



# JURNAL MEDIA TEKNIK



VOLUME 12 NO. 1  
JANUARI - APRIL 2015

TERDAFTAR SEBAGAI JURNAL ILMIAH  
SK LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA  
NO. 005.112/JL.3.02/SK.ISSN/2004

PENERBIT  
PUSAT PENELITIAN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PGRI PALEMBANG



## **JURNAL MEDIA TEKNIK**

Jurnal Media Teknik merupakan jurnal ilmiah yang telah terdaftar SK. LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA No. 0005.112/JI.3.02/SK.ISSN/2004 dan ISSN : 1693-8682. diterbitkan tiga kali setahun. Jurnal ini disebarluaskan pada seluruh fakultas teknik negeri dan swasta ( semua jurusan ).

Jurnal ini terutama menerima tulisan asli laporan penelitian, sedangkan studi kepustakaan dan bedah buku merupakan pelengkap.  
Setiap tulisan yang dimuat dalam jurnal media teknik ini akan dinilai terlebih dahulu oleh pakar dibidang yang sesuai disiplin ilmunya.

### **Pelindung**

H.Syarwani Ahmad

### **Penanggung Jawab**

Muhammad Firdaus

### **Pengarah**

M Saleh Al Amin

Adiguna

Aan Safentry

### **Pimpinan Editorial**

Husnah

### **Dewan Editorial**

Agus Wahyudi

Muhrinsyah Fatimura

Muhammad Bakrie

Rully Masriatini

Nurlela

Marlina

Reno Fitriyanti

### **Mitra Bestari**

Dr.Erfina Oktariani,S.T,M.T ( STMI Kementerian Perindustrian RI)

Dr.Rer.nat. Risfidian Mohadi, S.Si., M.Si (Universitas Sriwijaya).

Dr. Eko Ariyanto, M.Eng, Chem (Universitas Muhamadiyah Palembang)

Daisy Ade Riany Diem, ST., MT. (Sekolah Tinggi Teknologi Wastukencana)

### **Staff Editor**

Yuni Rosiati

Endang Kurniawan

### **Alamat Redaksi :**

Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas PGRI Palembang  
Jalan Jend. A. Yani Lorong Gotong Royong 9/10 Ulu Palembang Sumatera Selatan  
Telp. 0711-510043 Fax. 0711-514782

**DAFTAR ISI**

**Artikel Penelitian**

KARBON AKTIF DARI LIMBAH KULIT PISANG SEBAGAI ADSORBEN PADA LIMBAH TENUN SONGKET <i>Rully Masriani</i>	1
EVALUASI KINERJA FILTER KERAMIK DENGAN PROSES KOAGULASI PADA AIR RAWA <i>Husnah</i>	6
BRIKET BATUBARA DENGAN PENYULUT ENCENG GONDOK DENGAN PEREKAT TAPIOKA <i>Nurlela</i>	13
TINJAUAN TEORITIS PERMASALAHAN BOILER FEED WATER PADA PENGOPERASIAN BOILER YANG DIPERGUNAKAN DALAM INDUSTRI <i>Muhrinsyah Fatimura</i>	24
PENGARUH KOMBINASI FILTER MANGAN ZEOLIT, KARBON AKTIF, PASIR SILIKA TERHADAP KADAR BESI AIR SUMUR PERUMAHAN AZZAHRA KABUPATEN BANYUASIN <i>Agus Wahyudi</i>	33
PEMANFAATAN KOAGULAN ALUMINIUM SULFAT DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR STOCKPILE BATUBARA <i>Reno Fitriyanti</i>	40
EFEKTIVITAS ZEOLIT ALAM SEBAGAI ADSORBENT DALAM PENGOLAHAN AIR LIMBAH YANG MENGANDUNG LINEAR ALKYLBENZENE SULFONAT (LAS) <i>Ety Nurpita Purnamasari</i>	48



## PETUNJUK BUAT PENULIS

Jurnal Media Teknik adalah jurnal ilmiah yang terbit tiga kali setahun yang membuat laporan penelitian dan makalah ilmiah (suatu kajian kepustakaan yang diperkaya dengan gagasan dan wawasan sendiri). Laporan kasus yang baik juga terbuka untuk dibuat, walaupun jumlahnya sangat dibatasi. Dewan Redaksi mengundang para peneliti dan pakar Teknik untuk mengirimkan laporan penelitian, makalah ilmiah dan laporan kasus untuk dibuat dalam jurnal ini. Tulisan dalam bahasa Inggris sangat diutamakan.

Jurnal Media Teknik hanya membuat tulisan asli yang belum pernah dikirimkan atau diterbitkan pada jurnal lain.

Untuk kesamaan penulisan, setiap naskah laporan penelitian harus terdiri dari: judul dalam bahasa Indonesia dan Inggris, nama penulis, instansi tempat bekerja, abstrak dalam bahasa Indonesia dan Inggris, pendahuluan, masalah dan pertanyaan penelitian, bahan dan cara kerja, hasil, pembahasan, kesimpulan dan saran, daftar pustaka, tabel dan grafik, foto/gambar dan keterangan foto/gambar. Hasil harus dipisah dengan pembahasan.

Naskah harus diketik dengan komputer. Dikirim rangkap dua disertai disket yang berisikan naskah tersebut dan harus memakai program Microsoft Words, dikirimkan 1 bulan sebelum diterbitkan.

Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris yang jelas dan ringkas. Diketik kertas dengan ukuran 21,5 x 28 cm dengan jarak 2 spasi, sedangkan untuk abstrak dengan jarak 1 spasi. Ketikan dibuat dalam satu muka saja. Diberi nomor halaman mulai dari halaman judul. Setiap halaman dimulai 2,5 cm tepi atas, bawah kiri dan kanan halaman. Maksimal halaman antara 25 – 30 halaman dalam ukuran kertas seperti diatas.

Judul ditulis dengan huruf besar dan tidak melebihi 12 kata, bila perlu dapat dilengkapi dengan anak judul. Naskah yang telah pernah disajikan dalam pertemuan ilmiah

atau tesis yang belum pernah diterbitkan dan diedarkan secara nasional, dibuat keterangan berupa catatan kaki. Nama penulis dan instansi tempat bekerja ditulis huruf kecil. Terjemahan judul dalam bahasa Inggris diketik dengan huruf *Italic*.

Nama penulis ditulis tanpa gelar, nama penulis yang dicantumkan paling banyak 4 (empat) orang. Bila lebih, cukup diikuti dengan kata-kata : dkk atau et. Al. Nama penulis harus disertai nama lembaga tempat yang bersangkutan bekerja. Alamat korespondensi ditulis lengkap dengan nomor telepon, Fax dan E-mail (kalau ada).

Kalau ada kata kunci (keywords) yang menyertai abstrak harus ditulis dalam bahasa Inggris. Diletakkan di bawah judul sebelum abstrak. Tidak lebih dari 5 kata, dan sebaiknya bukan merupakan pengulangan dari kata-kata dalam judul.

Abstrak harus dibuat dalam bahasa Indonesia dan lebih diutamakan dibuat juga dalam bahasa Inggris, panjangnya tidak melebihi 300 kata dan diletakkan setelah judul makalah dan nama penulis. Abstrak harus membuat ringkasan dari latar belakang, tujuan, bahan dan cara kerja, hasil, pembahasannya kesimpulan dan saran.

Naskah makalah ilmiah (bukan laporan penelitian) maka sistematika penulisan adalah : judul (dalam bahasa Indonesia dan Inggris), nama penulis, instansi tempat bekerja abstrak (dalam bahasa Indonesia dan Inggris), pendahuluan (termasuk masalah yang akan dibahas), pembahasan, kesimpulan, saran, dan daftar pustaka.

Tidak menulis singkatan atau angka pada awal kalimat, tetapi ditulis dengan huruf secara lengkap. Angka yang dilanjutkan dengan simbol ditulis dalam angka Arab, misal 3 cm, 4 kg.

Kata asing yang belum diubah menjadi kata Indonesia diberi garis bawah, tidak dalam huruf *Italic* (miring).

Kutipan pustaka harus diikuti dengan nama pengarang dan tahun publikasi dari nama kutipan diambil.

Kutipan yang lebih dari 4 baris, diketik dengan spasi tunggal tanpa tanda petik. Kutipan yang pendek disambung dengan kalimat naskah diantara tanda petik.

Daftar pustaka disusun menurut sistem Harvard, dimana nama-nama pengarang disusun menurut abjad tanpa nomor urut dengan susunan sebagai berikut ; nama penulis,

tahun publikasi, judul lengkap artikel (bila bukan buku), judul majalah atau buku, volume, edisi, nama kota penerbit, nama penerbit dan nomor halaman.

Singkatan nama jurnal dalam daftar pustaka mengacu pada Index Medicus dan Index lain yang sejenis. Hanya pustaka yang dikutip saja yang boleh dimuat dalam daftar pustaka.

Tabel dan gambar dibuat sesederhana mungkin, indah dan jelas pada kertas HVS dalam halaman tersendiri dengan tinta hitam, dan dijelaskan dimana seharusnya ditempatkan. Foto yang akan dimuat harus berkualitas tinggi dan dibuat dari kertas kilat hitam putih. Diberi nomor urut dengan angkut arab. Gambar/foto tidak boleh diklips, atau dilipat.

Bila ada bagian yang hendak diperkecil, dikirimkan dalam bentuk yang telah diperkecil dengan ketentuan sebagai berikut :

- Tidak lebih kecil dari 20 %, ukuran normal.
- Masih terbaca dengan jelas.

**Alamat korespondensi :**

Redaksi Jurnal Media Teknik  
PUSAT PENELITIAN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PGRI PALEMBANG

**Alamat Redaksi :**

Jalan Jend. A. Yani Lorong Gotong Royong 9/10 Ulu Palembang  
Sumatera Selatan  
Telp. 0711-510043 Fax. 0711-514782





# EFEKTIVITAS ZEOLIT ALAM SEBAGAI ADSORBENT DALAM PENGOLAHAN AIR LIMBAH YANG MENGANDUNG ALKYL BENZENE SULFONAT (LAS)

**Eti Nurpita Purnamasari**

*Staf Pengajar Universitas Muhammadiyah Palembang*

**ABSTRAK** *Linear Alkylbenzene Sulfonat (LAS) digunakan dalam detergen dengan konsentrasi berkisar antara 22–30%. limbah cair Laundry memiliki kandungan Linear Alkylbenzene Sulfonat (LAS) sebesar 5,48 jauh diatas nilai ambang yang aman bagi lingkungan. Penelitian ini dilakukan untuk menurunkan kandungan LAS dalam air limbah dengan melakukan penambahan zeolit alam yang telah diaktivasi sebagai adsorbent dengan variasi massa zeolit dan variasi waktu kontak. Variasi massa yang ditambahkan dalam air limbah adalah 25 gram, 50gram,75gram dan100 gram dengan lamanya waktu kontak adalah 1 jam, 2jam, 3jam, dan 4jam. Hasil penelitian yang diperoleh,penurunan konsentrasi senyawa LAS optimum dicapai pada penambahan zeolit 100 gram dengan waktu kontak penyerapan selama 3 jam. Zeolit alam mampu menurunkan konsentrasi senyawa LAS pada air limbah laundry sebesar 93,6–95,2%. Proses penyerapan senyawa LAS menggunakan zeolit alam pada waktu kontak 1 sampai 4jam mengikuti persamaan Isotherm Freundlich.*

**Kata kunci:** *Linear AlkylbenzeneSulfonat, zeolit alam, adsorpsi, laundry, persamaan IsothermFreundlich.*

## PENDAHULUAN

Deterjen umumnya tersusun atas tiga komponen utama yaitu,surfaktan sebagai bahan dasar detergen) yang berkisar antara 22–30 %, bahan *builders* (senyawaposfat) dan bahan aditif (pemutih dan pewangi). Surfaktan merupakan molekul yang memiliki gugus polar yang suka air (hidrofilik) dan gugus non polar yang suka minyak (lipofilik) sekaligus, sehingga dapat mempersatukan campuran yang terdiri dari minyak

dan air (Ety, 2014).

Surfaktan yang banyak digunakan dalam detergen adalah surfaktan anionik yaitu senyawa Linear Alkyl benzene Sulfonat (LAS). Akumulasi konsentrasi LAS melampaui 0,5 mg/Lbersifat toksik bagi berbagai organisme akuatik (ZenidanCaligiuri,1992; Lewis,1990; Retnaningdyah etal.,2001).

Pemanfaatan zeolit di

industri, pertanian, perkebunan peternakan, perikanan, lingkungan, pengolahan air dan keperluan lainnya akhir akhir ini berkembang cukup pesat. Dalam pemanfaatannya, zeolit telah mengalami pengembangan sedemikian rupa sehingga dapat digunakan untuk beberapa keperluan dalam industri dan pertanian, juga bagi lingkungan, terutama untuk menghilangkan bau, karena zeolit dapat menyerap molekul - molekul gas seperti CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S dan lainnya. Zeolit juga merupakan bahan galian nonlogam atau mineral industry multiguna karena memiliki sifat- sifat fisika dan kimia yang unik yaitu sebagai adsorbent (penyerap), penukaran, penyaring molekul dan sebagai katalisator. Di provinsi Jawa Barat dan Banten, sebaran zeolit terdapat di beberapa kabupaten, antara lain Kabupaten Lebak, Sukabumi, Bogor dan Tasikmalaya.

### **Karakterisasi Zeolit**

Suatu zeolit dapat dikarakterisasi dengan beberapa metode, diantaranya untuk mengetahui morfologi permukaan zeolit dengan menggunakan SEM, dan komposisi kimia menggunakan EDS. Scanning Electron Microscope –Energy Dispersive Spectrometer (SEM/EDS) adalah alat untuk melakukan karakterisasi material yang heterogen pada permukaan bahan pada skala micrometer atau bahkan submikrometer serta untuk menentukan komposisi unsure sampel secara kualitatif maupun kuantitatif. Perangkat alat SEM (Scanning Electron Microscope) dirangkaikan dengan EDS (Energy Dispersive Spectrometer). Pada SEM (Scanning Electron Microscope) dapat

diamati karakteristik bentuk, struktur, serta distribusi pori pada permukaan bahan, sedangkan komposisi serta kadar unsure yang terkandung dalam sampel dapat dianalisis dengan menggunakan EDS (Energy Dispersive Spectrometer) (Goldstein et al., 1981).

## **Persamaan Isoterm Langmuir dan Freundlich Pada Proses Adsorpsi**

### **1. Persamaan Langmuir**

Pada tahun 1918, Langmuir menurunkan teori isoterm adsorpsi dengan menggunakan model sederhana berupa padatan yang mengadsorpsi gas pada permukaannya. Model ini mendefinisikan bahwa kapasitas adsorpsi maksimum terjadi akibat adanya lapisan tunggal (*monolayer*) adsorbat di permukaan adsorben.

Persamaan *Langmuir* ditulis sebagai berikut :

$$C_e/(x/m) = 1/ab + 1/a C_e \quad \dots\dots\dots (1)$$

dimana :

C<sub>e</sub> = konsentrasi zat dalam larutan yang diserap (mg/L)

x/m = massa zat yang diserap per gram zat penyerap (mg/gram)

a = kapasitas / daya adsorpsi maksimum (mg/gram)

b = parameter afinitas atau konstanta *Langmuir*

Dengan membuat kurva C<sub>e</sub>/(x/m) terhadap C<sub>e</sub> akan diperoleh persamaan linear dengan intersep 1/a dan kemiringan (b/a), sehingga nilai a dan b dapat dihitung, dari besar kecilnya nilai a dan b menunjukkan daya adsorpsi.

## 2. Persamaan Freundlich

Adsorpsi zat terlarut (dari suatu larutan) pada padatan adsorben merupakan hal yang penting. Aplikasi penggunaan prinsip ini antara lain proses adsorpsi dengan menggunakan *adsorbent* tertentu dan proses pemisahan dengan menggunakan teknik kromatografi. Pendekatan isoterm adsorpsi yang cukup memuaskan dijelaskan oleh H. Freundlich. Menurut Freundlich, jika  $y$  adalah berat zat terlarut per gram adsorben dan  $C_e$  adalah konsentrasi zat terlarut dalam larutan, maka dari konsep tersebut dapat diturunkan persamaan sebagai berikut :

$$x/m = k.C_e^{1/n} \dots\dots\dots (2)$$
$$\log ( x/m ) = \log k + 1/n . \log C_e \dots (3)$$

dimana:

$C_e$  = konsentrasi zat dalam larutan yang diserap (mg/L)

$x/m$  = massa zat yang diserap per gram zat penyerap (mg/gram)

$m$  = berat *adsorbent* (gram)

$k, n$  = konstanta / daya adsorpsi maksimum (mg/gram)

Nilai  $k$  dan  $n$  adalah konstanta adsorpsi yang nilainya bergantung pada jenis adsorben dan suhu adsorpsi. Bila dibuat kurva  $\log (x/m)$  terhadap  $\log C_e$  akan diperoleh persamaan linear dengan intersep  $\log k$  dan kemiringan  $1/n$ , sehingga nilai  $k$  dan  $n$  dapat dihitung.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah shaker, oven, neraca analitik, gelas kimia, erlemeyer, gelas ukur, labu ukur, corong pemisah, corong gelas, bola

karet, pH meter, ayakan, pengaduk, pipet ukur, pipet volumetrik, pipet tetes, botol BOD, aerator, *magnetic stirrer*, *hot plate*, DO meter, kertas saring, pompa vakum, *filter buchner*, desikator, kaca arloji, tang krus, penjepit, statif, ring corong, spectrometer UV – VIS dan peralatan SEM EDS.

### Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah cair detergen, zeolit alam, LAS (*Linear Alkylbenzene Sulfonat*), HCl,  $NH_4NO_3$ , NaOH,  $H_2SO_4$ , fenoltalin, *methylen blue*,  $CHCl_3$ ,  $NaH_2PO_4.H_2O$ , larutan buffer pH 4,7,10, larutan buffer posfat,  $K_2Cr_2O_7$ ,  $HgSO_4$ ,  $Ag_2SO_4$ ,  $CaCl_2$ ,  $FeCl_3$ ,  $MgSO_4.7H_2O$ ,  $KH_2PO_4$ ,  $Na_2HPO_4.7H_2O$ ,  $NH_4Cl$ ,  $FeCl_3.6H_2O$ ,  $C_6H_{14}$ , *methyl orange*, *glass wool*, kertas saring dan air suling.

### Prosedur Penelitian

#### Analisa Sampel Air Limbah Laundry LAS (*Linear Alkylbenzene Sulfonat*)

Prinsip pengujian LAS adalah surfaktan anionik bereaksi dengan biru metilen membentuk pasangan ion berwarna biru yang larut dalam pelarut organik. Intensitas warna biru yang terbentuk diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 652 nm. Serapan yang terukur setara dengan kadar surfaktan anionik. Prosedur pengujian sesuai dengan SNI 06-6989.51-2005.

#### Prosedur Uji :

Ukur contoh uji (air limbah *laundry*) yang telah disiapkan sebanyak 100 mL secara

duplo dan masukkan ke dalam corong pemisah 250 mL, tambahkan 3 tetes sampai dengan 5 tetes indikator fenoltalin dan larutan NaOH 1N tetes demi tetes ke dalam contoh uji sampai timbul warna merah muda, kemudian hilangkan dengan menambahkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1N tetes demi tetes dan selanjutnya lakukan langkah pada pembuatan kurva kalibrasi.

### **Preparasi Zeolit Alam**

Zeolit alam ditumbuk hingga halus dengan ukuran lolos 200 mesh, kemudian dicuci dengan air suling dan dikeringkan dalam oven pada suhu 120° C selama 4 jam, kemudian zeolit dikarakterisasi menggunakan alat SEM EDS. Untuk mengaktifasi zeolit alam, sebanyak 500 gram zeolit alam yang telah dikeringkan tadi, direndam dalam 1 L HCl 6 M selama 4 jam. Campuran selanjutnya disaring dan dicuci dengan air suling hingga filtrat menunjukkan pH netral. Setelah kering, zeolit alam kemudian direndam kembali dalam 1 L NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> 2 M selama 4 jam, campuran disaring dan dicuci dengan air suling hingga filtrat menunjukkan pH netral. Residu kemudian dikeringkan dalam oven 300° C selama 4 jam. Zeolit alam yang sudah diaktivasi kemudian dikarakterisasi kembali menggunakan alat SEM EDS untuk mengetahui komposisi zeolit. Karakterisasi ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan komposisi zeolit yang belum dan yang sudah diaktivasi.

### **Perlakuan Pada Sampel Air Limbah Detergen Sintetis dengan Penambahan Zeolit Alam Yang Sudah Diaktivasi**

Untuk mengetahui kemampuan zeolit alam yang sudah diaktivasi sebagai media

*adsorbent*, maka digunakan air limbah sintetis yang dibuat dengan konsentrasi yang sama dengan konsentrasi air limbah *laundry* yang telah diperiksa konsentrasi LAS nya.

### **Prosedur Kerja :**

Sampel air limbah detergen sintetis dimasukkan ke dalam erlermeyer 1000 mL dengan volume masing-masing 500 mL sebanyak 4 (empat) sampel. Zeolit alam yang telah diaktivasi dimasukkan ke dalam sampel limbah detergen dengan massa zeolit masing-masing 25 gram, 50 gram, 75 gram dan 100 gram. Masing-masing campuran diaduk sampai tercampur merata. Ke 4 (empat) erlenmeyer yang berisi campuran air limbah dan zeolit tersebut diletakkan pada *shaker*. *Shaker* dihidupkan dan diset *timer* pada *shaker* selama 1 jam dengan kecepatan sedang yaitu 5 rpm. Biarkan terjadi proses adsorpsi selama waktu 1 (satu) jam. Setelah 1 jam alat *shaker* dimatikan, kemudian sampel air limbah yang telah diadsorpsi didiamkan sebentar, agar semua zeolit mengendap semua. Sampel kemudian disaring menggunakan kertas saring dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang lain dan siap untuk dicek penurunan kadar LAS nya. Penelitian di atas diulangi dengan cara yang sama untuk komposisi air limbah detergen dan massa zeolit, akan tetapi *timer shaker* yang berbeda yaitu 2 jam, 3 jam, dan 4 jam.

Dari proses adsorpsi yang terjadi pada rentang waktu 1 jam sampai 4 jam, dilakukan pengukuran penurunan senyawa LAS dengan menggunakan spektrofotometer.

Dari hasil analisa yang didapatkan dengan menggunakan sampel air detergen sintetis, akan diketahui massa zeolit dan waktu

kontak yang maksimal untuk menurunkan kandungan senyawa LAS dalam air limbah. Dengan cara yang sama, analisa senyawa LAS akan kembali dilakukan pada sampel air limbah *laundry*.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Ety (2014) telah melakukan analisa kandungan LAS pada air limbah Laundry

(Tabel 1). Hasil analisa menunjukkan bahwa kandungan LAS dalam limbah *laundry* berada di atas nilai ambang yang aman bagi lingkungan. Akumulasi konsentrasi LAS melampaui 0,5 mg/L bersifat toksik bagi berbagai organisme akuatik (Zeni dan Caligiuri, 1992; Lewis, 1990; Retnaningdyah *et al.*, 2001).

**Tabel 1. Kandungan LAS Pada Air Limbah Laundry**

NO	SAMPEL LAUNDRY	SATUAN	HASIL UJI	METODE UJI
1	Sampel 1	mg/L	5,48	SNI 06-6989.51-2005
2	Sampel 2	mg/L	4,22	SNI 06-6989.51-2005
3	Sampel 3	mg/L	3,08	SNI 06-6989.51-2005

(Purnamasari, 2014)

Kandungan LAS yang tinggi dalam air limbah *laundry* ini akan diturunkan dengan menambahkan sejumlah *adsorbent* yaitu zeolit alam yang telah diaktivasi pada waktu kontak yang telah ditentukan.

**Aktivasi Zeolit**

Zeolit alam yang digunakan sebagai *adsorbent* pada penelitian ini terlebih dahulu diaktivasi untuk meningkatkan daya

serap dari zeolit tersebut. Dengan menggunakan foto SEM - EDS bisa dilihat perbedaan struktur zeolit sebelum dan sesudah aktivasi. Hal ini dikarenakan terjadinya proses dealuminasi zeolit, yaitu suatu teknik modifikasi zeolit melalui pengurangan alumunium di kerangka maupun pada permukaan (Lesley dan Elain,1992).

**Tabel 2. Hasil Analisa SEM – EDS Zeolit Alam**

NO	Nama Unsur	Konsentrasi (%)	
		Sebelum Aktivasi	Setelah Aktivasi
1	Silika	19,9	22,2
2	Oksigen	74,1	67,9
3	Alumunium	7,3	3,1
4	Nitrogen	2,9	-
5	Kalium	-	3,4

Dari hasil uji yang dilakukan dengan menggunakan analisa SEM EDS terjadinya perubahan persentase unsur zeolit sebelum dan setelah diaktifasi. Unsur Silika meningkat, unsur Aluminium berkurang, hilangnya unsur Nitrogen dan terdapatnya unsur Kalium sebesar 3,4 %. Dari data analisa SEM EDS ini bisa dilihat bahwa perbandingan rasio Si/Al pada zeolit murni = 2,73, dan setelah zeolit diaktifasi perbandingan unsur Si/Al mengalami peningkatan yaitu sebesar 7,16. unsur Al, akan meningkatkan rasio Si/Al sehingga zeolit bersifat hidrofobik (lipofilik) yang menyebabkan meningkatnya daya serap

zeolit (Sutarti dan Rachmawati, 1994). Dari hasil analisa SEM EDS ini dapat ditentukan bahwa zeolit alam yang digunakan adalah dari tipe zeolit dengan kadar Silika sedang dimana rasio Si/Al adalah  $2 \text{ Si/Al} \leq 5$ .

### Penurunan Kadar LAS Setelah Diadsorpsi dengan Zeolit Alam

Tahap pertama penelitian, analisa dilakukan menggunakan sampel air limbah detergen sintetis dengan konsentrasi senyawa LAS sebesar konsentrasi senyawa LAS sampel air limbah laundry yaitu 5,48 mg/L. Dari hasil penelitian didapatkan data sebagai berikut :

**Tabel 3. Penurunan Konsentrasi LAS Setelah Proses Adsorpsi**

NO	MASSA ZEOLIT T (gram)	KONSENTRASI LAS (mg/L)				METODE UJI
		1 jam	2 jam	3 jam	4 jam	
1	25	5,3448	3,9338	1,3427	2,4625	SNI 06-6989.51-2005
2	50	4,2755	2,9662	1,0845	2,2454	SNI 06-6989.51-2005
3	75	3,1666	1,9986	0,7867	1,9685	SNI 06-6989.51-2005
4	100	2,0841	1,0310	0,4893	1,7598	SNI 06-6989.51-2005

Lamanya waktu adsorpsi mempengaruhi jumlah penurunan kadar LAS dalam sampel air limbah detergen sintetis. Pada waktu adsorpsi yang berlangsung selama satu jam, laju penurunan senyawa LAS tidak terlalu signifikan. Kandungan LAS masih berada di atas nilai batas yang aman bagi lingkungan. Banyaknya massa *adsorbent* dalam proses adsorpsi juga mempengaruhi penurunan senyawa LAS tersebut. Semakin besar massa *adsorbent* yang ditambahkan pada limbah, laju penyerapannya semakin tinggi dan konsentrasi LAS semakin berkurang.

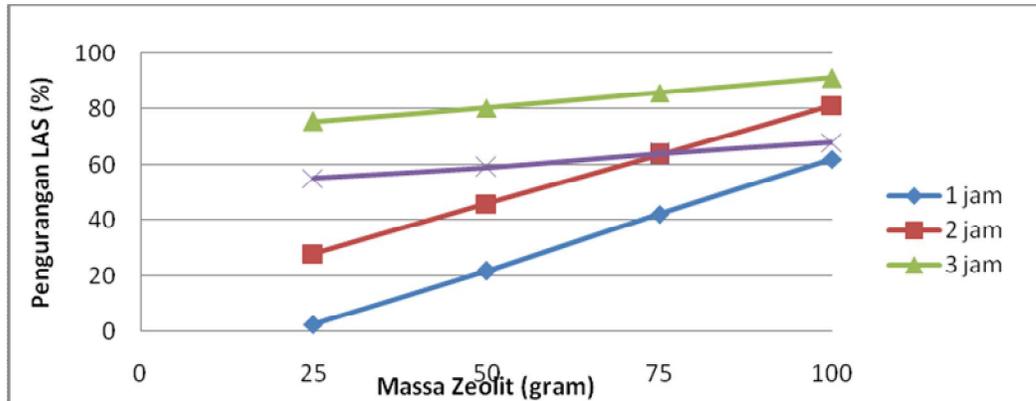
Dari tabel di atas dapat kita lihat bahwa waktu yang optimum untuk menurunkan senyawa LAS adalah 3 jam dengan massa zeolit sebanyak 100 gram.

Dari gambar 1 dapat dilihat bahwa pada saat waktu kontak zeolit alam dengan senyawa LAS dalam air limbah sintetis selama 1 jam sampai 4 jam dengan massa zeolit 25, 50, 75 dan 100 gram, terjadi penurunan konsentrasi senyawa LAS. Akan tetapi penurunan konsentrasi LAS yang paling optimum dicapai pada waktu kontak selama 3 jam dengan massa zeolit alam

adalah 100 gram. Penurunan konsentrasi LAS yang paling maksimal adalah sebesar 0,48 mg/L.

Dari data yang diperoleh kemampuan zeolit alam yang telah diaktivasi mampu

menurunkan konsentrasi LAS dalam larutan limbah detergen sintetis sebesar 91,07 % dengan massa zeolit sebanyak 100 gram dan waktu kontak 3 jam.



**Gambar 1. Pengaruh Lamanya Waktu Kontak Zeolit Terhadap Persentase Pengurangan LAS**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan untuk menguji kemampuan zeolit alam sebagai *adsorbent* dalam menurunkan senyawa LAS pada air limbah detergen sintetis, maka dilakukan pengujian kembali terhadap sampel air limbah *laundry*.

Pengujian dilakukan hanya pada massa zeolit 100 gram dengan waktu kontak 1 sampai 3 jam. Penurunan konsentrasi senyawa LAS yang mampu diserap oleh zeolit alam pada air limbah *laundry* dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 4. Penurunan Konsentrasi LAS pada Air Limbah Laundry Massa Zeolit 100 gram**

NO	JENIS SAMPEL	SATUAN	HASIL UJI			METODE UJI	
			SEBELUM	SESUDAH			
				1 jam	2 jam	3 jam	
1	Sampel Laundry 1	mg/L	5,47	2,06	1,5	0,35	SNI 06-6989.51-2005
2	Sampel Laundry 2	mg/L	4,21	1,35	0,92	0,20	SNI 06-6989.51-2005

Dari analisa yang dilakukan, penyerapan senyawa LAS oleh zeolit alam pada dua sampel *laundry* di atas pada waktu kontak selama 3 jam, ternyata mampu

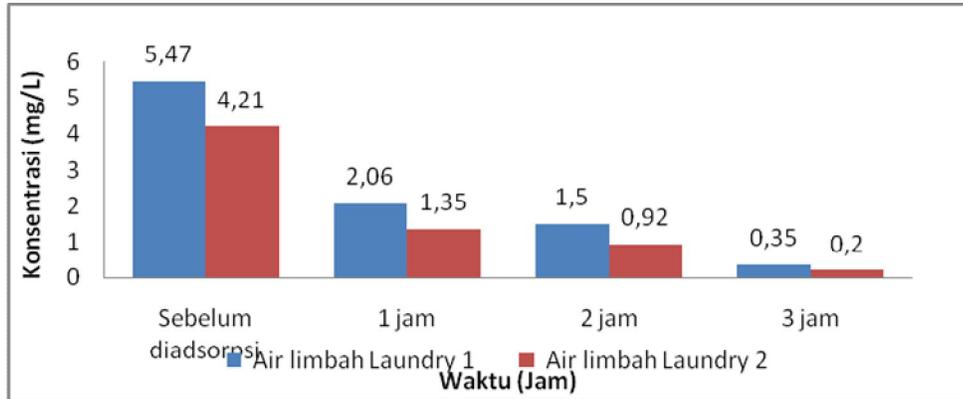
menurunkan konsentrasi LAS sebesar 0,35 mg/L dan 0,2 mg/L, dengan persentase penurunan 93,6 – 95,2 %.

Besarnya penyerapan bergantung

dari lamanya interaksi (waktu kontak) yang diberikan kepada *adsorbent* dan *adsorbate*. Interaksi ini memberikan kesempatan bagi *adsorbent* untuk menyerap sebanyak-banyaknya zat pengotor.

Lamanya waktu adsorpsi mempengaruhi besarnya hasil penyerapan

senyawa LAS oleh zeolit alam. Pada waktu kontak selama 3 jam adalah waktu optimum bagi zeolit alam untuk menyerap sebanyak-banyaknya senyawa LAS yang terdapat dalam air limbah *laundry*.



Gambar 2. Hubungan Konsentrasi LAS Sebelum dan Sesudah Adsorpsi

**Perhitungan Konstanta Isotherm Langmuir dan Freundlich**

Pengujian persamaan *isotherm* adsorpsi untuk proses adsorpsi senyawa *Linear Alkylbenzene Sulfonat* (LAS) menggunakan zeolit alam dilakukan dengan

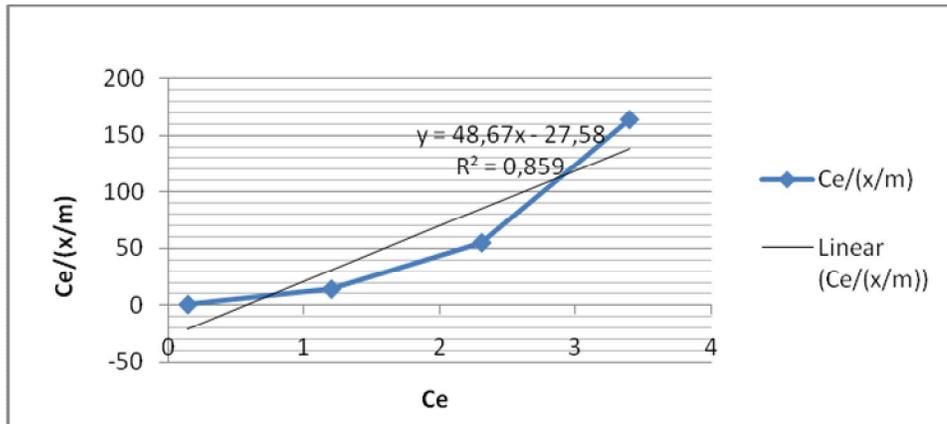
perhitungan menggunakan persamaan *Isotherm Langmuir* dan *Freundlich*.

Untuk menentukan persamaan *isotherm Langmuir* dan *Freundlich*, maka dihitung harga  $x/m$ ,  $C_e/(x/m)$ ,  $\log C_e/(x/m)$  dan  $\log C_e$  seperti yang terlihat pada tabel berikut :

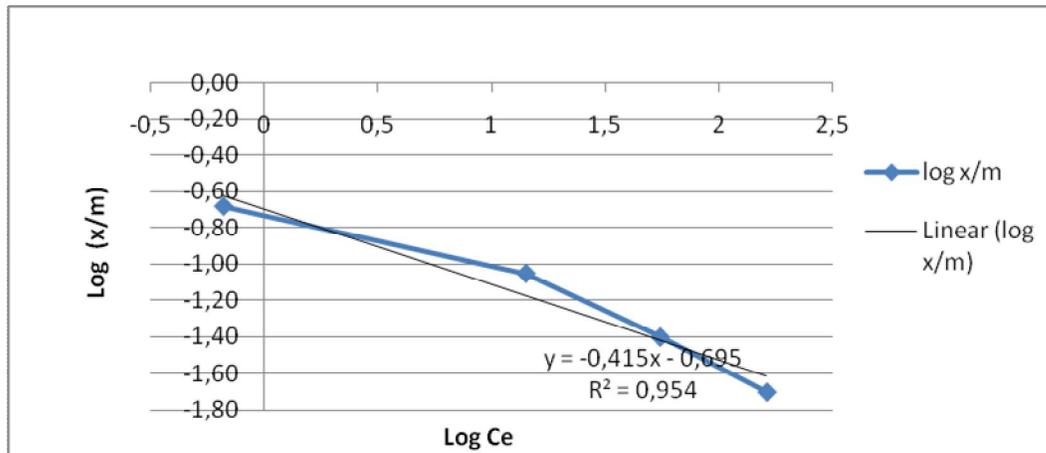
Tabel 5. Perhitungan Harga  $x/m$ ,  $C_e/(x/m)$ ,  $\log C_e/(x/m)$  dan  $\log C_e$

Waktu Kontak : 1jam

C LAS mula-mula (mg/L)	C LAS diserap (mg/L)	Ce (mg/L)	x/m (mg/g)	Ce/(x/m)	log x/m	log Ce
5.48	5.34	0.14	0.21	0.66	-0.68	-0.18
5.48	4.28	1.2	0.09	14.02	-1.05	1.15
5.48	3.17	2.31	0.04	54.65	-1.4	1.74
5.48	2.08	3.4	0.02	163.46	-1.7	2.21



**Gambar 3. Persamaan Adsorpsi Isotherm Langmuir Ce Vs Ce/(x/m)**



**Gambar 4. Persamaan Adsorpsi Isotherm Freundlich Log Ce vs Log x/m**

Pengujian persamaan adsorpsi *Langmuir* dan *Freundlich* dibuktikan dengan grafik linierisasi yang baik dan mempunyai harga koefisien determinasi  $R^2 \geq 0,9$  (mendekati angka 1). Dari gambar 4.8 dan 4.9 terlihat bahwa persamaan adsorpsi LAS oleh zeolit alam pada waktu kontak 1 jam tidak memenuhi persamaan adsorpsi *Langmuir* dengan  $R^2 = 0,859$  tetapi memenuhi persamaan adsorpsi *Freundlich* dengan  $R^2 = 0,95$ .

Hal ini menunjukkan bahwa persamaan *Freundlich* dapat diterapkan pada proses adsorpsi LAS oleh zeolit alam. Diperoleh persamaan Langmuir :

$$Ce/(x/m) = 48,672 Ce - 27,587 \dots\dots\dots (1)$$

Sedangkan persamaan adsorpsi *Freundlich* :

$$Log (x/m) = - 0,4159 log Ce - 0,6959 \dots\dots\dots (2)$$

Harga konstanta untuk persamaan ini seperti terlihat pada tabel berikut :

Tabel 6. Harga Konstanta *Langmuir* dan *Freundlich*

Isotherm	Konstanta	Harga (mg/g)
<i>Langmuir</i>	a	0,021
	b	1,764
<i>Freundlich</i>	k	0,201
	n	- 2,404

Harga  $k$  merupakan indikator relatif dari kapasitas adsorpsi. Dari hasil perhitungan diperoleh kapasitas adsorpsi maksimum zeolit alam terhadap senyawa LAS pada waktu kontak 1 jam adalah 0,201 mg/gram. Sedangkan harga  $n$  merupakan indikator efisiensi dari proses adsorpsi. Dari hasil perhitungan diperoleh harga  $n$  bernilai negatif yaitu - 2,404. Hal ini mengindikasikan bahwa proses adsorpsi yang terjadi adalah adsorpsi negatif dimana konsentrasi *adsorbate* masih sangat kecil dari konsentrasi *adsorbent* dalam cairan. Perhitungan yang sama dilakukan untuk penyerapan LAS dengan waktu kontak 2 sampai 4 jam.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Zeolit alam dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi senyawa *Linear Alkylbenzena Sulfonat* (LAS) pada air limbah *laundry* sebesar 93,6 – 95,2 %.
2. Penurunan konsentrasi senyawa *Linear Alkylbenzena Sulfonat* (LAS) yang maksimal dicapai pada penambahan zeolit 100 gram dengan penurunan konsentrasi LAS sebesar 0,48 mg/L. Semakin lama waktu penyerapan air limbah detergen sintesis, maka

penurunan senyawa *Linear Alkylbenzena Sulfonat* (LAS) akan semakin besar, akan tetapi waktu optimum untuk menurunkan senyawa *Linear Alkylbenzena Sulfonat* (LAS) adalah 3 jam.

3. Hasil perhitungan konstanta *Isotherm Langmuir* dan *Freundlich* pada penyerapan senyawa *Linear Alkylbenzena Sulfonat* (LAS) menggunakan zeolit alam untuk semua waktu kontak dari 1 jam sampai 4 jam memenuhi persamaan *Isotherm Freundlich*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Admin, (2010), *Pencemaran Limbah Detergent, Dampak dan Penanganan Limbah Detergent*, platika.blogspot [18 Februari 2012]
- Ainsworth, SJJ, (1996), *Linear Alkylbenzene Sulfonat*, Chem. English News 74 : 32 – 54.
- Arifin. (2007), *Tinjauan dan Evaluasi Proses Kimia (Koagulasi, Netralisasi, Desinfeksi)* di Instalasi Pengolahan Air Minum Cikokol, Tangerang. Tangerang, PT. Tirta Kencana Cahaya Mandiri.

- APHA, (1992), *Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater*, 18 th Ed., American Public Health Association, Washington DC.
- Bambang P, dkk. (1997), *Pemanfaatan Zeolit Alam Indonesia Sebagai Adsorben Limbah Cair dan Media Fluiditas dalam Kolom Fluidisasi*, Jurnal MIPA. Malang; Universitas Brawijaya.
- Barrer, R.M. (1982), *Hydrothermal Chemistry of Zeolites*, Academic Press Inc, London.
- Budiawan, Y. Patisa, Neera Khairani, (2009), *Optimasi Biodegradabilitas dan Uji Toksisitas Hasil Degradasi Surfaktan LAS Sebagai Bahan Pembersih*, Universitas Indonesia, Depok.
- Byrappa K., dan Yoshimura M, (2001), *Handbook of Hydrothermal Technology*, Noyes Publications/William Andrew Publishing LLC, USA.
- Chetam, D.A., 1992, *Solid State Compound*, Oxford University Press, Oxford.
- Ety (2014) Karakteristik Kandungan Linear Alkylbenzene Sulfonat (LAS) Pada Limbah Cair Laundry, Jurnal Media Teknik, Volume 11 Nomor 1 Januari-April 2014
- Haghi, AK, (2010), *Waste Management*, Canada, Nova Sciences
- Hamdan, H., (1992), *Introduction to Zeolites Synthesis, Characterization, and Modification*, Universiti Teknologi Malaysia, Penang.
- [HERA] : Human and Environmental Risk Assessment, 2002, *Linear Alkylbenzene Sulfonat (LAS)*, J. Phys Chem. [www.heraproject.com](http://www.heraproject.com), [18 Februari 2006].
- Heryani. A, Puji, H. (2008), *Pengolahan Limbah Deterjen Sintetik dengan Trickling Filter* [Makalah Penelitian] <http://eprints.undip.ac.id> [8 Desember 2010].
- Kertesz, ZI, (1951), *The Pectic Substance Interscience Publisher*, New York .
- Kirk-Othmer, (1983), *Surfactants and Detergent Systems*, In Encyclopedia of Chemical Technology, 3rd edition, Volume 22. New York: John Wiley & Sons, Inc. pp 332-432.
- Krauss. E.H., (1959), *Mineralogy an Introduction to the Study of Minerals and Cristal*, The Maple Press Company, New York.
- Larry, D. and P. E. Hanke,(2001), *Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy in Handbook of Analytical Methods for Material*,. Materials Evaluation and Engineering, Inc. pp. 13-14.
- Latif, N.A, (2004), *Eksplorasi Endapan Zeolit di daerah Cikalong, Cipatujah, Karangnunggal, Kabupaten Tasikmalaya, Jawa Barat*. Direktorat Sumber Daya Mineral, Direktorat Jenderal Geologi dan Sumber Daya Mineral, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Lesley, S., Elain, M., (1992), *Solid State Chemistry*, Chapman & Hall, London.
- Lewis MA, (1990) 'Chronic Toxicity of Surfactants and Detergent Builders to Algae', A Review and Risk

- Assesment. *Ecotox. Environ. Saf* 20: 123–140.
- London Li, Z., Allesi, D dan Allen, L., (2000), *Influence of quaternary Zeolite Science and Practice*. New York : Elsevier.USA.
- Van Ginkel, CG, (1996), *Complete Degradation of Xenobiotik Surfactan Assesment. Ecotox. Environ. Saf* 20: 123–140.
- London Li, Z., Allesi, D dan Allen, L., (2000), *Influence of quaternary Zeolite Science and Practice*. New York : Elsevier.USA.
- Van Ginkel, CG, (1996), *Complete Degradation of Xenobiotik Surfactan Ammonium of Sorption of Selected Metal Cations onto Clinoptilolite Zeolite*, Journal of Environmental Quality, vol 31, hal 1106-1114.
- Scheibel J. (2004)., *The Evolution of Anionic Surfactan Tehnology to Meet the Requirement of the Laundry Deterjent Industry*. Journal of Surfactan and Detergent. Vo7. No. 5.
- Scott, J., Guang, D., Naeramitmarnsuk, K., Thabuot, M. dan Amal, R. (2001), *Zeolite Synthesis from Coal Fly Ash for The Removal of Lead Ions from Aqueous Solution*, *J. Chem. Technol. Biotechnol*, Vol. 77, hal. 63-69.
- Setiadi dan Pertiwi, A., (2007), *Preparasi dan Karakterisasi Zeolit Alam untuk Konversi Senyawa ABE Menjadi Hidrokarbon*, Prosiding Konggres dan Simposium Nasional Kedua MKICS, ISSN : 0216-4183, 1-4
- Setyawan P.H.D., (2002), *Perlakuan Asam, Hidrotermal dan Impregnasi Logam Kromium Pada Zeolit Alam dalam Preparasi Katalis*, Jurnal Ilmu Dasar, Vol. 3 No.2.
- Sigid Hariyadi. (2004)., *BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air Dan Baku Mutu Air Limbah*.
- Trisunaryanti, W, S Purwono, dan Hastanti, (2007), *Preparasi Dan Karakterisasi Katalis Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Yang Diembankan Pada Zeolit Alam Teraktivasi HCl Atau Na<sub>2</sub>EDTA*, Prosiding Symposium dan Konggres Masyarakat Katalis Indonesia Kedua, Jurusan Teknik Kimia FT UNDIP dan Jurusan Kimia MIPA UNNES Semarang.2007. pp 6-7.
- Van Bekkum, H, E.M Flaningen, and J.C. Jansen (1991), *Introduction to Zeolite Science and Practice*. New York : Elsevier.USA.
- Van Ginkel, CG, (1996), *Complete Degradation of Xenobiotik Surfactan by Consortia of Aerobic Microorganism*, *Biodegradation* : 151 – 164.
- Wagiyo dan A. Handayan, (1997), *Petunjuk Praktikum Scanning Electron Microscope, SEM dan Energy Dispersive Spectrometer, EDS*, Badan Tenaga Atom Nasional, Tangerang.
- Weaver, R.J., (1972), *Plant Growth Substances in Agriculture*,. W. H. Freeman and Co., San Fransisco, USA.
- Weber WJ, JC Morris, W. Stumm, (1962), *Determination of alkylbenzenesulfonate, by ultraviolet spectrophotometry*. *Anal.Chem.* 34:1844-1845.

Weitkamp, J. dan Puppe. L., (1999), *Catalysis and Zeolites, Fundamental and Applications*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg:Germany.

Widodo, HS, (2004), Seminar Nasional, Pemanfaatan Surfaktan Berbasis Minyak Sawit Untuk Industri, Dies Natalis ke 42, Fakultas Pertanian, Bogor