

# PENGARUH KETINGGIAN UNGGUN ZEOLIT DAN SUHU AKTIVASI ZEOLIT TERHADAP PENURUNAN KONSENTRASI FOSFAT PADA AIR LIMBAH *LAUNDRY* SINTETIK

Tuty Emilia Agustina, Chris Luigi, Tizana Lorenza  
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya  
E-mail : tuty\_agustina@unsri.ac.id

Abstrak

Pada umumnya air limbah laundry langsung dibuang ke saluran pembuangan air karena dianggap tidak membahayakan lingkungan. Padahal air limbah *laundry* mengandung sejumlah fosfat yang dapat terakumulasi dan menyebabkan masalah eutrofikasi. Oleh sebab itu air limbah *laundry* seharusnya diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan. Salah satu cara untuk mengurangi kadar fosfat pada air limbah *laundry* adalah dengan menggunakan metode adsorpsi. Penelitian ini bertujuan untuk mengolah air limbah *laundry* sintetik dengan menggunakan adsorben zeolit dan mempelajari pengaruh ketinggian unggun zeolit serta suhu aktivasi zeolit terhadap penurunan kandungan fosfat dalam air limbah. Dalam penelitian ini, proses adsorpsi dilakukan dalam suatu kolom yang berisi zeolit yang dialiri air limbah dengan sistem pengaliran gravitasi. Ketinggian unggun zeolit dalam kolom divariasikan 5-25 cm. Suhu aktivasi zeolit divariasikan 300°C-900 °C. Hasil yang didapat dari penelitian ini, konsentrasi fosfat terendah dalam air limbah *laundry* sintetik yang sudah diolah adalah 1,8997 mg/L dengan menggunakan zeolit yang diaktivasi pada 300 °C dengan ketinggian zeolit 25 cm.

**Kata Kunci:** air limbah *laundry* sintetik, zeolit, adsorpsi, konsentrasi fosfat

Abstract

In general, laundry waste water discharged directly into the sewers because they considered not harm the environment. Whereas laundry wastewater contains a number of phosphates that can accumulate and cause eutrophication problems. Therefore laundry waste water should be treated before being discharged into the environment. One way to reduce the levels of phosphate in laundry wastewater is by using adsorption. The aim of this study is to treat a synthetic laundry wastewater by using zeolite adsorbent and study the effect of bed height of zeolites and zeolite activation temperature on the reduction of phosphates in wastewater. In this study, the adsorption process was carried out in a column containing zeolite which the wastewater streamed with gravity drainage system. The zeolite bed height was varied 5-25 cm. The zeolite activation temperature was varied 300°C-900 °C. As the results of the study, the lowest concentration of phosphates in treated synthetic laundry wastewater of 1.8997 mg/L was found by using zeolite with the activation temperature of 300°C and the bed height of 25 cm.

**Keywords:** synthetic laundry wastewater, zeolite, adsorption, phosphate concentration

## 1. PENDAHULUAN

Limbah cair atau air buangan yang perlu mendapat perhatian dalam pengolahan air limbah adalah air limbah *laundry* yang berasal dari *laundry* skala perumahan yang banyak bermunculan di kota besar. Fosfat terdapat dalam air limbah *laundry* sebagai senyawa polifosfat yang berasal dari industri *laundry* yang menggunakan deterjen. Keberadaan senyawa fosfat dalam air sangat berpengaruh terhadap keseimbangan ekosistem perairan. Bila kadar fosfat dalam air tinggi, pertumbuhan tanaman dan ganggang tidak terbatas lagi (kedaaan eutrop), sehingga dapat mengurangi jumlah oksigen terlarut pada air dan pada

gilirannya dapat mengganggu ekosistem lingkungan. Oleh sebab itu, air limbah yang berasal dari industri *laundry* harus diolah sebelum dibuang ke lingkungan.

Pengolahan air limbah laundry dapat dilakukan baik secara fisika maupun kimia. Pengolahan secara kimia diantaranya dilakukan dengan menggunakan berbagai macam bahan kimia seperti zeolit. Zeolit adalah senyawa alumino silikat dengan struktur rangka (*frameworks*) dan mempunyai pori (rongga) dan saluran yang diisi oleh kation dan molekul air yang dapat mudah dipertukarkan (*exchangeable*) sehingga dapat mengadsorpsi ion. Berdasarkan sifat tersebut, penggunaan

zeolit sebagai bahan penyerap (adsorben) diharapkan dapat menurunkan kadar fosfat dalam air limbah *laundry*. Agustina dkk (2014) telah melakukan penelitian tentang penggunaan karbon aktif dan zeolit alam untuk menghilangkan kandungan fosfat pada air limbah *laundry* sintetik, dan dilaporkan zeolit lebih unggul dibandingkan dengan karbon aktif dalam menurunkan kadar fosfat pada air limbah *laundry* sintetik.

### Adsorpsi

Adsorpsi merupakan suatu proses penyerapan oleh padatan tertentu terhadap zat tertentu yang terjadi pada permukaan zat padat karena adanya gaya tarik atom atau molekul pada permukaan zat padat tanpa meresap ke dalam (Atkins, 1982). Zat atau molekul yang terserap ke permukaan disebut adsorbat, sedangkan zat atau molekul yang menyerap disebut adsorben (Sukardjo, 1985). Jenis adsorpsi yang umum dikenal adalah adsorpsi kimia dan adsorpsi fisika.

Adsorpsi kimia terjadi karena adanya gaya-gaya kimia dan diikuti oleh reaksi kimia. Pada adsorpsi kimia, hanya satu lapisan gaya yang terjadi. Besarnya energi adsorpsi kimia  $\pm 100$  kJ/mol. Adsorpsi jenis ini menyebabkan terbentuknya ikatan secara kimia sehingga diikuti dengan reaksi kimia, maka adsorpsi jenis ini akan menghasilkan produksi reaksi berupa senyawa yang baru. Ikatan kimia yang terjadi pada kemisorpsi sangat kuat mengikat molekul gas atau cairan dengan permukaan padatan sehingga sangat sulit untuk dilepaskan kembali (*irreversible*). Hal itu dapat diartikan bahwa pelepasan kembali molekul yang terikat di adsorben pada kemisorpsi sangat kecil (Alberty, 1977).

Sedangkan adsorpsi fisika merupakan proses adsorpsi yang disebabkan oleh adanya gaya Van der Waals saat terjadi kontak langsung antara adsorben dengan molekul fluida. Proses ini terjadi tanpa melibatkan reaksi, biasanya berlangsung cepat dan bersifat reversible. Juga dapat berlangsung di bawah suhu kritis adsorbat yang relatif rendah, sehingga panas adsorpsi yang dilepaskan juga rendah. Tetapi, karena terbentuk ikatan Van der Waals, ikatan yang lemah antara adsorbat dan adsorben sehingga adsorbat yang terikat pada permukaan adsorben dapat bergerak dari satu bagian permukaan ke permukaan yang lain dan dapat diputuskan dengan cara pemanasan pada suhu 150-200°C selama 2-3 jam. Proses adsorpsi fisika terjadi tanpa memerlukan energi aktivasi sehingga akan terbentuk lapisan

jamak/multilayer pada permukaan adsorben (Yukano, 2014).

Operasi proses adsorpsi dapat dilakukan dengan cara berikut (Reynold, 1982):

- a) Proses adsorpsi dilakukan dalam suatu bak dengan sistem pengadukan, dimana penyerap yang biasanya berbentuk serbuk dibubuhkan, dicampur dan diaduk dengan air dalam suatu bangunan sehingga terjadi penolakan antara partikel penyerap dengan fluida.
- b) Proses adsorpsi yang dijalankan dalam suatu kolom yang berisi media penyerap dan dialirkan air dengan sistem pengaliran gravitasi. Jenis media penyerap sering digunakan dalam bentuk bongkahan atau butiran/granular dan proses adsorpsi biasa terjadi selama air berada di dalam media penyerap

Dalam penelitian ini proses adsorpsi dilakukan dalam suatu kolom yang diisi dengan zeolit alam yang berasal dari Jawa Barat yang diaktivasi. Adapun proses penyerapan dalam adsorpsi dipengaruhi oleh hal-hal berikut:

- 1) Bahan penyerap  
Bahan yang digunakan untuk menyerap mempunyai kemampuan berbeda-beda, tergantung dari bahan penyerap dan juga metode aktivasi yang digunakan. Beberapa zat yang digunakan untuk menyerap (adsorben) yang sering digunakan pada proses adsorpsi misalnya benzonit, tuff, pumice, zeolit, dan silika gel.
- 2) Ukuran butir adsorben  
Semakin kecil ukuran butir adsorben, maka semakin besar permukaan sehingga dapat menyerap polutan makin banyak. Secara umum kecepatan adsorpsi ditujukan oleh kecepatan difusi zat terlarut ke dalam pori-pori partikel adsorben. Ukuran partikel adsorben yang baik untuk proses penyerapan antara -100/+200 mesh.
- 3) Derajat keasaman (pH larutan)  
Pada pH rendah, ion H akan berkompetisi dengan kontaminan yang akan diserap, sehingga efisiensi penyerapan turun.
- 4) Waktu kontak  
Waktu kontak yang lama akan memungkinkan penempelan molekul zat terlarut yang terserap berlangsung dengan baik
- 5) Konsentrasi  
Pada konsentrasi larutan rendah, jumlah bahan diserap sedikit, sedang pada konsentrasi tinggi jumlah bahan yang diserap semakin banyak. Hal ini disebabkan karena kemungkinan frekuensi

tumbukan antara partikel semakin besar (Fitriani dkk, 2010).

### **Zeolit**

Zeolit merupakan mineral yang terdiri dari kristal alumina silikat terhidrasi yang mengandung ion alkali dan alkali tanah dalam kerangka tiga dimensinya. Ion-ion tersebut dapat diganti oleh kation lain tanpa merusak struktur zeolit dan dapat menyerap air secara *reversible* (Sutarti dan Rachmawati, 1994).

Nama zeolit diberikan oleh Cronstedt, seorang ahli mineral berkebangsaan Swedia untuk mineral yang ditemukannya pada tahun 1756. Istilah zeolit ini berasal dari bahasa Yunani yaitu *Zeo* yang berarti *membuih* dan *Lithos* berarti *batu*. Nama tersebut sesuai dengan sifat zeolit yang akan membuih bila dipanaskan pada temperatur 100°C (Sutarti dan Rachmawati, 1994).

Aktivasi merupakan proses untuk menaikkan kapasitas adsorpsi sehingga diperoleh sifat yang diinginkan sesuai dengan penggunaannya. Aktivasi zeolit alam dapat dilakukan baik secara fisika maupun secara kimia. Aktivasi secara fisika dilakukan melalui pengecilan ukuran butir, pengayakan, dan pemanasan pada suhu tinggi, tujuannya untuk menghilangkan pengotor-pengotor organik, memperbesar pori, dan memperluas permukaan. Aktivasi dengan pemanasan dapat dilakukan pada suhu 200-900°C (Rakhmatullah, 2007).

Menurut Barrer (Barrer, 1982) aktivasi pemanasan yang terlalu tinggi akan menyebabkan kerusakan pada struktur zeolit sehingga kemampuan mempertukarkan kation dan adsorpsi berkurang atau menurun. Sedangkan aktivasi secara kimia dilakukan melalui pengasaman. Tujuannya untuk menghilangkan pengotor anorganik. Pengasaman akan menyebabkan pertukaran kation dengan H<sup>+</sup> (Ertan, 2005).

Zeolit telah digunakan dalam berbagai penelitian sebagai adsorben. Sifat zeolit sebagai adsorben, dimungkinkan karena struktur zeolit yang berongga, sehingga zeolit mampu menyerap sejumlah besar molekul yang berukuran lebih kecil atau sesuai dengan ukuran rongga yang dimiliki. Penelitian yang dilakukan oleh Hendrawan, mengenai adsorpsi unsur pengotor larutan natrium silikat dengan menggunakan zeolit alam Karangnunggal, menunjukkan bahwa zeolit alam Karangnunggal yang diaktivasi dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dapat digunakan untuk menyerap Fe<sup>3+</sup> dalam larutan natrium silikat. Kondisi optimum penyerapan Fe<sup>3+</sup> dalam larutan natrium silikat dicapai dengan parameter waktu kontak selama 60 menit, massa

zeolit yang digunakan sebanyak 3 gram, pH 3, dan pada temperatur ruang (Hendrawan, 2010). Zeolit alam yang telah diaktivasi juga dapat dimanfaatkan untuk adsorpsi logam Crom (Cr<sup>+3</sup>), yaitu salah satu logam berat yang mencemari lingkungan (Emelda dkk, 2013).

Pada penelitian ini digunakan bahan penyerap zeolit dimana telah diketahui keunggulan sifatnya sebagai adsorben dan ketersediaan zeolit alam yang melimpah di Indonesia. Adapun ukuran zeolit yang digunakan ditentukan seragam. Dan dipelajari suhu aktivasi dari zeolit yang akan digunakan sebagai adsorben.

### **Fosfat (PO<sub>4</sub><sup>-2</sup>) pada Limbah Cair Laundry**

Limbah cair industri adalah buangan hasil proses/sisa dari suatu kegiatan usaha industri yang berwujud cair dan kehadirannya pada suatu saat dan tempat tidak dikehendaki lingkungannya karena tidak mempunyai nilai ekonomis sehingga cenderung untuk dibuang (Asmadi dan Suharno, 2012). Industri kecil pencucian pakaian (*laundry*) merupakan industri yang menghasilkan limbah cair dan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan karena mengandung fosfat yang tinggi. Padahal menurut Sutrisno (Sutrisno, 1987) fosfat sangat diperlukan untuk pertumbuhan organisme dan merupakan parameter untuk mendeteksi pencemaran air. Bila kandungan fosfat yang berasal dari *Sodium Tripolyphosphate* (STTP) sebagai *builder* (zat penunjang kinerja deterjen) dalam deterjen cukup tinggi dibuang ke badan air, maka dapat menyebabkan eutrofikasi. Eutrofikasi adalah masalah lingkungan hidup yang mengakibatkan kerusakan ekosistem perairan khususnya pada air tawar sehingga tumbuhan tumbuh dengan sangat cepat dibandingkan pertumbuhan yang normal.

Penelitian mengenai pengolahan air limbah *laundry* sintetik dengan menggunakan karbon aktif dan zeolit sebagai Adsorben telah dilakukan oleh Agustina, dkk (2014). Aktivasi karbon aktif dilakukan secara kimia dan fisika, sedangkan zeolit diaktivasi secara fisika. Pada penelitian ini diperoleh persentase tertinggi fosfat yang diserap oleh adsorben zeolit yaitu 90% dengan konsentrasi awal fosfat 2 mg/L dengan ketinggian adsorben 40 cm. Namun pada penggunaan adsorben karbon aktif, persentase tertinggi fosfat yang diserap hanya mencapai 60% dengan konsentrasi awal dan ketinggian adsorben yang sama.

### **COD (Chemical Oxygen Demand) dan pH**

Secara umum, karakteristik kimia limbah cair dapat dibedakan menjadi zat

organik dan zat anorganik. Pengukuran kandungan zat organik dapat dilakukan dengan pengukuran *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD). COD adalah indikator yang digunakan untuk mengetahui zat organik dan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi materi organik dengan oksidasi secara kimia. Nilai COD dalam air limbah biasanya lebih tinggi dari nilai BOD karena lebih banyak senyawa kimia yang dapat dioksidasi secara kimia dibandingkan oksidasi biologi (Metcalf and Eddy, 2004). Semakin tinggi nilai COD dalam air limbah mengindikasikan bahwa derajat pencemaran pada suatu perairan makin tinggi pula. Pada berbagai tipe air limbah, COD dapat dihubungkan dengan BOD, mengingat uji COD hanya membutuhkan waktu 3 jam sehingga merupakan keuntungan instalasi pengolahan jika melakukan tes COD dibandingkan BOD yang membutuhkan waktu 5 hari untuk mendapatkan hasil tes.

### Spektrofotometri

Spektrofotometri adalah suatu metode analisis yang berdasarkan pada pengukuran serapan sinar monokromatis oleh suatu lajur larutan berwarna pada panjang gelombang yang spesifik dengan menggunakan monokromator prisma atau kisi difraksi dan detektor vakum *phototube* atau tabung foton hampa. Alat yang digunakan adalah spektrofotometer, yaitu suatu alat yang digunakan untuk menentukan suatu senyawa baik secara kuantitatif maupun kualitatif dengan mengukur transmitan atau absorbansi dari suatu cuplikan sebagai fungsi dari konsentrasi. Spektrometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu. Pada spektrometer panjang gelombang dari sinar putih dapat lebih terseleksi dan ini diperoleh dengan alat pengurai seperti prisma, grating, atau celah optis. Suatu spektrofotometer tersusun dari sumber spektrum tampak yang kontinu, monokromator, sel pengabsorpsi untuk larutan sampel atau blanko dan suatu alat untuk mengukur perbedaan absorpsi antara sampel dan blanko ataupun pembanding. Spektrofotometri hanya terjadi bila terjadi perpindahan elektron dari tingkat energi yang rendah ke tingkat energi yang lebih tinggi. Perpindahan elektron tidak diikuti oleh perubahan arah spin, hal ini dikenal dengan sebutan tereksitasi singlet (Khopkar, 2003).

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### Alat dan Bahan Penelitian

Pada penelitian ini digunakan kolom adsorpsi yang terbuat dari fiber glass. Kolom

berisikan unggun zeolit dengan ketinggian yang dapat divariasikan. Bahan yang digunakan adalah zeolite (ukuran  $\pm 4$  mm), deterjen dan aquadest.

Kandungan fosfat dalam deterjen, diketahui adalah 0,037% dari massa deterjen (Agustina dkk, 2014). Pembuatan air limbah *laundry* sintetik dilakukan dengan menimbang sejumlah massa deterjen lalu dilarutkan dalam aquadest untuk membuat air limbah sintetik dengan konsentrasi fosfat 4 mg/L. Aktivasi zeolit alam dilakukan dengan cara memanaskan zeolit dalam furnace, pada suhu 300°C, 600°C, dan 900°C selama satu jam.

### Analisa

Dilakukan pengujian awal kandungan pada air limbah *laundry* yang berasal dari tiga industri *laundry* di Palembang. Parameter pengujian meliputi BOD<sub>5</sub>, COD, TSS, minyak & lemak, fosfat, dan pH. Dari hasil pengujian didapat kadar fosfat melebihi baku mutu lingkungan yaitu maksimal 2 mg/L berdasarkan Perda Kota Palembang, Nomor 2 Tahun 2003, Tentang Baku Mutu Air Sungai dan Baku Mutu Limbah Cair. Kandungan fosfat, COD, dan pH dianalisa sebelum dan setelah pengolahan pada air limbah industri *laundry* maupun air limbah *laundry* sintetik. Kadar fosfat dianalisa dengan menggunakan spektrofotometer.

### Prosedur Penelitian

Air limbah *laundry* sintetik dengan kadar fosfat 4 mg/L sebanyak 150 ml dialirkan dengan sistem pengaliran gravitasi melewati kolom adsorpsi berisi zeolit yang telah diaktivasi pada suhu 300°C dengan tinggi unggun zeolit yang divariasikan 5, 10, 15, 20 dan 25 cm. Sampel hasil luaran kolom adsorpsi dianalisa. Ulangi prosedur dengan menggunakan zeolit yang diaktivasi pada suhu 600°C dan 900°C.

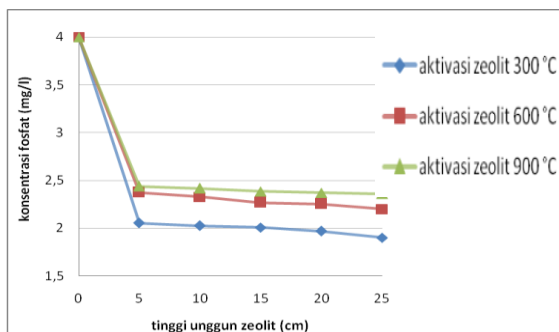
Selanjutnya kondisi suhu aktivasi dan tinggi unggun zeolit yang memberikan penghilangan fosfat terbesar digunakan dalam pengolahan sampel air limbah industri *laundry* (sampel B dan C).

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

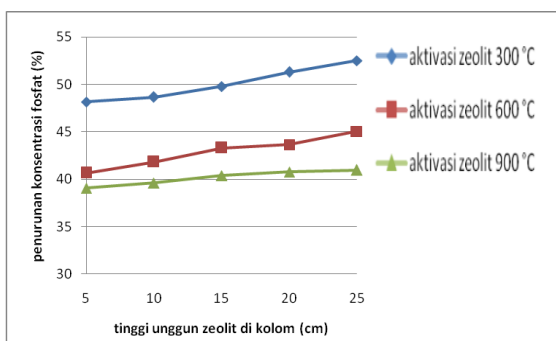
Gambar grafik 4.1 merupakan grafik penurunan kadar fosfat pada air limbah sintetik. Pada penggunaan zeolit yang diaktivasi pada 300°C dengan ketinggian unggun 25 cm, kadar fosfat yang dicapai adalah 1,8997 mg/L dimana baku mutu lingkungan untuk kandungan fosfat telah terpenuhi. Pada suhu tersebut, molekul-molekul air pada pori-pori zeolit keluar

sehingga molekul-molekul fosfat yang berukuran kecil dapat masuk dan terserap ke bagian pori-pori zeolit. Aktivasi dan modifikasi yang dilakukan terhadap berbagai zeolit alam seperti perlakuan asam dan substitusi isomorfis ternyata mampu memperbaiki karakter zeolit alam antara lain dalam peningkatan keasaman, kristalinitas, luas permukaan spesifik dan rasio Si/Al serta hilangnya pengotor-pengotor (Lestari, 2010).

Gambar 1 juga memperlihatkan konsentrasi fosfat mengalami penurunan seiring dengan peningkatan ketinggian zeolit dari konsentrasi fosfat awal. Hasil ini serupa dengan yang diperoleh dalam penelitian Agustina dkk (2014) dimana semakin tinggi unggun adsorben semakin kecil kadar fosfat luaran kolom. Hal tersebut dikarenakan peningkatan kontak antara permukaan zeolit yang berpori dan molekul fosfat yang terkandung di dalam air limbah laundry sintetik.



**Gambar 1.** Grafik Penurunan Fosfat pada Air Limbah Laundry Sintetik



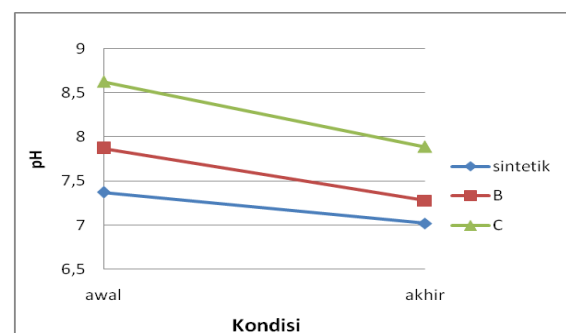
**Gambar 2.** Grafik Persentase Penurunan Konsentrasi Fosfat

Adsorpsi fosfat dengan zeolit teraktivasi pada 600°C dan 900°C menghasilkan konsentrasi fosfat terendah masih di atas 2,0 mg/L pada ketinggian zeolit 25 cm. Pengaruh penggunaan zeolit yang diaktivasi pada suhu 600°C dan 900°C terhadap konsentrasi fosfat

yang teradsorpsi dari konsentrasi fosfat awal tidak lebih baik dari zeolit teraktivasi pada 300°C. Hal tersebut dimungkinkan karena pemanasan dengan suhu 600°C dan 900°C cukup tinggi untuk zeolit yang digunakan sehingga menyebabkan struktur kristal zeolit menjadi rusak dan mengakibatkan kemampuan zeolit dalam mengadsorpsi menjadi berkurang. Sebagaimana dikemukakan oleh Barrer (1982) bahwa pemanasan yang terlalu tinggi akan mengakibatkan kerusakan pada struktur zeolit sehingga kemampuan mempertukarkan kation dan adsorpsi berkurang atau menurun.

Gambar 2 menunjukkan persentase penurunan fosfat menggunakan zeolit, persentase penurunan konsentrasi fosfat tertinggi mencapai sekitar 52%, 45%, dan 40%, untuk masing-masing adsorpsi fosfat menggunakan zeolit teraktivasi 300°C, 600°C, dan 900°C pada 25 cm. Hal tersebut membuktikan bahwa zeolit memiliki kemampuan adsorpsi terhadap fosfat.

Gambar 1 dan 2 menunjukkan bahwa kadar fosfat mengalami penurunan terbaik pada tinggi unggun 25 cm dan suhu aktivasi 300°C. Oleh karena itu, tinggi unggun 25 cm dan suhu aktivasi zeolit 300°C diterapkan dalam pengolahan air limbah industri laundry (sampel B dan C). Hasil pengolahan ditunjukkan oleh gambar 3, 4, dan 5.

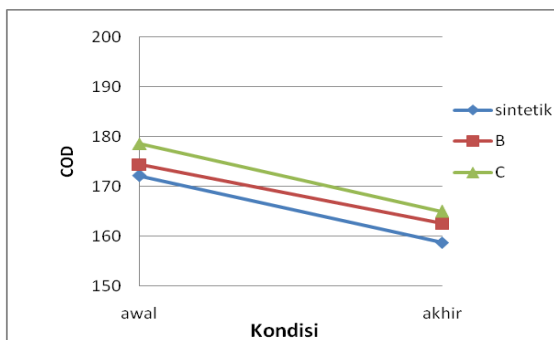


**Gambar 3.** Grafik Penurunan pH pada Sampel Air Limbah Laundry Sintetik dan Air Limbah Laundry Asli (B & C)

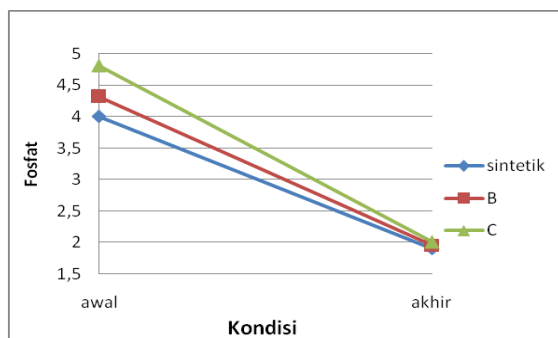
Salah satu parameter zat anorganik dalam air limbah adalah pH. pH atau derajat keasaman digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman (atau kebasahan yang dimiliki oleh suatu larutan. Yang dimaksudkan “keasaman” adalah konsentrasi ion hydrogen (H+) dalam pelarut air. Nilai pH berkisar dari 0 hingga 14. Suatu larutan dikatakan netral apabila memiliki nilai pH=7. Nilai pH>7 menunjukkan larutan memiliki sifat basa, sedangkan nilai pH<7

menunjukkan keasaman (Sumartini, 2008). Pada grafik 4.3, sampel dengan pH 8,63 mengalami penurunan hingga 7,89 yang lebih baik dari sampel dengan pH 7,37 dan 7,87 karena pada pH rendah, ion H<sup>+</sup> akan berkompetisi dengan kontaminan yang akan diserap. Namun dari pengolahan yang dilakukan hanya pada sampel limbah laundry sintetik yang mendekati nilai pH netral, yaitu hingga 7,02.

Nilai COD pada Gambar 4 yang tertinggi pada kondisi awal adalah 178,02 mg/L dan hampir mendekati nilai maksimum baku mutu lingkungan untuk baku mutu air sungai dan baku mutu limbah cair yaitu sebesar 180 mg/L. Nilai COD yang tinggi mengindikasikan pencemaran dalam suatu perairan juga tinggi.



**Gambar 4.** Grafik Penurunan COD pada Sampel Air Limbah Laundry Sintetik dan Air Limbah Laundry Asli (B & C)



**Gambar 5.** Grafik Penurunan Fosfat pada Sampel Air Limbah Laundry Sintetik dan Air Limbah Laundry Asli (B & C)

Gambar 5 menunjukkan penurunan kadar fosfat yang diperoleh dari 3 sampel berbeda. Setelah dilakukan pengolahan dengan kondisi operasi terbaik, diperoleh perubahan konsentrasi fosfat sampel sintetik, dari 4,0 mg/L menjadi 1,90 mg/L, konsentrasi fosfat sampel B dari 4,32 mg/L menjadi 1,96 mg/L, dan konsentrasi fosfat sampel C dari 4,81 mg/L menjadi 2,01 mg/L. Pada konsentrasi larutan

rendah, jumlah bahan diserap sedikit, sedang pada konsentrasi tinggi jumlah bahan yang diserap semakin banyak. Hal tersebut disebabkan karena kemungkinan frekuensi tumbukan antara partikel semakin besar. Dengan demikian, Gambar 3, 4, dan 5 menunjukkan bahwa pemanfaatan zeolit sebagai adsorben dapat diaplikasikan pada pengolahan air limbah industri laundry.

#### 4. KESIMPULAN

1. Semakin tinggi unggun zeolit maka semakin banyak fosfat yang diserap sehingga konsentrasi fosfat yang dihasilkan semakin rendah.
2. Zeolit yang diaktivasi pada suhu 300°C mampu mengadsorpsi fosfat lebih baik dari zeolit yang diaktivasi pada suhu 600°C, dan 900°C.
3. Persentase penurunan konsentrasi fosfat tertinggi mencapai lebih dari 52%, dengan menggunakan zeolit yang diaktivasi pada 300°C. Zeolit memiliki kemampuan adsorpsi fosfat yang cukup baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

Alberty. (1977). dalam Ngandayani, D. 2011. *Pengaruh Konsentrasi Adsorbat, Temperatur dan Tegangan Permukaan pada Proses Adsorpsi Gliserol oleh Karbon Aktif*. skripsi. Surakarta: Universitas Sebelas Maret

Agustina, T.E., Faizal, M. dan Aprianti, T. (2014). *Application of Activated Carbon and Natural Zeolite for Phosphate Removal from Laundry Wastewater*. Proceedings of The 5th Sriwijaya International Seminar on Energy and Environmental Science & Technology Palembang, Indonesia, 10-11 September, 2014

Asmadi dan Suharno. (2012). *Dasar-dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah* (hal. 58). Pontianak: Gosyen Publishing

Atkins. (1982). dalam Hendrawan, A. 2010. *Adsorpsi Unsur Pengotor Larutan Natrium Silikat Menggunakan Zeolit Alam Karangnunggal*. Skripsi. Surakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah

Barrer. (1982). dalam Oben, A. R. *BAB II Tinjauan Pustaka*. <http://www.scribd.com> diakses pada 28 Februari 2014,

- Emelda, L., dkk. (2013). *Pemanfaatan Zeolit Alam Teraktivasi untuk Adsorpsi Logam Krom ( $Cr^{+3}$ )*. Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan, vol. 9, hal. 166 – 172
- Ertan. (2005). dalam Lestari, D.Y. 2010. *Kajian Modifikasi dan Karakterisasi Zeolit Alam dari Berbagai Negara*. Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia 2010, hal 1-6
- Fitriani, dkk. (2010). *Fenomena Adsorpsi*. <http://www.scribd.com> diakses pada 4 Maret 2014
- Hendrawan, A. (2010). *Adsorpsi Unsur Pengotor Larutan Natrium Silikat Menggunakan Zeolit Alam Karangnunggal*. skripsi. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah
- Khopkar. (2003). dalam Darwindra, H. D. 2010. *BAB V Pembahasan*. <http://harisdianto.files.wordpress.com> diakses pada 4 Maret 2014
- Lestari, D.Y. (2010) *Kajian Modifikasi dan Karakterisasi Zeolit Alam dari Berbagai Negara*. Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia 2010, hal 1-6
- Metcalfe and Eddy. (2004) *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*, 4<sup>th</sup> ed, McGraw Hill Company, New York
- Rakhmatullah, D. K. (2007). *Pembuatan Adsorben dari Zeolit Alam dengan Karakteristik Adsorption Properties untuk Kemurnian Bioteknologi*. <http://www.yumpu.com>. Diakses 23 Desember 2013
- Reynold. (1982). dalam Fitriani, A. D. 2011. *Fenomena Adsorpsi*. <http://www.scribd.com> diakses pada 28 Februari 2014, dari
- Sukardjo. (1985). dalam Ngandayani, D. 2011. *Pengaruh Konsentrasi Adsorbat, Temperatur, dan Tegangan Permukaan pada Proses Adsorpsi Gliserol oleh Karbon Aktif*. skripsi. Surakarta: Universitas Sebelas Maret
- Sumartini, Y. (2008). *Derajat Keasaman (pH)*. <http://kimia.upi.edu> diakses pada 6 April 2014 dari
- Sutarti dan Rachmawati. (1994). dalam Murni, D. dan Helmawati. 2006. *Studi Pemanfaatan Abu Sabut Sawit sebagai Sumber Silika pada Sintesis Zeolit 4A*. skripsi. Pekanbaru: Universitas Riau
- Sutrisno. (1987). dalam Anonim. *BAB II Tinjauan Pustaka*. <http://repository.usu.ac.id> diakses pada 28 Februari 2014
- Yukano, D. (2014). *Adsorpsi Fisika*. <http://www.scribd.com> diakses pada 23 Februari 2014 dari