

**KEMAMPUAN KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA DAN ZEOLIT SEBAGAI  
ADSORBEN TERHADAP BAHAN ORGANIK LIMBAH CAIR DI PT  
ARTHAWENASAKTI GEMILANG MALANG**

**ARTIKEL SKRIPSI  
PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

Oleh:

**AININ NURI ALMIRA**

**NIM. 125080100111068**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2016**

**KEMAMPUAN KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA DAN ZEOLIT SEBAGAI  
ADSORBEN TERHADAP BAHAN ORGANIK LIMBAH CAIR DI PT  
ARTHAWENASAKTI GEMILANG MALANG**

**ARTIKEL SKRIPSI  
PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan  
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan  
Universitas Brawijaya**

**Oleh:**

**AININ NURI ALMIRA**

**NIM. 125080100111068**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2016**

ARTIKEL SKRIPSI

KEMAMPUAN KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA DAN ZEOLIT SEBAGAI ADSORBEN TERHADAP BAHAN ORGANIK LIMBAH CAIR DI PT ARTAWENASAKTI GEMILANG MALANG

Oleh :

AININ NURI ALMIRA  
NIM. 125080100111068



Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS  
NIP. 19620805 198603 2 001

Tanggal: 18 AUG 2016

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing I

Ir. Putut Widjanarko, MP  
NIP. 19540101 198303 1 006

Tanggal: 18 AUG 2016

Dosen Pembimbing II

Ir. Herwati Umi S. MS  
NIP. 19520402 198003 2 001

Tanggal: 18 AUG 2016



## KEMAMPUAN KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA DAN ZEOLIT SEBAGAI ADSORBEN TERHADAP BAHAN ORGANIK LIMBAH CAIR DI PT ARTHAWENASAKTI GEMILANG MALANG

Ainin Nuri A.<sup>1</sup>, Putut Widjanarko<sup>2</sup>, Herwati Umi S.<sup>2</sup>  
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya

### ABSTRAK

PT Arthawenasakti Gemilang merupakan perusahaan bergerak dibidang industri kemasan kaleng yang proses produksinya menghasilkan limbah cair yang mengandung bahan organik tinggi sehingga perlu dilakukan suatu pengolahan yang salah satunya yaitu dengan cara adsorpsi. Adsorpsi merupakan suatu proses akumulasi zat tertentu pada suatu larutan oleh permukaan bahan padat (adsorben). Adsorben bisa menggunakan karbon aktif tempurung kelapa maupun zeolit. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Lingkungan dan Bioteknologi Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang pada bulan Mei 2016. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan dari karbon aktif tempurung kelapa dan zeolit yang digunakan sebagai adsorben dalam pengelolaan limbah cair di PT Arthawenasakti Gemilang dalam upaya mencegah pencemaran perairan sebagai akibat buangan limbah cair. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode eksperimen dengan memberikan konsentrasi yang berbeda yakni 0 g, 10 g, 20 g, 30 g, dan 40 g yang diulang sebanyak 2 kali. Untuk mengetahui daya adsorpsi dari karbon aktif dan zeolit yaitu dengan menggunakan persamaan isotherm Langmuir. Kemudian untuk menganalisa perbedaan adsorpsi dari karbon aktif dan zeolit menggunakan uji t statistik. Parameter kualitas air yang diukur dalam penelitian ini meliputi *Chemical Oxygen Demand* (COD), ammonium, suhu, pH, dan oksigen terlarut. Berdasarkan hasil perhitungan statistik tidak terdapat perbedaan akan tetapi dari hasil yang diperoleh diketahui bahwa terdapat perbedaan adsorpsi dari karbon aktif maupun zeolit. Daya adsorpsi karbon aktif terhadap COD adalah 42,6797 mg/g lebih tinggi 20,6614 mg/g dibandingkan zeolit. Kemudian daya adsorpsi zeolit terhadap ammonium adalah 0,3446 mg/g lebih tinggi 0,1020 mg/g dibandingkan karbon aktif. Hasil pengukuran kualitas air limbah secara keseluruhan untuk suhu berkisar antara 26,4<sup>o</sup>-28,2<sup>o</sup>C, untuk pH diperoleh kisaran antara 7,26-7,70, untuk kisaran oksigen terlarut yang diperoleh 1,19 – 2,71 mg/l. Kesimpulan dari penelitian ini, berdasarkan uji t statistik tidak terdapat perbedaan, tetapi berdasarkan nilai yang ada terdapat perbedaan adsorpsi baik pada karbon aktif maupun pada zeolit. Karbon aktif tempurung kelapa dan zeolit memiliki spesifikasi tersendiri dalam mengadsorpsi adsorbat. Karbon aktif tempurung kelapa memiliki daya adsorpsi yang lebih besar terhadap COD sedangkan zeolit memiliki daya adsorpsi lebih besar terhadap ammonium.  
Kata kunci: karbon aktif tempurung kelapa, zeolit.

## THE CAPABILITY OF COCONUT SHELL ACTIVATED CARBON AND ZEOLITE AS AN ADSORBENT ON ORGANIC WASTE MATERIAL IN PT ARTHAWENASAKTI GEMILANG MALANG

### ABSTRACT

PT Arthawenasakti Gemilang is a company engaged in the tin packaging industry production processes are generating wastewater containing high organic matter thus it is necessary to perform a processing, one of which is by means of adsorption. Adsorption is a process of accumulation of certain substances in a solution by solid surface material (adsorbent). The adsorbent can use coconut shell activated carbon and zeolite. This research was conducted in the Laboratory of Aquatic Environment and Biotechnology, Faculty of Fisheries and Marine Sciences University of Brawijaya Malang on May 2016. The purpose of this research was to know the capability of coconut shell activated carbon and zeolite used as adsorbent in waste water management PT Arthawenasakti Gemilang in an effort to prevent pollution of water as a results of wastewater. The method used in the research was an experimental method to provide different concentrations i.e. 0 g, 10 g, 20 g, 30 g, and 40 g which was repeated 2 times. To know the adsorption capacity of activated carbon and zeolite using Langmuir isotherm equation. Then to analyze differences in adsorption of activated carbon and zeolite it was using statistical t-test. Water quality parameters measurement in this research include the Chemical Oxygen Demand (COD), ammonium, temperature, pH, and dissolved oxygen. Based on the results of statistical calculations there is not difference however from the results obtained it is known that there are differences in adsorption of activated carbon and zeolite. Activated carbon adsorption capacity to COD was 42,6797 mg/g higher 20,6614 mg/g compared to zeolite. Then the adsorption capacity of the zeolite to ammonium is 0,3446 mg/g higher 0,1020 mg/g compared to activated carbon. The results of water quality measurements in overall waste for temperatures ranging from 28,2<sup>o</sup>-26,4<sup>o</sup> C, for pH obtained a range between 7,26 – 7,70, for a range of dissolved oxygen obtained from 1,19 – 2,71 mg / l. The conclusion of this research, based on the statistical t-test there is not difference, however based on the value presented there is a difference of adsorption either on activated carbon and zeolite. Coconut shell activated carbon and zeolite has its own specifications in adsorption of adsorbate. Coconut shell activated carbon adsorption has greater power to COD while the zeolite has a greater adsorption to ammonium.

Keywords: coconut shell activated carbon, zeolite.

<sup>1</sup> Mahasiswa Manajemen Sumberdaya Perairan

<sup>2</sup> Dosen Manajemen Sumberdaya Perairan

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan utama bagi setiap kehidupan di bumi. Air adalah senyawa yang sangat mudah tercemar. Pencemaran dapat terjadi salah satunya karena adanya limbah, baik itu limbah domestik maupun limbah industri. Menurut Supriyatno (2000), sampai saat sekarang tingkat pelayanan air limbah tidak sebanding dengan pertumbuhan penduduk, sehingga masih banyak air limbah yang dibuang ke sungai atau badan air dengan proses yang kurang sempurna.

Pertumbuhan industri manufaktur yang melanda seluruh dunia, menyebabkan terjadinya peningkatan pada limbah industri yang kemudian dapat mengkontaminasi tanah, sungai, serta laut. Menurut Zakaria (2011), permasalahan limbah industri semakin berkembang menjadi permasalahan global yang serius. Hal ini mengakibatkan perlakuan dalam pengolahan limbah industri menjadi topik global karena limbah dari berbagai sumber dapat terakumulasi di tanah atau masuk ke dalam sistem perairan. Menurut Ratman dan Syafrudin (2010), limbah industri ada yang mengandung bahan berbahaya dan beracun yang apabila dibuang langsung ke lingkungan maka akan dapat membahayakan kesehatan manusia, makhluk hidup serta lingkungan

PT Arthawenasakti Gemilang yang terletak di jalan Kertanegara Nomor 85 Karangploso Malang ini merupakan perusahaan yang bergerak dibidang industri kemasan kaleng dengan sistem job order yang sudah mencapai skala internasional. Pada proses produksi pembuatan kaleng ini tidak terlepas dari pemanfaatan air sebagai bahan dalam melarutkan lateks dan juga dalam

proses pencucian alat-alat setelah proses produksi. Keberadaan kandungan bahan organik yang melebihi baku mutu limbah cair perlu dilakukan suatu pengolahan sebelum dilakukan pembuangan, sehingga tidak membahayakan organisme yang hidup di perairan. Adsorpsi merupakan penyerapan bahan pencemar dalam suatu perairan dengan menggunakan adsorben. Karbon aktif tempurung kelapa digunakan sebagai adsorben karena dapat digunakan sebagai bahan filter limbah cair baik untuk limbah organik maupun anorganik. Menurut Suhartana (2006) kandungan kimia arang aktif adalah senyawa karbon, yang sangat berguna untuk proses penjernihan material cair, baik material organik maupun anorganik.

Zeolit merupakan bahan aktif yang memiliki luas permukaan yang besar dan sangat baik untuk digunakan sebagai adsorben. Menurut Panayotova (2001) dalam Zakaria (2011), zeolit merupakan salah satu adsorben alternatif yang memiliki kemampuan adsorpsi yang tinggi karena memiliki pori yang banyak dan mempunyai kapasitas tukar kation yang tinggi sehingga sangat cocok digunakan sebagai adsorben.

Berdasarkan uraian diatas penulis tertarik untuk melakukan penelitian menggunakan dua jenis adsorben yang keduanya berasal dari bahan alami. Untuk itu dilakukan penelitian ini kaitannya dengan upaya pengurangan bahan pencemar lingkungan perairan. Dengan demikian pencemaran disuatu perairan harapannya dapat diminimalisir dan terjaga kelestariannya.

### 1.2 Tujuan

Tujuan penelitian untuk mengetahui kemampuan dari karbon aktif tempurung

kelapa dan zeolit yang digunakan sebagai adsorben dalam pengelolaan limbah cair di PT Arthawenasakti Gemilang dalam upaya mencegah pencemaran perairan sebagai akibat buangan limbah.

#### 1.4 Tempat dan Waktu

Pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Lingkungan dan Bioteknologi Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Mei 2016.

## 2. MATERI DAN METODE

### 2.1 Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini berupa karbon aktif tempurung kelapa, zeolit, dan limbah cair dari PT Arthawenasakti Gemilang. Kemudian untuk parameter yang dianalisa yakni parameter fisika dan kimia. Untuk parameter fisika yaitu suhu, dan parameter kimia yaitu derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (DO), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ).

### 2.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Penelitian dilakukan selama lima hari dengan memberikan konsentrasi karbon aktif dan zeolit yang berbeda dalam limbah cair PT Arthawenasakti Gemilang sebanyak tiga liter pada masing-masing toples percobaan. Pengambilan sampel dilakukan setiap sehari sekali. Konsentrasi yang diberikan yaitu 0 g, 10 g, 20 g, 30 g, dan 40 g. Setiap perlakuan dilakukan ulangan sebanyak dua kali. Penelitian ini terdiri dari dua tahap yakni penelitian pendahuluan dengan melakukan pengukuran beberapa parameter-parameter

meliputi suhu, pH, oksigen terlarut, *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan Ammonium. Kemudian untuk penelitian utama dengan melakukan pengaktifan zeolit dan pemberian karbon aktif serta zeolit pada toples-toples percobaan yang berisi air limbah.

Pada penelitian ini untuk mengetahui daya adsorpsi oleh karbon aktif tempurung kelapa dan zeolit menggunakan persamaan isoterm adsorpsi Langmuir. Persamaan isoterm Langmuir dirumuskan seperti dibawah ini (Metcalf dan Eddy, 2003):

$$\frac{x}{m} = \frac{abC_e}{1+bC_e} \quad (1)$$

dimana:  $x/m$  = banyaknya adsorbat yang diadsorb per unit berat dari adsorben, mg adsorbat / g karbon aktif

$a, b$  = konstanta empiris

$C_e$  = konsentrasi kesetimbangan dari adsorbat dalam larutan setelah adsorpsi, mg/l

Konstanta pada isoterm Langmuir dapat ditentukan dengan memplotkan antara  $C_e/(x/m)$  dengan  $C_e$  dan menggunakan persamaan (1), apabila ditulis ulang sebagai berikut (Metcalf dan Eddy, 2003) :

$$\frac{C_e}{x/m} = \frac{1}{ab} + \frac{1}{a}C_e$$

dimana:  $C_e$  = konsentrasi kesetimbangan dari adsorbat dalam larutan setelah adsorpsi, mg/l

$x/m$  = banyaknya adsorbat yang diadsorb per unit berat dari adsorben, mg adsorbat/g karbon aktif

$a, b$  = konstanta empiris

Pada penelitian ini dalam menganalisa data yakni dengan menghitung harga  $x/m$  dan

Ce/(x/m) diambil dari penyerapan adsorbat oleh karbon aktif tempurung kelapa dan zeolit mulai dari hari pertama sampai hari kelima. Dengan diketahuinya C0 dan Ce maka C0-Ce dapat dihitung, begitu pula x/m dan Ce/(x/m). Untuk pemetaan grafik menggunakan software *Microsoft Excel* 2010, kemudian memplotkan harga Ce/(x/m) versus Ce.

Setelah memplotkan Ce dan Ce/(x/m) dan diperoleh grafik beserta persamaan Langmuir, maka daya adsorpsi dari karbon aktif maupun zeolit dapat diketahui. Menurut Handayani dan Eko (2009) dengan membuat grafik Ce/(x/m) terhadap Ce akan diperoleh persamaan linear dengan intersep 1/ab dan kemiringan (1/a), sehingga nilai a dan b dapat dihitung, dari besar kecilnya nilai a dan b menunjukkan daya adsorpsi. Menurut Halim *et al.* (2010) koefisien a menggambarkan kapasitas adsorpsi secara maksimum dalam mg/g, dan b adalah konstanta Langmuir dalam l/mg.

Pembuatan grafik dilakukan untuk mengetahui besarnya penyerapan dari kedua adsorben setiap hari selama 5 hari. Setelah diketahui koefisien a dan b selama 5 hari, kemudian di rata-rata. Nilai rata-rata dari koefisien a dan b yang diperoleh menunjukkan daya jerap dari adsorben terhadap adsorbat dalam larutan. Setelah diketahuinya nilai rata-rata dari koefisien a, dilanjutkan dengan uji t untuk mengetahui perbedaan daya adsorpsi dari karbon aktif tempurung kelapa maupun zeolit.

Sebelum melakukan uji t, dilakukan uji f terlebih dahulu dengan rumus s<sup>2</sup><sub>1</sub>/s<sup>2</sup><sub>2</sub>, dimana s<sup>2</sup><sub>1</sub> adalah varians dari data 1 dan s<sup>2</sup><sub>2</sub> adalah varians dari data 2. Rumus untuk menghitung

S<sup>2</sup> (variens) yaitu sebagai berikut (Sudjana, 2001):

$$s^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{n-1}$$

dimana: s<sup>2</sup> = varians sampel  
 n = jumlah sampel  
 x<sub>i</sub> = data ke-i  
 $\bar{X}$  = rata-rata dari populasi

Setelah diketahui nilai s<sup>2</sup> (variens) dari karbon aktif dan zeolit, dilanjutkan dengan uji kesamaan dua rata-rata (uji dua arah) dengan rumus sebagai berikut (Sudjana, 2001):

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s^2 \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

$$s^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

dimana: s<sup>2</sup> = varians sampel  
 n = jumlah sampel  
 x<sub>i</sub> = data ke-i  
 $\bar{X}$  = rata-rata dari populasi

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Karakteristik Limbah Cair PT Arthawenasakti Gemilang

Parameter kualitas air sebelum penelitian (uji pendahuluan) diperoleh hasil untuk suhu 27,5 °C, derajat keasaman (pH) 7,41, oksigen terlarut (DO) 1,89 mg/l. Hasil uji parameter kualitas air utama pada limbah PT Arthawenasakti Gemilang yaitu *Chemical Oxygen Demand* (COD) 776 mg/l, Ammonium



3,31 mg/l. Secara fisik limbah cair PT Arthawenasakti Gemilang berwarna coklat keputih-putihan.

### 3.2 Adsorpsi *Chemical Oxygen Demand* (COD) dengan menggunakan Karbon Aktif

Secara keseluruhan mulai hari pertama sampai hari kelima rata-rata koefisien  $a$  dan  $b$  untuk penjerapan COD oleh karbon aktif disajikan pada tabel 1.

**Tabel 1.** Rata-rata Koefisien Isoterm Adsorpsi Langmuir dalam penjerapan COD oleh karbon aktif

Hari Ke-	$a$ daya adsorpsi maksimum, mg/g	$b$ konstanta Langmuir, l/mg
1	5,0607	0,0013
2	17,6678	0,0013
3	34,6021	0,0013
4	61,7284	0,0012
5	94,3396	0,0012
<b>Rata-rata</b>	<b>42,6797</b>	<b>0,0013</b>

Berdasarkan tabel 1 diatas diketahui bahwa selama 5 hari rata-rata koefisien  $a$  sebesar 42,6797 mg/g dan nilai konstanta  $b$  yaitu 0,0013 l/mg. Pada penelitian Halim *et al.* (2010) diperoleh hasil bahwa daya adsorpsi ( $a$ ) pada karbon aktif tempurung kelapa dalam penjerapan COD air lindi yaitu sebesar 37,88 mg/g. Nilai koefisien  $a$  pada penelitian ini tergolong cukup tinggi jika dibandingkan dengan penelitian Halim *et al.* Hal ini disebabkan karbon aktif tempurung kelapa memiliki kemampuan yang baik dalam menyerap bahan organik. Menurut Halim *et al.* (2010), karbon aktif sangat efektif untuk penghilangan COD. Tingkat kelebaran ukuran pori dan luas permukaan yang hidrofobik mempunyai keunggulan untuk karbon aktif

dalam mengadsorpsi polutan organik. Menurut Weber (1981) dalam Rosyida (2011), karbon aktif yang sudah diaktifkan maka poriporinya akan terbuka dan permukaannya bertambah luas (sekitar 300-2000 m<sup>2</sup>/g). Permukaan karbon aktif yang luas ini, daya adsorpsinya terhadap cairan dan gas semakin tinggi. Molekul yang berukuran kecil mudah terjerap pada karbon aktif.

### 3.3 Adsorpsi *Chemical Oxygen Demand* (COD) dengan menggunakan Zeolit

Secara keseluruhan mulai hari pertama sampai hari kelima rata-rata koefisien  $a$  dan  $b$  untuk penjerapan COD oleh zeolit disajikan pada tabel 2.

**Tabel 2.** Rata-rata koefisien isoterm adsorpsi Langmuir dalam penjerapan COD oleh zeolit

Hari Ke-	$a$ daya adsorpsi maksimum, mg/g	$b$ konstanta Langmuir, l/mg
1	3,0039	0,0013
2	10,3842	0,0013
3	20,79	0,0013
4	31,25	0,0013
5	37,8788	0,0013
<b>Rata-rata</b>	<b>20,6614</b>	<b>0,0013</b>

Berdasarkan tabel 2 diatas diketahui bahwa selama 5 hari rata-rata adsorpsi COD oleh zeolit memiliki koefisien  $a$  sebesar 20,6614 mg/g dan nilai konstanta  $b$  yaitu 0,0013 l/mg. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian Halim *et al.*, zeolit memiliki kapasitas adsorpsi sebesar 2,3458 mg/g untuk menyerap COD, dalam penelitian ini diperoleh hasil yang lebih besar. Hal ini menunjukkan bahwa dalam penelitian ini terjadi penjerapan COD oleh zeolit yang lebih besar. Penjerapan zeolit ini tidak lepas dari sifat zeolit yang memiliki kemampuan dalam pertukaran ion.



Menurut Silaban *et al.*, (2012) dalam Lestari *et al.* (2015), ion yang menempel pada permukaan zeolit ditukar dengan ion lain yang berada dalam air, sehingga terjadinya tarik menarik antara permukaan zeolit bermuatan dengan molekul-molekul bersifat polar.

### 3.4 Adsorpsi Ammonium dengan menggunakan Karbon Aktif

Secara keseluruhan mulai hari pertama sampai hari kelima rata-rata koefisien  $a$  dan  $b$  untuk penjerapan ammonium oleh karbon aktif disajikan pada tabel 3.

**Tabel 3.** Rata-rata koefisien isoterm adsorpsi Langmuir dalam penjerapan Ammonium oleh karbon aktif

	$a$	$b$
Hari Ke-	daya adsorpsi maksimum, mg/g	konstanta Langmuir, l/mg
1	0,0223	0,2937
2	0,0680	0,2965
3	0,1109	0,3056
4	0,1456	0,3071
5	0,1634	0,3089
<b>Rata-rata</b>	<b>0,1020</b>	<b>0,3023</b>

Berdasarkan tabel 3 diatas diketahui bahwa selama 5 hari rata-rata adsorpsi ammonium oleh karbon aktif memiliki koefisien  $a$  sebesar 0,1020 mg/g dan nilai konstanta  $b$  yaitu 0,3023 l/mg. Menurut Halim *et al.* (2010), karbon aktif tidak memiliki kapasitas adsorpsi yang cukup baik untuk menjerapan ammonium, karena pada umumnya karbon aktif memiliki permukaan non polar, kekurangan dari penggunaan karbon aktif dalam proses adsorpsi yaitu memiliki interaksi yang lemah dengan adsorbat polar.

Rendahnya daya adsorpsi pada karbon aktif ini mengindikasikan bahwa karbon aktif

memiliki kemampuan yang lemah dalam menjerap ammonium, maka sebaiknya diperlukan suatu pengolahan tambahan sebelum proses pengolahan dengan karbon aktif, yaitu pengolahan secara biologis. Menurut Metcalf dan Eddy (2003), pengolahan limbah dengan menggunakan karbon aktif biasanya dilakukan pada air limbah yang sudah menerima pengolahan secara biologis. Menurut Sugiharto (1987), pengolahan air limbah dengan menggunakan karbon aktif biasanya dipergunakan untuk mengurangi kadar dari benda-benda organik terlarut yang ada. Disamping inti dari pengontakan karbon dengan air maka benda-benda partikel juga bisa ikut dihilangkan, proses ini biasanya dipergunakan untuk melengkapi proses pengolahan secara biologis dari limbah industri yang mana proses biologisnya tidak lengkap.

### 3.5 Adsorpsi Ammonium dengan menggunakan Zeolit

Secara keseluruhan mulai hari pertama sampai hari kelima rata-rata koefisien  $a$  dan  $b$  untuk penjerapan ammonium oleh zeolit disajikan pada tabel 4.

**Tabel 4.** Rata-rata koefisien isoterm adsorpsi Langmuir dalam penjerapan Ammonium oleh zeolit.

	$a$	$b$
Hari Ke-	daya adsorpsi maksimum, mg/g	konstanta Langmuir, l/mg
1	0,0357	0,2927
2	0,1394	0,2871
3	0,2922	0,2839
4	0,5254	0,2788
5	0,7304	0,2829
<b>Rata-rata</b>	<b>0,3446</b>	<b>0,2851</b>

Berdasarkan tabel 4 diatas diketahui bahwa selama 5 hari, rata-rata adsorpsi

ammonium oleh zeolit memiliki koefisien  $a$  sebesar 0,3446 mg/g dan nilai konstanta  $b$  yaitu 0,2851 l/mg. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa zeolit mampu menyerap ammonium rata-rata sebesar 0,3446 mg/g selama 5 hari penelitian. Hal ini tidak lepas dari sifat zeolit yang mampu mempertukarkan ion-ion yang ada dalam rongga zeolit dengan ion yang ada di luar zeolit (air limbah). Zeolit yang berlebihan muatan negatif memerlukan muatan positif untuk menetralkan. Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) memiliki muatan positif (kation) kemudian dinetralkan oleh zeolit yang kelebihan muatan negatif, sehingga terjadi penyerapan  $\text{NH}_4^+$  oleh zeolit dalam air limbah. Menurut Suwardi (2002), dalam proses pembentukannya, unsur silikon yang bervalensi 4 sebagian digantikan oleh unsur aluminium yang bervalensi 3 sehingga terjadi kelebihan muatan negatif. Kelebihan muatan negatif ini kemudian dinetralkan oleh adanya kation-kation.

Mekanisme penghilangan amonium menggunakan zeolit termasuk reaksi pertukaran ion dimana zeolit mempunyai muatan negatif akibat adanya perbedaan muatan antara  $\text{Si}^{4+}$  dengan  $\text{Al}^{3+}$ . Muatan negatif ini muncul karena atom Al yang bervalensi 3 harus mengikat 4 atom oksigen yang lebih elektronegatif dalam kerangka zeolit. Dengan adanya muatan negatif ini maka zeolit mampu mengikat kation dengan ikatan yang lemah seperti kation Na dan Ca. Karena lemahnya ikatan inilah maka zeolit bersifat sebagai penukar kation yaitu kation Na atau Ca akan tergantikan posisinya dengan ion amonium ( $\text{NH}_4^+$ ). Adsorpsi kation amonium ini terjadi pada permukaan dengan gugus hidroksil pada zeolit dan kombinasi muatan positif dari kation amonium dan muatan

negatif pada permukaan zeolit (Gates, 1992 dalam Handayani dan Nurul, 2010).

### 3.6 Perbandingan daya adsorpsi COD dan Ammonium oleh Karbon Aktif dan Zeolit

Setelah diketahui nilai rata-rata  $a$  (kapasitas adsorpsi maksimum) baik itu pada karbon aktif dan zeolit, kemudian dilanjutkan dengan uji  $t$  untuk mengetahui adanya perbedaan atau kesamaan dari penyerapan yang dilakukan oleh karbon aktif maupun zeolit. Pada penelitian ini COD lebih efektif dijerap oleh karbon aktif dibandingkan dengan zeolit. Kemudian ammonium lebih efektif dijerap oleh zeolit.

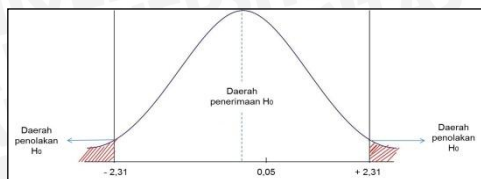
#### 3.6.1 Perbandingan daya adsorpsi COD oleh karbon aktif dan zeolit

Untuk perbandingan daya adsorpsi COD oleh karbon aktif dan zeolit disajikan pada tabel 5 berikut.

**Tabel 5.** Perbandingan rata-rata koefisien isoterm adsorpsi Langmuir dalam penyerapan COD oleh karbon aktif dan zeolit

	$a$	$a$
Hari Ke-	daya adsorpsi maksimum karbon aktif, mg/g	daya adsorpsi maksimum zeolit, mg/g
1	5,0607	3,0039
2	17,6678	10,3842
3	34,6021	20,79
4	61,7284	31,25
5	94,3396	37,8788
<b>Rata-rata</b>	<b>42,6797</b>	<b>20,6614</b>

Setelah dilakukan uji kesamaan dua rata-rata antara penyerapan COD oleh karbon aktif dan penyerapan COD oleh zeolit diperoleh hasil yang tidak berbeda, dimana  $t$  hitung (0,05) lebih kecil daripada  $t$  tabel (2,31) (gambar 1).



**Gambar 1.** Uji t statistik adsorpsi COD oleh karbon aktif dan zeolit

Meskipun secara statistik tidak terdapat perbedaan akan tetapi berdasarkan nilai yang ada, kemampuan adsorpsi COD oleh karbon aktif lebih tinggi dibandingkan dengan zeolit. Hal ini ditunjukkan dari nilai koefisien  $a$  atau kapasitas maksimum penyerapan COD oleh karbon aktif (sebesar 42,6797 mg/g) memiliki nilai yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan kapasitas COD yang teradsorpsi oleh zeolit (20,6614 mg/g). Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan karbon aktif lebih efektif untuk menyerap COD dibandingkan dengan menggunakan zeolit. Karbon aktif lebih efektif untuk menyerap COD dalam penelitian ini disebabkan adanya gaya *Van Der Waals*, yakni adanya interaksi antara molekul terlarut dengan adsorben yang lebih tinggi dibandingkan interaksi antara molekul terlarut dengan pelarut. Menurut Halim *et al.*, (2010) secara umum penggunaan karbon aktif (GAC atau PAC) untuk adsorpsi lebih efektif dalam penghilangan senyawa *non-biodegradable*, tapi tidak untuk ammonium. Karbon aktif lebih efektif dibandingkan zeolit untuk penghilangan COD.

Pada penelitian ini, COD terjerap oleh karbon aktif melalui tiga tahap, yakni masuk ke lapisan karbon aktif bagian luar, kemudian menuju pori-pori karbon aktif. Setelah itu masuk ke bagian lebih dalam dan terjerap pada bagian dinding karbon aktif. Menurut Sihombing (2007) dalam Suligundi (2013), proses adsorpsi pada *activated carbon* terjadi melalui tiga tahap dasar. Pertama-tama, zat

terjerap pada *activated carbon* bagian luar, lalu bergerak menuju pori-pori *activated carbon*, selanjutnya terjerap ke dinding bagian dalam dari *activated carbon*.

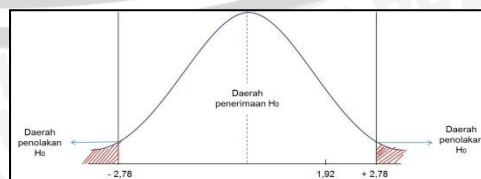
### 3.6.2 Perbandingan daya adsorpsi ammonium oleh karbon aktif dan zeolit

Untuk perbandingan daya adsorpsi ammonium oleh karbon aktif dan zeolit disajikan pada tabel 6 berikut.

**Tabel 6.** Perbandingan rata-rata koefisien isoterm adsorpsi Langmuir dalam penyerapan ammonium oleh karbon aktif dan zeolit

Hari Ke-	$a$	$b$
	daya adsorpsi maksimum karbon aktif, mg/g	daya adsorpsi maksimum zeolit, mg/g
1	0,0223	0,0357
2	0,0680	0,1394
3	0,1109	0,2922
4	0,1456	0,5254
5	0,1634	0,7304
<b>Rata-rata</b>	<b>0,1020</b>	<b>0,3446</b>

Pada penelitian ini, setelah dilakukan uji kesamaan dua rata-rata antara penyerapan ammonium oleh karbon aktif dan penyerapan ammonium oleh zeolit diperoleh hasil yang tidak berbeda (sama), dimana  $t$  hitung (1,92) lebih kecil daripada  $t$  tabel (2,78) (gambar 2). Meskipun secara statistik tidak terdapat perbedaan akan tetapi berdasarkan nilai yang ada kemampuan adsorpsi ammonium oleh zeolit lebih tinggi dibandingkan dengan karbon aktif.



**Gambar 2.** Uji t statistik adsorpsi ammonium oleh karbon aktif dan zeolite

Koefisien  $a$  pada adsorpsi ammonium dengan menggunakan zeolit (0,3446 mg/g) menunjukkan nilai yang lebih besar dibandingkan dengan menggunakan karbon aktif (0,1020 mg/g). Hal ini menandakan bahwa zeolit memiliki daya jerap yang lebih besar dalam menyerap ammonium dibandingkan dengan karbon aktif. Menurut Halim *et al.* (2010), zeolit lebih memiliki efisiensi yang tinggi dalam penghilangan ammonium dibandingkan karbon aktif. Permukaan zeolit merupakan hidrofilik dan memiliki afinitas yang lebih tinggi dalam menyerap ammonium dibandingkan dengan permukaan hidrofobik pada karbon aktif.

Selain itu, besarnya penyerapan ammonium oleh zeolit dibandingkan dengan karbon aktif pada limbah cair PT Arthawenasakti Gemilang ini tidak lepas dari sifat zeolit sendiri yaitu sebagai penukar ion dan struktur molekul dari zeolit yang kelebihan muatan negatif kemudian dinetralkan dengan kation dari ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ). Menurut Suwardi (2002), dalam proses pembentukannya, unsur silikon yang bervalensi 4 sebagian digantikan oleh unsur aluminium yang bervalensi 3 sehingga terjadi kelebihan muatan negatif. Kelebihan muatan negatif ini kemudian dinetralkan oleh adanya kation-kation.

Selain itu, struktur pori zeolit yang berupa kristal menyebabkan ukuran pori zeolit spesifik dan lebih berongga, jika dibandingkan dengan struktur pori karbon aktif yang berupa amorfus yang memiliki banyak mikropori sehingga dapat menghambat molekulmolekul dalam proses adsorpsi. Selain itu karbon aktif memiliki sifat adsorben yang dapat mengadsorpsi secara selektif (Nugroho dan Setyo, 2013).

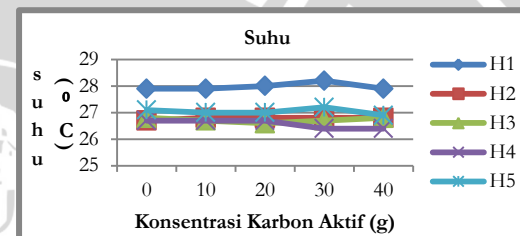
### 3.2 Hasil Pengukuran Kualitas Air

Pengukuran parameter kualitas air pada penelitian ini adalah parameter kualitas air yang mendukung proses adsorpsi yaitu suhu, derajat keasaman (pH), dan oksigen terlarut (DO).

#### 3.2.1 Parameter kualitas air pada perlakuan dengan menggunakan karbon aktif

##### 1. Suhu

Suhu merupakan salah satu parameter yang mempengaruhi proses adsorpsi. Pada penelitian ini suhu air limbah masih tergolong normal. Untuk hasil pengukuran suhu selama penelitian dapat dilihat pada gambar 3.



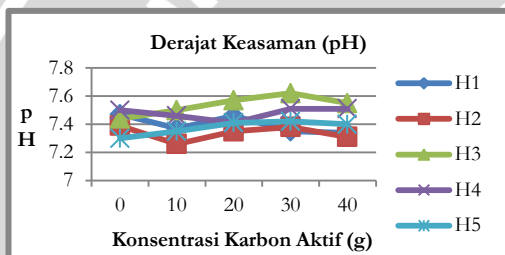
**Gambar 3.** Grafik pengukuran suhu pada air limbah yang dikontakkan dengan karbon aktif

Hasil pengamatan suhu diketahui bahwa selama pengamatan 5 hari kisaran suhu air limbah antara 26,4-28,2 °C. Hal ini diketahui terjadi fluktuasi suhu hampir setiap hari pengamatan, akan tetapi tidak terlalu signifikan. Fluktuasi ini di pengaruhi oleh cuaca yang setiap harinya tidak sama sehingga berpengaruh pula pada suhu air limbah yang digunakan sebagai objek dalam penelitian ini. Penelitian ini dilakukan dalam ruang laboratorium sehingga sangat mendukung proses adsorpsi. Menurut Kundari dan Slamet (2008) dalam Nurhasni *et al.* (2014) proses adsorpsi di lakukan pada suhu ruang, yaitu 26 °C. Pemilihan suhu ruang ini karena proses adsorpsi pada suhu yang semakin tinggi menyebabkan ion ataupun bahan organik yang terjerap oleh adsorben semakin sedikit. Hal ini terjadi karena semakin tinggi suhu pada proses

adsorpsi, maka penggerak ion semakin cepat sehingga ion yang terjerap oleh adsorben semakin berkurang.

2. Derajat keasaman (pH)

Pada proses adsorpsi jumlah zat yang dapat dijerap oleh adsorben mempunyai perbandingan tertentu bergantung pada sifat zat yang dijerap, jenis adsorben dan faktor-faktor yang memengaruhi proses adsorpsi salah satunya pH. Semakin rendah pH dalam suatu larutan, maka semakin banyak jumlah zat terlarut yang dapat diadsorpsi (Endrastuti, 2015). Hasil pengukuran pH selama penelitian dapat di lihat pada gambar 4.



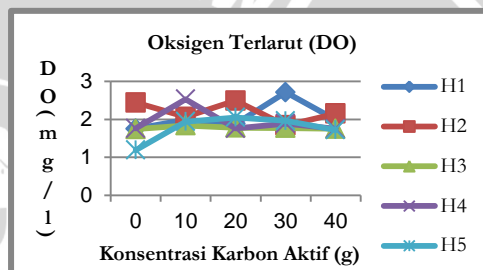
Gambar 4. Grafik pengukuran pH pada air limbah yang dikontakkan dengan karbon aktif

Hasil pengukuran pH selama 5 hari diketahui bahwa terjadi fluktuasi setiap harinya. Kisaran pH yang diperoleh yaitu antara 7,26-7,62. Meskipun terjadi fluktuasi dari hari ke hari akan tetapi nilai pH tersebut masih tergolong netral. Menurut Riapanitra (2006) dalam Nurhasni *et al.* (2014), pH akan memengaruhi muatan permukaan adsorben, derajat ionisasi dan spesi apa saja yang dapat terjerap dalam adsorpsi tersebut. Nilai pH juga dapat memengaruhi kesetimbangan kimia baik pada adsorbat maupun pada adsorben. Menurut Getzen dan Ward (1969) dalam Rosyida (2011) penjerapan molekul asam dan basa oleh karbon aktif yang bersifat non polar sangat bergantung pada pH larutan, karena adanya kekuatan tarik menarik elektrostatis.

Ini berarti bahwa adsorpsi pada suasana netral umumnya lebih kuat.

3. Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen adalah salah satu unsur kimia yang sangat penting sebagai penunjang utama kehidupan berbagai organisme. Oksigen dimanfaatkan oleh organisme perairan untuk proses respirasi dan menguraikan zat organik menjadi zat anorganik oleh mikroorganisme (Nybakken, 1988). Hasil pengukuran oksigen terlarut selama penelitian dapat di lihat pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik pengukuran oksigen terlarut pada air limbah yang dikontakkan dengan karbon aktif

Pada pengamatan oksigen terlarut, di ketahui bahwa setiap pengamatan terjadi fluktuasi. Kisaran oksigen terlarut selama 5 hari pengamatan yaitu antara 1,19-2,71 mg/l. Sampai pada akhir penelitian, oksigen terlarut air limbah cair PT Artawenasakti Gemilang masih dalam kisaran <5 mg/l, untuk itu perlu adanya proses pengolahan berkelanjutan (setelah pengolahan dengan karbon aktif yaitu dengan menggunakan aerasi. Menurut Mahadi (1993), dengan adanya penambahan oksigen (aerasi) akan ikut berperan dalam menurunkan bahan organik pada air limbah, karena penambahan oksigen (aerasi) dapat mempercepat proses degradasi bahan organik yang dilakukan oleh bakteri.

Fluktuasi oksigen terlarut di pengaruhi oleh suhu, apabila suhu meningkat maka

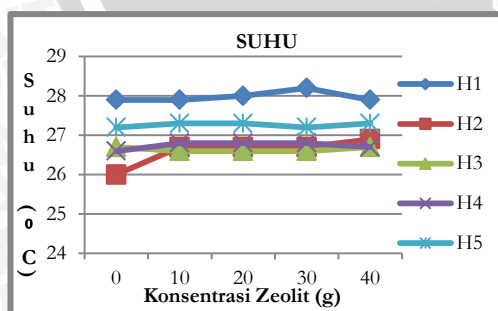


oksigen terlarut menjadi rendah dan sebaliknya jika suhu rendah maka oksigen terlarut menjadi tinggi. Oksigen berperan mengubah senyawa yang beracun menjadi senyawa tidak beracun. Menurut Salmin (2005), oksigen berperan sebagai pengoksidasi dan pereduksi bahan kimia beracun menjadi senyawa lain yang lebih sederhana dan tidak beracun. Peranan oksigen adalah untuk mengoksidasi bahan organik dan anorganik dengan hasil akhirnya adalah nutrisi yang pada akhirnya dapat memberikan kesuburan perairan. Oksigen terlarut sangat penting untuk membantu mengurangi beban pencemaran pada perairan secara alami maupun secara perlakuan aerobik yang ditujukan untuk memurnikan air buangan industri.

### 3.2.2 Parameter kualitas air pada perlakuan dengan menggunakan zeolite

#### 1. Suhu

Suhu merupakan salah satu parameter kualitas air yang memengaruhi proses adsorpsi. Pada pengukuran suhu selama 5 hari, diketahui bahwa terjadi fluktuasi yang tidak terlalu drastis. Hasil pengukuran suhu yang dikontakkan dengan zeolit selama penelitian disajikan pada gambar 6.



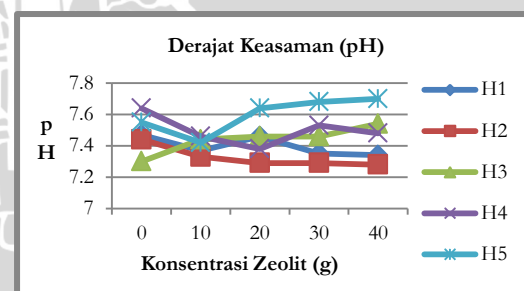
**Gambar 6.** Grafik pengukuran suhu pada air limbah yang dikontakkan dengan zeolit

Berdasarkan gambar 6 diatas untuk suhu pada air limbah yang dikontakkan dengan

zeolit selama 5 hari memiliki kisaran antara 26<sup>0</sup>-28,2<sup>0</sup> C. Hasil tersebut tidak jauh beda dengan hasil pada pengukuran suhu pada air limbah yang dikontakkan dengan karbon aktif. Menurut Kundari dan Slamet (2008) dalam Nurhasni *et al.* (2014). Proses adsorpsi dilakukan pada suhu ruang, yaitu 26<sup>0</sup> C. Pemilihan suhu ruang ini karena proses adsorpsi pada suhu yang semakin tinggi menyebabkan ion ataupun bahan organik yang terjerap oleh adsorben semakin sedikit. Hal ini terjadi karena semakin tinggi suhu pada proses adsorpsi, maka penggerak ion semakin cepat sehingga ion yang terjerap oleh adsorben semakin berkurang.

#### 2. Derajat keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) air limbah yang dikontakkan dengan zeolit selama 5 hari diketahui mengalami fluktuasi. Derajat keasaman merupakan salah satu parameter yang juga berpengaruh pada proses adsorpsi. Untuk hasil pengukuran pH selama penelitian disajikan pada gambar 7.



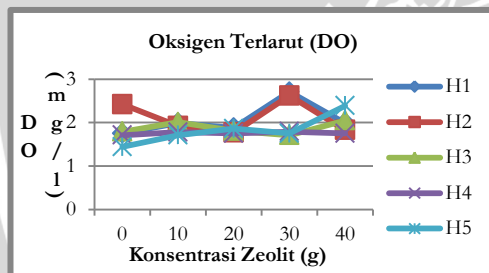
**Gambar 7.** Grafik pengukuran pH pada air limbah yang dikontakkan dengan zeolite

Berdasarkan gambar 7 diatas diketahui bahwa derajat keasaman berkisar antara 7,29-7,70. Kisaran pH tersebut masih tergolong netral dan terjadi penjerapan yang cukup kuat. Hal ini didukung pendapat Getzen dan Ward (1969) dalam Rosyida (2011) penjerapan molekul asam dan basa oleh karbon aktif yang

bersifat non polar sangat tergantung pada pH larutan, karena adanya kekuatan tarik menarik elektrostatis. Ini berarti bahwa adsorpsi pada suasana netral umumnya lebih kuat.

### 3. Oksigen terlarut (DO)

Oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen* = DO) dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan. Disamping itu, oksigen juga dibutuhkan untuk oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik dalam proses aerobik. Sumber utama oksigen dalam suatu perairan berasal dari suatu proses difusi dari udara (Salmin, 2000 dalam Salmin 2005). Hasil pengukuran oksigen terlarut yang dikontakkan dengan zeolit dapat dilihat pada gambar 8.



**Gambar 8.** Grafik pengukuran oksigen terlarut pada air limbah yang dikontakkan dengan zeolite

Berdasarkan gambar 8 di atas dapat diketahui bahwa terjadi fluktuasi oksigen terlarut selama pengamatan 5 hari. Oksigen terlarut yang ada pada air limbah setelah dikontakkan dengan zeolit yaitu berkisar antara 1,44-2,39 mg/l. Hasil oksigen terlarut ini masih <5 mg/l, sama halnya pada oksigen terlarut yang dikontakkan dengan karbon aktif. Menurut Rifa'i dan Pertaganawan (1983), pada umumnya kandungan oksigen sebesar 5 mg/l dengan suhu air berkisar antara 20<sup>0</sup> - 30<sup>0</sup> C relatif masih baik untuk kehidupan ikan,

bahkan apabila dalam perairan tidak terdapat senyawa-senyawa yang bersifat toksik (tidak tercemar) kandungan oksigen sebesar 2 mg/l sudah cukup untuk mendukung kehidupan organisme perairan.

Pada penelitian ini nilai oksigen terlarut (DO) tergolong rendah. Baik itu perlakuan pada karbon aktif maupun zeolit, keduanya memiliki kisaran nilai DO yang <5 mg/l. Rendahnya DO dikarenakan dalam penelitian tidak menggunakan aerasi. Untuk itu setelah pengolahan dengan karbon aktif maupun zeolit perlu adanya pengolahan lebih lanjut pada limbah cair PT Arthawenasakti Gemilang agar tidak membahayakan organisme air. Menurut Efendi (2011), penggunaan karbon aktif tidak memengaruhi oksigen terlarut dalam limbah cair atau nilai konsentrasi oksigen terlarut turun karena adanya faktor intern. Menurut Fardiaz (1992) dalam Efendi (2011) penyebab utama berkurangnya oksigen terlarut dalam air adalah adanya mikroorganisme yang mengkonsumsi oksigen. Dengan demikian dapat menurunkan oksigen terlarut didalam air dengan cepat.

### 3.3 Faktor Internal setelah Proses Adsorpsi

Pada penelitian ini faktor internal yang dimaksud ialah faktor yang berpengaruh pada adsorben maupun limbah cair setelah proses adsorpsi berlangsung. Setelah dilakukan adsorpsi oleh karbon aktif maupun zeolit, masih terdapat residu atau sisa bahan pencemar baik pada limbah cair maupun pada kedua adsorben. Dengan demikian, diperlukan perlakuan lanjutan pada karbon aktif dan zeolit, setelah kedua adsorben tersebut mengalami penurunan daya adsorpsi. Begitu pula limbah cair setelah dikontakkan dengan

adsorben perlu penanganan lebih lanjut agar limbah yang di olah tersebut telah memenuhi baku mutu yang berlaku sehingga ketika dilakukan pembuangan air limbah tidak membahayakan biota yang ada pada lingkungan perairan.

Untuk karbon aktif dan zeolit yang telah jenuh (tidak mampu lagi untuk menyerap bahan pencemar) setelah digunakan sebagai adsorben limbah cair PT Arthawenasakti Gemilang, dapat dilakukan aktivasi agar bisa digunakan kembali fungsinya sebagai adsorben yang dapat menyerap bahan pencemar. Pengaktifan adsorben bisa menggunakan larutan yang mengandung basa-basa kuat maupun dengan pemanasan. Kemudian untuk limbah cair yang masih terdapat residu bahan pencemar setelah melalui proses adsorpsi, perlu adanya pengolahan lebih lanjut pada limbah cair tersebut. Pengolahan lebih lanjut yang dimaksud yakni berdasarkan rangkaian-rangkaian pengolahan limbah yang ada.

Dengan adanya pengolahan lebih lanjut tersebut, dapat menyempurnakan hasil pengolahan limbah setelah proses adsorpsi. Adsorpsi menggunakan karbon aktif dan zeolit termasuk dalam pengolahan air limbah yang ketiga (*tertiary treatment*). Untuk memperoleh pengolahan limbah yang sempurna setelah melalui proses adsorpsi sebaiknya dilakukan pengolahan limbah dengan pembunuhan kuman. Menurut Sugiharto (1987), kegiatan pengolahan air limbah dapat dikelompokkan menjadi enam bagian antara lain:

1. pengolahan pendahuluan (*pre treatment*)
2. pengolahan pertama (*primary treatment*)
3. pengolahan kedua (*secondary treatment*)
4. pengolahan ketiga (*tertiary treatment*)

5. pembunuhan kuman (*desinfeksi*)
6. pembuangan lanjutan (*ultimate disposal*).

Pengolahan air limbah dengan menggunakan adsorben termasuk pada pengolahan ketiga, biasanya dipergunakan sebagai proses kelanjutan dari pengolahan secara biologis. Karbon pada kejadian ini dipergunakan untuk mengurangi kadar dari benda-benda organik terlarut yang ada. Proses adsorpsi biasanya dipergunakan untuk melengkapi proses pengolahan secara biologi dari limbah industri yang mana proses biologisnya tidak lengkap, sehingga masih terdapat masalah pada air limbah (Sugiharto, 1987).

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa:

- Secara statistik (uji t) adsorpsi oleh karbon aktif maupun zeolit tidak terdapat perbedaan, tetapi berdasarkan nilai yang ada terdapat perbedaan adsorpsi. Karbon aktif tempurung kelapa dan zeolit memiliki spesifikasi tersendiri dalam mengadsorpsi adsorbat. Karbon aktif tempurung kelapa memiliki daya adsorpsi yang lebih besar dalam menyerap COD sedangkan zeolit memiliki daya adsorpsi lebih besar dalam menyerap ammonium.
- Daya adsorpsi karbon aktif tempurung kelapa untuk menyerap COD rata-rata selama lima hari yaitu 42,6797 mg/g dan daya adsorpsi zeolit dalam menyerap ammonium yaitu sebesar 0,3446 mg/g.
- Secara keseluruhan suhu yang digunakan dalam penelitian adsorpsi ini berkisar antara 26,4<sup>0</sup>-28,2<sup>0</sup>C, untuk pH diperoleh kisaran antara 7,26-7,70, untuk kisaran



oksigen terlarut yang diperoleh 1,19 – 2,71mg/l. Pada suhu, pH, dan oksigen terlarut yang diperoleh menunjukkan kisaran yang cukup mendukung untuk proses adsorpsi.

#### 4.2 Saran

Berdasarkan penelitian ini, disarankan untuk dilakukannya penelitian lebih lanjut tentang penggunaan karbon aktif dan zeolit sebagai adsorben untuk penjerapan jenis adsorbat lain misalkan logam berat atau jenis bahan pencemar lainnya. Selain itu, dapat dilakukan penelitian lebih lanjut tentang perhitungan efisiensi dan mengetahui daya jenuh dari karbon aktif tempurung kelapa maupun zeolit dalam mengadsorpsi COD dan ammonium. Perlu penelitian lebih lanjut tentang pengaruh pH terhadap daya adsorpsi karbon aktif tempurung kelapa dan zeolit dalam menjerap bahan pencemar limbah cair PT Arthawenasakti Gemilang.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Efendi, I. 2011. Pengaruh Penggunaan Karbon Aktif dengan Dosis Yang Berbeda terhadap Penurunan Kandungan Bahan Organik pada Limbah Cair Pabrik Tahu. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Malang.
- Endrastuti, O. 2015. Pengaruh pH terhadap daya adsorpsi logam berat Fe<sup>2+</sup> (Besi) dengan menggunakan Karbon aktif batubara. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Malang.
- Halim, A. A., H. A. Aziz, M. A. M. Johari, dan K. S. Ariffin. 2010. Comparison study of ammonia and COD adsorption on zeolite, activated carbon and composite materials in landfill leachate treatment. *Desalination* : 31-35.
- Handayani, M. dan E. Sulistiyono. 2009. Uji Persamaan Langmuir dan Freundlich pada Penyerapan Limbah Chrom (VI) oleh Zeolit. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir*. 130-136.
- Handayani, N. dan N. Widiastuti. 2010. Adsorpsi Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) pada Zeolit Berkarbon dan Zeolit yang Disintesis dari Abu Dasar Batu Bara PT. Ipmomi Paiton dengan Metode Batch. *Prosiding Kimia FMIPA*. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Lestari, N. A. A., R. Diantari, dan E. Efendi. 2015. Penurunan Fosfat pada Sistem Resirkulasi dengan Penambahan Filter yang Berbeda. *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*. 3 (2) : 367-374.
- Mahadi, U. N. 1993. Pencemaran air dan Pemanfaatan Limbah Industri. PT. Rajawali Grafindo Persada : Jakarta.
- Metcalf dan Eddy, Inc. 2003. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*. McGraw-Hill, Inc: USA.
- Nugroho, W. dan S. Purwoto. 2013. Removal Klorida, TDS dan Besi pada Air Payau melalui penukar ion dan filtrasi campuran zeolit aktif dengan karbon aktif. *Jurnal Teknik WAKTU*. 11 (11) : 47-59.
- Nurhasni, Hendrawati, dan N. Saniyyah. 2014. Sekam Padi untuk Menyerap Ion Logam Tembaga dan Timbal dalam Air Limbah. *Valensi*. 4 (1) : 36-44.
- Nybakken, J. W. 1988. *Biologi Laut, Suatu Pendekatan Ekologi*. Alih bahasa oleh M. Eidman, Koesoebiono, D. G. Bengen, M. Hutomo dan S. Sukarjo. Gramedia: Jakarta.
- Ratman, C. R. dan Syafrudin. 2010. Penerapan Pengelolaan Limbah B3 di PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia. *Jurnal Presipitasi*. 7 (2): 62-70.

Rifa'i, R.S. dan K. Pertagunawan. 1983. *Biologi Perikanan 1*. CV Kayago: Jakarta.

Rosyida, A. 2011. Bottom ash limbah batubara sebagai media filter yang efektif pada pengolahan limbah cair tekstil. *Jurnal rekayasa proses*. 5 (2) : 56-61.

Salmin. 2005. Oksigen terlarut (DO) dan kebutuhan oksigen biologi (BOD) sebagai salah satu indikator untuk menentukan kualitas perairan. *Oseana*. 30 (3) : 21-26.

Sudjana. 2001. *Metoda Statistika*. Tarsito: Bandung.

Sugiharto. 1987. *Dasar – Dasar Pengelolaan Air Limbah*. Universitas Indonesia (UI-Press): Jakarta.

Suhartana. 2006. Pemanfaatan Tempurung Kelapa sebagai Bahan Baku Arang Aktif dan Aplikasinya Untuk Penjernihan Air Sumur di Desa Belor Kecamatan Ngaringan Kabupaten Grobogan. *Berkala fisika*. 151-156.

Suligundi, B. T. 2013. Penurunan Kadar COD (Chemical Oxygen Demand) pada Limba Cair Karet dengan Menggunakan Reaktor Biosand Filter yang Dilanjutkan dengan Reaktor Aktivated Carbon. *Jurnal Teknik Sipil Untan*. 13 (1) : 29-44.

Supriyatno, B. 2000. Pengelolaan Air Limbah yang Berwawasan Lingkungan Suatu Strategi dan Langkah Penganannya. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 1 (1) : 17 – 26.

Suwardi. 2002. Prospek Pemanfaatan Mineral Zeolit di Bidang Pertanian. *Jurnal Zeolit Indonesia*. 1 (1) : 5-12.

Zakaria. 2011. Adsorpsi Cu (II) Menggunakan Zeolit Sintetis dari Abu Terbang Batu Bara. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.