

## Sintesis Adsorben Dari *Activated Sludge* Industri Karet Termodifikasi Zeolit Alam Lampung (Klipnotilolit) Untuk Pengolahan Limbah Industri Tekstil Batik Lampung

Synthesis of Adsorbent from Activated Sludge Rubber Industry Modified Natural  
Zeolite of Lampung (Clipnotilolite) for Processing of Industrial Wastes Textile  
Batik Lampung

<sup>1</sup>Darmansyah, <sup>2</sup>Andri Sanjaya, <sup>3</sup>Fadhilla Soraya I., <sup>4</sup>Simparmin Br. Ginting

<sup>1,2,3,4</sup>Teknik Kimia, Universitas Lampung

email : <sup>1</sup>darmansyah82@gmail.com; <sup>2</sup>andri.sanjaya123@gmail.com;  
<sup>3</sup>sorayaisfahani@gmail.com; dan <sup>4</sup>simparmin@gmail.com

### Abstrak

Air limbah tekstil batik lampung mengandung logam berat *Chromium* sebesar 70 mg/L, bahan-bahan pencemar yang sangat kompleks serta memiliki intensitas warna yang tinggi dan nilai COD dan BOD sebesar 63.600 mg/L dan 36.485 mg/L. Nilai tersebut melebihi ambang batas baku mutu limbah cair industri tekstil Permen LH No. 5 tahun 2014. *Waste Activated Sludge* (WAS) industri karet dimanfaatkan sebagai bahan baku adsorben yang dikalsinasi terlebih dahulu menggunakan *Furnace* pada suhu 600 °C selama 15 menit yang kemudian diaktivasi menggunakan NaOH 10% V/V dan dimodifikasi menggunakan Zeolit Alam Lampung (klipnotilolit) teraktivasi HCl 1M. Hasil karakterisasi FT-IR menunjukkan gugus fungsi pada adsorben hasil sintesis rasio 3:2, 4:1 relatif sama yaitu gugus O-H, C-OH, C=N, Al-O, C-H, C=C, C=O, dan S-C, sedangkan rasio 5:0 terdiri dari O-H, C=N, C-H, C=C, C=O, dan S-C. Adsorben pada rasio arang aktif dan zeolit 3:2 gram/gram digunakan dalam uji kinerja dengan luas permukaan sebesar 923 m<sup>2</sup>/gr, volume pori 0,6 cc/gr dan ukuran pori rata-rata yaitu 258,874 Å. Persentase jerapan terhadap logam Cr sebesar 98,625 %. Nilai COD, BOD, TSS, intensitas warna, dan kekeruhan mengalami penurunan yang signifikan setelah proses adsorpsi.

*Kata kunci* : *activated sludge, adsorben, industri tekstil.*

### Abstract

*Wastewater of batik lampung textile industry containing heavy metals chromium of 70 mg/L, very complex pollutants and has high color intensity and percentage COD and BOD of 63.600 mg/L and 36.485 mg/L. That amount exceeds the quality standard threshold textile wastewater industry according to the environment minister's regulation number 5 years 2014. Waste activated sludge (WAS) rubber industry used as raw material of adsorbent which are calcined using furnace at temperature 600 °C during 15 minutes, and then activated using NaOH 10% and modified using natural zeolite of lampung (clipnotilolite) which are activated using HCl 1M. FT-IR characterization indicates the functional group on the synthesis of adsorbents ratio 3:2, 4:1, 5:0 consist of O-H, C-OH, C=N, Al-O, C-H, C=C, C=O, and S-C, while the ratio 5:0 consists of O-H, C=N, C-H, C=C, C=O, and S-C. Adsorbent ratio WAS/zeolite 3:2 gram/gram with surface area of 932 m<sup>2</sup>/gram, pore volume is 0,6 cc/gram and average pore size is 258,874 Å used in performance tests. Adsorption percentage against chromium is 98,6225%. Value of COD, BOD TSS, color intensity, and turbidity has decreased significantly after adsorption process.*

*Keyword* : *activated sludge, adsorbent, textile industry.*

## 1. Pendahuluan

Saat ini pertumbuhan industri di Indonesia sangatlah pesat. Hal ini dibuktikan berdasarkan survei BPS pada tahun 2013 yaitu jumlah industri

skala besar sedang adalah sebanyak 23.941 buah, industri skala kecil sebanyak 531.351 buah, dan industri skala mikro adalah sebanyak 2.887.015 buah. Subsektor karet terdiri dari 1.592

buah dan subsektor tekstil terdiri dari 2.232 buah. Banyaknya jumlah industri yang ada tentunya akan berbanding lurus terhadap limbah yang dihasilkan dari industri tersebut.

Salah satu industri yang berkaitan dengan masalah lingkungan yaitu industri tekstil batik. Limbah industri tekstil timbul akibat penggunaan zat pewarna yang masih melekat setelah digunakan [1]. Dalam air limbah tekstil mengandung logam berat seperti Cr (*chromium*) dan bahan-bahan pencemar yang sangat kompleks dan memiliki intensitas warna yang tinggi. Nilai *chemical oxygen demand* (COD) dan *biological oxygen demand* (BOD) untuk limbah tekstil berkisar antara 150-12.000 mg/L dan 80-6.000 mg/L. Nilai tersebut melebihi ambang batas baku mutu limbah cair industri tekstil apabila kita tinjau dari KepMen LH No. 51/MENLH/10/1995 [2], dan jika tidak diolah dengan benar maka dapat mengakibatkan logam berat terakumulasi dan masuk ke dalam rantai makanan dan membahayakan masyarakat yang tinggal sekitar industri batik

Berdasarkan penelitian terdahulu penggunaan limbah lumpur proses *activated sludge* industri karet yang dikalsinasi dan aktivasi sebagai adsorben mempunyai daya serap yang tinggi terhadap logam berat yaitu sebesar 90% [3]. Emelda melakukan adsorpsi ion Cr menggunakan adsorben berupa zeolit teraktivasi kimia-fisik dengan persentase jerapan 99,725% [4].

Disamping itu, salah satu sumber alam berupa bahan tambang yang ketersediannya tersebar di Indonesia adalah batuan zeolit. Harga zeolit hanya sekitar Rp. 7.500/kg. Selain zeolit mudah didapat, zeolit juga memiliki sifat-sifat yang baik sebagai adsorben. Penggunaan material zeolit pun semakin meningkat, terutama dalam bidang industri. Karena sifat-sifat zeolit tersebut, maka zeolit dimanfaatkan dalam berbagai bidang, salah satunya sebagai media untuk membantu pengolahan limbah pabrik [4].

Dalam percobaan ini, penulis mencoba mempelajari daya adsorpsi adsorben terhadap ion logam dalam limbah tekstil batik Lampung melalui studi laboratorium. Penulis membuat adsorben berupa arang aktif dari WAS yang termodifikasi zeolit dengan berbagai rasio kemudian adsorben dibuat bentuk silinder dengan ukuran 0,5 cm x 0,7 cm dan dianalisis FT-IR, BET, serta SEM.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Material

*Activated sludge* industri karet, zeolit alam lampung (klipnotilolit), NaOH, HCl, dan Aquades.

### 2.2 Instrumentasi

Adsorben hasil sintesis dianalisis menggunakan *fourier transform infrared* (FT-IR), Branuar, Emeet and Teller (BET), dan *scanning electron microscope* (SEM).

### 2.3. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Terapan, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lampung dan Laboratorium Kesehatan Masyarakat UPTD Kesehatan Provinsi Lampung.

### 2.4 *Pretreatment* Limbah Padat Proses *Activated Sludge*

Limbah padat proses *activated sludge* dari pabrik karet merupakan bahan utama dalam pembuatan adsorben ini. Limbah padat ini diambil dari industri karet PTPN 7 Natar, Lampung Selatan, Lampung. WAS yang didapat dikeringkan menggunakan oven pada suhu 110 °C selama 24 jam agar kandungan air pada WAS berkurang. WAS yang sudah kering direduksi ukurannya yang kemudian diayak menggunakan ayakan 100 mesh. Selanjutnya dilakukan kalsinasi 20 gram WAS menggunakan *muffle Furnace Thermoline* 6000 dengan suhu 600 °C selama 15 menit sampai terbentuk arang. 100 gram arang yang dihasilkan dari proses kalsinasi diaktivasi dengan cara perendaman kedalam 500 ml NaOH 10% selama 24 jam. Filtrat yang dihasilkan dari penyaringan menggunakan kertas saring Whatman dicuci menggunakan akuades hingga pH filtrat netral dan kemudian dikeringkan pada suhu 100 °C selama 6 jam dan disimpan di dalam desikator.

### 2.5 *Pretreatment* Zeolit Alam Lampung

Zeolit yang didapatkan dari CV Minatama terlebih dahulu direduksi ukurannya dan diayak menggunakan ayakan ukuran 100 mesh, kemudian zeolit dicuci dan direndam menggunakan akuades selama 24 jam dan dikeringkan menggunakan oven dengan suhu

100 °C selama 24 jam. 100 gram zeolit diaktivasi kedalam 500 ml HCl 1M yang diaduk dengan pengaduk magnetis selama 3 jam. Filtrat yang dihasilkan dari penyaringan menggunakan kertas saring Whatman dicuci menggunakan akuades hingga pH filtrat netral dan kemudian dikeringkan menggunakan *furnace* dengan suhu 105 °C selama 3 jam dan disimpan di dalam desikator.

## 2.6 Pencetakan Adsorben

Dalam pencetakan adsorben digunakan cetakan berbentuk silinder dengan ukuran 0,5 x 0,7 cm. Perekat yang digunakan adalah tepung tapioka, tanah liat dan sodium silika. Rasio penambahan arang aktif WAS/zeolit adalah 3:2, 4:1 dan 5:0 gram/gram. Kemudian ditambahkan perekat sebanyak 5 gram dan diaduk secara merata hingga homogen. Setelah dicetak, adsorben kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 150 °C selama 1 jam dan kemudian adsorben dikarakterisasi.

## 3. Hasil Dan Pembahasan

Kadar air pada arang dari WAS yang telah diaktivasi diperoleh sebesar 2,14 %wt, kadar air menunjukkan banyaknya air yang terkandung didalam arang, dimana semakin kecil kandungan air maka akan semakin baik kualitas arang aktif yang dihasilkan. Semakin tinggi kadar air berarti semakin banyak pori arang aktif yang tertutup air, sehingga menyebabkan penyerapan pada permukaan arang aktif menjadi semakin kecil, dan akan menurunkan daya adsorpsi [5].

Kadar abu yang didapat pada hasil analisa adalah sebesar 7,45 %wt, kadar abu menunjukkan banyaknya sisa-sisa senyawa anorganik yang terkandung di dalam arang aktif yang dihasilkan dari proses pembakaran. Semakin rendah kadar abu menunjukkan arang aktif semakin baik. Kadar abu yang besar disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain senyawa anorganik (logam-logam) yang tidak bereaksi dengan aktivator, sisa garam (aktivator) yang tidak larut dalam pencucian [6]

Kadar *fixed carbon* adalah sebesar 84,92 %wt. *Fixed carbon* menunjukkan jumlah karbon murni yang terkandung di dalam arang. Dimana arang yang telah diaktivasi tentunya lebih banyak mengandung karbon murni dibandingkan dengan arang yang belum diaktivasi. Hal ini dikarenakan arang yang belum diaktivasi hasil karbonasi

masih banyak mengandung *impurities* yang melekat pada arang. Pada proses aktivasi arang telah berubah menjadi arang sepenuhnya, dan *impurities* yang menutupi pori sudah banyak terlepas, sehingga kandungan arang murni semakin tinggi.

Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa arang dari WAS hasil karbonasi dan aktivasi memiliki mutu yang baik dan telah memenuhi syarat mutu arang aktif menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) No.06-3730-1995 dimana kadar air maksimum adalah 15 %wt, kadar abu maksimum adalah 10 %wt dan kadar *fixed carbon* minimal 65%wt. Hal ini menunjukkan bahwa arang yang dihasilkan telah mengarang sempurna saat proses karbonasi.

Pemilihan perekat merupakan hal yang penting dari pencetakan adsorben ini. Perekat yang baik merupakan perekat yang kuat serta tidak menyebabkan kebuntuan pada adsorben, kebuntuan adsorben yaitu hilangnya daya adsorpsi yang dapat disebabkan karena pori-pori pada adsorben tertutupi.

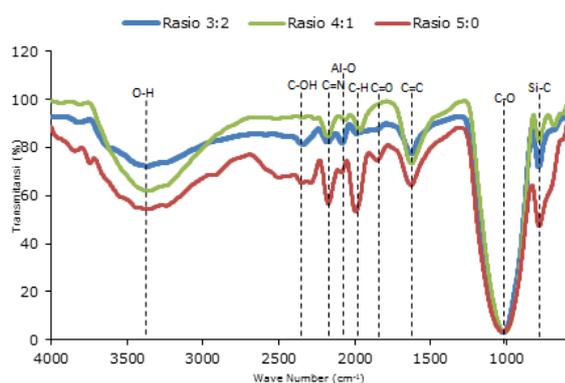
Perekat tepung tapioka pada penelitian Herry Wardono dan Mario [7] adsorben pelet *fly ash* mampu meningkatkan prestasi mesin sepeda motor 4-langkah. Adsorben yang telah dicetak kemudian diuji kekuatannya yaitu pengontakan dengan cairan (akuades), masing masing adsorben di rendam dalam akuades dan diamati perubahan adsorben. Pengujian ini dilakukan karena diinginkan adsorben yang kuat ketika proses pengaplikasian terhadap cairan. Pada masing masing adsorben setelah dilakukan pengujian diketahui pada 15 menit pertama adsorben telah hancur ketika dikontakkan. Hal ini menunjukkan bahwa perekat tepung tapioka tidak dapat digunakan untuk perekat adsorben yang akan diaplikasikan dalam media cair. Pada perekat tanah liat sebagai perekat juga belum menghasilkan adsorben yang cukup kuat dikarenakan setelah perendaman menggunakan akuades adsorben dengan rasio penambahan 3:2 hancur pada menit ke 20, 4:1 dan 5:0 hancur pada menit ke 15.

Pada penggunaan sodium silika, pada pencetakan 5 gram arang aktif + zeolit digunakan 5 gram sodium silika yang kemudian di aduk secara perlahan hingga homogen yang kemudian dicetak, proses pengeringan dilakukan

menggunakan oven dengan suhu 60 °C selama 24 jam. Terakhir dilakukan pengujian dari kekuatan adsorben dengan perendaman menggunakan akuades. Pada adsorben dengan rasio penambahan 3:2 dapat bertahan selama 375 menit, rasio penambahan 4:1 dan 5:0 dapat bertahan selama 330 menit, dan dapat disimpulkan bahwa pada penggunaan sodium silika sebagai perekat dapat menghasilkan adsorben yang paling kuat.

### 3.1 Karakterisasi *Fourier Transform Infrared* (FT-IR)

*Fourier Transform Infrared* (FT-IR) merupakan teknik spektroskopi yang paling banyak digunakan untuk mempelajari mekanisme interaksi yang terlibat dengan spektrum gelombang dari 600-4000  $\text{cm}^{-1}$  yang ditunjukkan pada gambar 1. Berikut ini



**Gambar 1.** Hasil Analisis FTIR Adsorben dari WAS Termodifikasi ZAL

Pada gambar 1. menunjukkan spektra IR dari adsorben yang telah dicetak. Diperoleh puncak utama pada bilangan gelombang 3360-3370  $\text{cm}^{-1}$ . puncak ini merupakan puncak yang khas untuk fibrasi ulur gugus O-H (gugus hidroksil), dimana pada gambar 1. terlihat bahwa pada sampel rasio 5:0 memiliki puncak yang lebih tajam pada bilangan gelombang 3360,63  $\text{cm}^{-1}$  jika dibandingkan dengan sampel 4:1 pada bilangan gelombang 3368,01  $\text{cm}^{-1}$ , dan 3:2 peak yang intensitas cenderung kuat pada bilangan gelombang 3370,30  $\text{cm}^{-1}$ . Sampel pada rasio 5:0 yang memiliki puncak yang paling tajam menandakan bahwa memiliki gugus O-H yang lebih banyak dibandingkan sampel 4:1 dan 3:2. Sebagaimana diketahui karbon aktif memiliki dua

macam ikatan O-H, yaitu ikatan O-H yang terikat pada gugus karboksil [8]

Gugus fungsi C-OH terjadi puncak paling tajam pada rasio 3:2 dengan bilangan gelombang 2340,98  $\text{cm}^{-1}$ , pada sampel rasio 4:1 terjadi pada bilangan yang landai pada bilangan gelombang 2347,02  $\text{cm}^{-1}$ , sedangkan pada sampel 5:0 tidak adanya serapan gelombang C-OH.

Pita serapan pada bilangan gelombang 1993-2083 yang mengindikasikan adanya gugus Al-O [9]. Puncak tertajam yang menandakan adanya gugus Al-O terbanyak terjadi pada rasio 4:1 dengan bilangan gelombang 2083,06  $\text{cm}^{-1}$ , pada sampel rasio 3:2 terjadi serapan pada bilangan gelombang 2083,06  $\text{cm}^{-1}$ . Adanya gugus Al-O dikarenakan penambahan zeolit yang terjadi pada sampel 3:2 dan 4:1. Zeolit merupakan senyawa zat kimia yang terdiri dari alumina dan silika. Diperkuat pada rasio 5:0 tanpa adanya penambahan zeolit menyebabkan tidak terjadi pita serapan untuk gugus Al-O.

Gugus C=C merupakan gugus yang menandakan bahan baku WAS yang telah dikalsinasi telah mengarang dan proses pencetakan dengan penambahan zeolit tidak mengalami perubahan. Gugus C=C ditunjukkan pada rentang gelombang 1450-1650  $\text{cm}^{-1}$ , dimana puncak tertajam terjadi pada sampel rasio 5:0 dengan bilangan gelombang 1626,60  $\text{cm}^{-1}$  menandakan bahwa sampel 5:0 memiliki gugus C=C yang paling banyak. Hal yang berbeda terjadi pada sampel dengan rasio 3:2 yang gelombang terbentuk lebih landai jika dibandingkan dengan sampel 4:1 dan 5:0, menandakan adanya gugus C=C yang lebih sedikit. Hal sama yang terlihat pada gugus C=O, C=N dan C-H puncak tertajam terjadi pada sampel 5:0. Lebih sedikitnya gugus C-C, C=N, dan C-H pada rasio 3:2 dan 4:1 dikarenakan saat proses sintesis telah ditambahkan zeolit alam lampung sedangkan 5:0 tidak mengalami penambahan.

Pita serapan yang hampir seragam pada sampel 3:2, 4:1, dan 5:0 dengan rentang gelombang 1010-1020  $\text{cm}^{-1}$  dianggap berasal dari Si-O [8] yang berasal dari zeolit ataupun mineral yang telah terkandung pada lumpur, atau C-O peregangan alkohol, eter, atau grup hidroksil [8].

Selain itu, terdapat puncak lain yang terbentuk pada bilangan gelombang 700  $\text{cm}^{-1}$

yang mana untuk sampel rasio 3:2 782,47 cm<sup>-1</sup>, sampel rasio 4:1 783,74 cm<sup>-1</sup>, dan 5:0 783,92 cm<sup>-1</sup> yang menunjukkan adanya gugus fungsi Si-C. Pada sampel rasio 3:2 terlihat bahwa puncak gelombang yang dimiliki lebih tajam dibandingkan sampel rasio 4:1 dan 5:0 yang lebih landai. Hal ini menunjukkan adanya gugus fungsi Si-C yang lebih sedikit dalam sampel rasio 4:1 dan 5:0 bila dibandingkan dengan sampel rasio 3:1. Gugus Si hadir karena adanya penambahan zeolit alam teraktivasi menggunakan HCl yang merupakan sumber silika. Rasio 3:2 yang memiliki gugus Si-C yang paling banyak dikarenakan pada proses sintesis ditambahkan 2 gram zeolit ke 3 gram arang aktif WAS, berbeda pada rasio 4:1 yang hanya ditambahkan 1 gram zeolit ke 4 gram arang aktif WAS, dan 5:0 yang tidak ditambahkan zeolit sama sekali. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa semakin banyak zeolit yang ditambahkan dapat memeperbanyak gugus Si-C dalam adsorben. Pada penggunaan sodium silika juga menjadi sumber silika yang ada pada adsorben.

### 3.2 Karakterisasi Branuar, Emmet and Teller (BET)

Metode Branuar, Emmet and Teller (BET) adalah suatu prosedur yang digunakan untuk mengetahui ukuran pori, volume pori dan luas permukaan adsorben dari WAS termodifikasi ZAL yang dapat dilihat pada tabel 1. berikut ini

**Tabel 1.** Hasil Karakterisasi BET

Rasio	Luas Permukaan	Volume Pori	Ukuran Pori Rata-rata
	m <sup>2</sup> /gram	cc/gram	Å
3:2	923	0,6	258,872
4:1	832,2	0,534	128,320
5:0	768,454	0,723	18,825

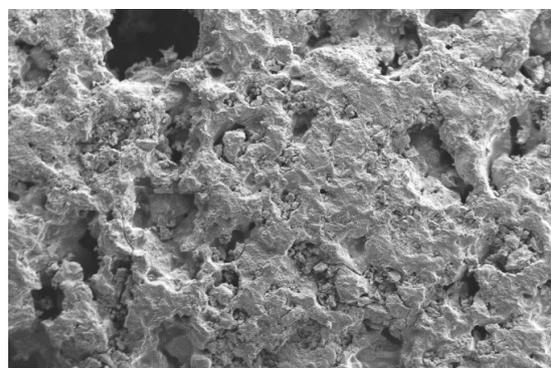
Berdasarkan karakterisasi BET pada tabel 1. menunjukkan bahwa pada penambahan zeolit terbanyak dengan rasio 3:2 gram/gram menghasilkan adsorben yang memiliki ukuran luas permukaan sebesar 923 m<sup>2</sup>/gram. pada adsorben yang tidak dilakukan penambahan zeolit pada rasio 5:0 hanya memiliki luas permukaan sebesar 768,454 m<sup>2</sup>/gram.

Dalam penelitian Eddy Heraldly [10] yang mengaktivasi adsorben zeolit alam Ponorogo secara fisika dan kimia hanya mampu menghasilkan luas permukaan sebesar 73.35 m<sup>2</sup>/gram, sedangkan pada penelitian arang aktif dari WAS yang dilakukan tanpa penambahan zeolit dan perekat sodium silika oleh Z. Al-Qodah dan R. Shawabkah ([8]. luas permukaan adsorben yang dihasilkan adalah 580 m<sup>2</sup>/gram. Terlihat bahwa banyaknya zeolit yang ditambahkan berpengaruh terhadap luas permukaan adsorben yang dihasilkan, hal ini menunjukkan bahwa proses sintesis adsorben dari arang aktif WAS yang dimodifikasi zeolit alam Lampung dengan perekat sodium silika dapat membentuk matrik adsorben yang lebih kuat dan luas permukaan yang besar.

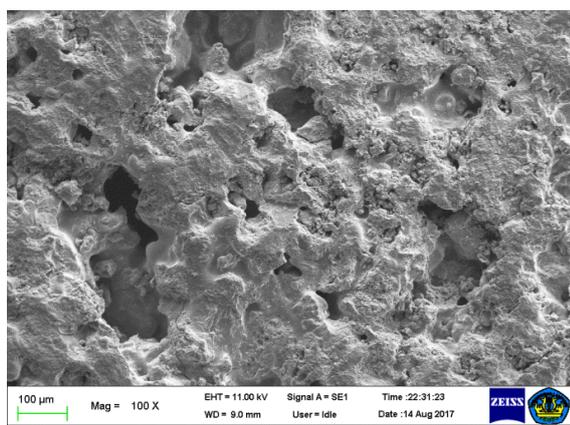
Ukuran pori material digolongkan menjadi tiga, yaitu daerah mikropori (< 20 Å), daerah mesopori (20 Å-500 Å) dan daerah makropori (>500 Å). Adsorben mesopori memiliki ukuran pori yang jauh lebih besar dari adsorben mikropori. Pada rasio 3:2 dan 4:1 gram/gram memiliki ukuran pori rata-rata terbesar yang tergolong material mesopori. Rasio 3:2 gram/gram memiliki ukuran pori 258,872 Å dan volume pori 0,6 cc/gram. Rasio 4:1 gram/gram dengan ukuran pori masing-masing yaitu sebesar dan 128,320 Å, dengan volume pori 0,534 cc/gram. Berbeda dengan adsorben pada rasio penambahan arang WAS dengan zeolit 5:0 gram/gram yang tergolong material mikropori yang hanya memiliki ukuran pori 18,825 Å dan volume pori 0,723 cc/gram. ukuran mesopori dikarenakan adanya kandungan silika pada adsorben diakibatkan dari penambahan zeolit dan sodium silika sebagai perekat.

### 3.3 Karakterisasi Scanning Electron Microscopy (SEM)

Scanning Electron Microscopy (SEM) bertujuan untuk mengetahui bentuk morfologi dari adsorben hasil sintesis. Uji SEM hanya dilakukan pada adsorben rasio penambahan arang WAS dengan zeolit 3:2 gram/gram yang merupakan adsorben dengan dosis sintesis terbaik dan menghasilkan luas permukaan dan pori dengan ukuran terbesar. Hasil SEM tersebut dapat dilihat seperti gambar 2. berikut ini



(a)



(b)

**Gambar 2.** Hasil Analisa SEM (a) Perbesaran 50 X (b) Perbesaran 100 X

Pada perbesaran 50 X sudah tampak bentuk permukaan adsorben pada rasio penambahan arang WAS dengan zeolit 3:2 gram/gram memiliki struktur morfologi identik yang amorf. Struktur amorf memiliki bentuk dan ukuran pori yang tidak seragam. Menyebabkan adsorben memiliki luas permukaan yang besar, hal ini diperkuat pada hasil analisa BET rasio 3:2 memiliki luas permukaan sebesar 923 m<sup>2</sup>/gram dengan volume pori 0,60 cc/g. Hal ini memungkinkan adanya kemampuan adsorben menyerap logam berat, padatan tersuspensi, serta menurunkan kadar COD, BOD, kekeruhan, intensitas warna, dan pH.

### 3.4. Adsorpsi Limbah Industri Tekstil Batik Lampung

Pengujian adsorben dilakukan dengan mengontakkan adsorben sintesis terbaik yaitu pada rasio penambahan 3:2 sebanyak 20 gram dengan 200 ml limbah industri tekstil batik

lampung, proses pengontakan dilakukan selama 120 menit dan diaduk menggunakan pengaduk magnetis dengan kecepatan 170 rpm. Berikut adalah tabel perbandingan hasil uji sebelum dan sesudah proses pengontakan

Persentase penurunan parameter uji setelah dilakukan adsorpsi yaitu, logam kromium sebesar 99,09%, COD sebesar 87,11%, BOD 99,83%, TSS sebesar 91,85%, kekeruhan sebesar 47,7%, intensitas warna sebesar 69,4% dan pH turun dari 11 menjadi 8,5. Diketahui bahwa parameter logam berat, BOD, dan pH telah memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan.

**Tabel 2.** Hasil Adsorpsi Limbah Industri Tekstil Batik Lampung

Parameter	Hasil Analisis		Baku Mutu
	Sebelum Adsorpsi	Setelah Adsorpsi	
Total Cr (mg/L)	70	0,63	1
COD (mg/L)	63.600	8195	150
BOD (mg/L)	36.485	60	60
TSS (mg/L)	1.620	132	50
Warna (Pt-Co)	83.750	25.600	50
Kekeruhan (NTU)	589	308	25
pH	11	8,5	6,0-9,0

Menurunnya kadar logam Cr, COD, BOD, TSS, kekeruhan, dan intensitas warna pada limbah cair batik setelah proses adsorpsi dikarenakan adanya kemampuan adsorben rasio 3:2 yang berupa mesopori dalam menyerap padatan tersuspensi pada air limbah [11] yang mengakibatkan adanya *driving-force* (beda konsentrasi logam kromium di larutan *bulk* dengan di adsorben) sehingga proses transfer massa logam kromium yang ada pada *bulk* ke adsorben [9].

## 4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Perekat terbaik dan terkuat hasil dari pengujian perendaman dengan akuades adalah sodium silika.

2. Karakterisasi FT-IR menunjukkan gugus fungsi pada adsorben hasil sintesis rasio 3:2, 4:1 relatif sama yaitu gugus O-H, C-OH, C=N, Al-O, C-H, C=C, C=O, dan S-C, sedangkan rasio 5:0 terdiri dari O-H, C=N, C-H, C=C, C=O, dan S-C.
3. Karakterisasi BET menunjukkan bahwa pada penambahan zeolit dengan rasio 3:2 gram/gram menghasilkan adsorben yang memiliki luas permukaan sebesar 923 m<sup>2</sup>/gr, dengan volum pori 0,6 cc/gr dan ukuran pori rata-rata yaitu 258,874 Å.
4. Penambahan zeolit dan perekat sodium silika sebagai sumber silika berpengaruh terhadap luas permukaan adsorben.
5. Daya adsorpsi dari adsorben dengan rasio 3:2 adalah sebesar 99,1%
6. Nilai COD, BOD, TSS, intensitas warna, dan kekeruhan mengalami penurunan yang signifikan setelah proses adsorpsi.

## 5. SARAN

1. Mencari perekat selain sodium silika yang lebih ekonomis.
2. Perlu penelitian lebih lanjut dalam skala yang lebih besar guna mengkaji kondisi-kondisi optimum agar didapatkan kapasitas adsorpsi yang lebih tinggi dan parameter COD, BOD, TSS, intensitas warna, dan kekeruhan memenuhi syarat ambang batas yang ditentukan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014.
3. Perlu dilakukan uji besar daya adsorpsi adsorben setelah penggunaan ulang.

## Daftar Pustaka

- [1] Sasongko, Dwi P., dan Tresna, Wildan Panji, 2010, Identifikasi Unsur dan Kadar Logam Berat pada Limbah Pewarna Batik dengan Metode Analisis Pengaktifan Neutron, Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi TELAAH Vol.27.
- [2] Dinatha Ngurah Mahendra, 2013, Degradasi Tekstil Menggunakan Jamur Lapuk Putih *Daedaleopsis eff. Confragosa*, Denpasar.
- [3] Sy, Salmariza, 2012, Pemanfaatan Limbah Lumpur Proses Activated sludge Industri Karet remah sebagai Adsorben, Jurnal Riset Industri Vol VI, No 2: 59-66.
- [4] Emelda, Lisanti, 2012, Pemanfaatan Zeolit Alam Lampung Teraktivasi Untuk Adsorpsi Logam Krom (Cr<sup>3+</sup>) Dari Limbah Industri Pelapisan Logam, Universitas Lampung. Lampung.
- [5] Shrestha R.M., Yadav A.P, Pokharel B.P, and Pradhananga R.R., 2013, *Preparation and Characterization of Activated Carbon from Lapsi (Choerospondias axillaris) Sedd stone by Chemical Activation with Phosphoric Acid*, Res. J. Chem. Sci., 3(3), 34-31
- [6] Pratibha J, Bhat DJ, Prabhugaonkar A, 2016, *Molecular Phylogeny of Speiropsis Pedatospora Mycosphere* 7(5), 679. DOI 10.5943/mycosphere/7/5/12.
- [7] Wardono Herry, Mario. 2015. Pengaruh Variasi Normalitas Aktivator Pada Aktivasi NaOH-Fisik Adsorben Fly Ash Batubara Terhadap Prestasi Mesin Sepeda Motor 4-Langkah, Banjarmasin. Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV (SNTTM XIV).
- [8] Qodah, Z. AL., Shawabkah R., 2009, *Production And Characterization of Granular Activated Carbon From Activated Sludge*, Brazilian Journal of Chemical Engineering. Vol. 26, No. 01, pp. 127 – 136.
- [9] Ginting Simparmin Br., Syukur D.S., Yulia Yeni, 2017, Kombinasi Adsorben Biji Kelor - Zeolit Alam Lampung untuk Meningkatkan Efektivitas Penjerapan Logam Pb dalam Air secara Kontinu pada Kolom *Fixed Bed Adsorber*, Jurnal Rekayasa Proses Volume 11 No.1
- [10] Herald, E., SW. Isyam, Sulistiyono. 2003. Karakterisasi dan Aktivasi Zeolit Alam Ponorogo. Surakarta. *Indonesian Journal of Chemistry*, 2003, 3 (2), 91-97
- [11] A.D. Naveed, N, Muhammad, M., Muzafar, Saeed, 2013, *Characterization and Treatment of Wastewater from Sapphire Textile Industry*, Pakistan, *Journal of Scientific & Innovative Research*, Volume
- [12] Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 tahun 2014, [diakses pada tanggal 16 september 2016].
- [13] Peraturan Pemerintah, 1999, [diakses pada tanggal 16 september 2016].