugito. (2017). Perencanaan Bangunan Pengolahan Air Buangan (J. Sutrisno (ed.); Edisi 1). Surabaya : Adi Buana University Press.