

## Sintesis Karbon Aktif Dari Limbah Kulit Jagung (*Zea Mays L*) Sebagai Adsorben Limbah Cair Industri Laundry

MU'MIN IKHWAN NULLOH,<sup>1</sup> ADI MULYANA SUPRIATNA,<sup>2</sup> DAN VINA AMALIA<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung

\* alamat email korespondensi: adimulyanasupriatna@uinsgd.ac.id

Informasi Artikel	Abstrak/Abstract
<p><b>Kata Kunci:</b> adsorpsi; adsorben; karbon aktif; kulit jagung; laundry.</p>	<p>Karakteristik yang terdapat dalam air limbah laundry yaitu mengandung BOD5, COD, TSS, minyak dan lemak, detergen, dan fosfat. Kandungan TSS, minyak dan lemak, dan detergen (MBAS) yang terkandung dalam limbah cair laundry masih besar oleh sebab itu penurunan kadar pencemar dalam limbah laundry menarik perhatian khusus. Salah satu metode untuk menghilangkan zat pencemar pada limbah laundry adalah metode adsorpsi. Pemanfaatan karbon aktif dari limbah pangan sebagai bahan adsorben menjadi salah satu hal yang menarik karena selain kinerja adsorpsi nya baik serta biaya nya rendah. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui efektivitas karbon aktif kulit jagung sebagai adsorben limbah laundry dengan variasi massa adsorben. Karbon aktif dibuat dari limbah kulit jagung dengan suhu karbonasi 300 °C yang diaktivasi menggunakan HCl 0,5 N kemudian dinetralkan menggunakan akuades. Residu kemudian dikeringkan di dalam oven dan kemudian dihaluskan dengan ukuran 80 mesh. Adsorpsi dilakukan dengan menggunakan metode batch. Karbon aktif yang diperoleh dikarakterisasi menggunakan FTIR dan SEM. Hasil dari analisis SEM dengan perbesaran 500 kali dan 5000 kali diketahui karbon aktif limbah kulit jagung bentuk morfologinya memiliki rongga atau pori-pori yang terlihat jelas meskipun bentuk pori nampak berbeda dan hasil dari analisis FTIR karbon aktif limbah kulit jagung memiliki gugus O-H, gugus C-H Stretching, gugus fungsi -CH<sub>2</sub>- dan gugus -CH<sub>3</sub>-. Dari penelitian ini, diketahui bahwa karbon aktif limbah kulit jagung efisien untuk mengadsorpsi pengotor pada limbah cair industri laundry dengan kondisi maksimum efisiensi penyisihan untuk TSS sebesar 28,94%, minyak dan lemak sebesar 75 %, dan Deterjen (MBAS) sebesar 45,69 % dengan kapasitas adsorpsi nya masing-masing sebesar 2,77 mg/g, 0,75 mg/g, dan 0,477 mg/g. berdasarkan studi literatur hal ini mengindikasikan bahwa detergen teradsorpsi pada beberapa lapis (multilayer) dari permukaan kulit jagung dan kemungkinan terjadi adsorpsi secara fisika.</p>
<p><b>Keywords:</b> adsorption; adsorbent; activated carbon; corn husks; laundry.</p>	<p><i>The characteristics contained in laundry wastewater are BOD5, COD, TSS, oil and grease, detergent, and phosphate. The content of TSS, oil and grease, and detergent (MBAS) contained in laundry wastewater is still large, therefore reducing the level of contaminants in laundry waste attracts special attention. One method to remove pollutants in laundry waste is the adsorption method. The utilization of activated carbon from food waste as an adsorbent material is one of the interesting things because in addition to its good adsorption performance and low cost. The purpose of this study was to determine the effectiveness of corn husk activated carbon as a laundry waste adsorbent with variations in adsorbent mass. Activated carbon was made from corn husk waste with a carbonation temperature of 300 °C which was activated using 0.5 N HCl and then neutralized using distilled water. The residue was dried in an oven and then pulverized to 80 mesh size. Adsorption was carried out using the batch method. The activated carbon obtained was characterized using FTIR and SEM. The results of SEM analysis with magnification of 500 times and 5000 times known activated carbon waste corn husk morphological form has a cavity or pores that are clearly visible although the pore shape appears different and the results of FTIR analysis of activated carbon waste corn husk has O-H groups, C-H Stretching groups, functional groups -CH<sub>2</sub>-, and groups -CH<sub>3</sub>-. Based on the literature study, this indicates that the detergent is adsorbed on several layers (multilayer) of the corn husk surface and the possibility of physical adsorption.</i></p>

Kegiatan jasa pencucian (*laundry*) di Indonesia semakin meningkat setiap tahunnya. Jasa ini memiliki manfaat besar bagi masyarakat, baik bagi pelaku usaha maupun bagi pengguna jasa *laundry* tersebut. Seiring berkembangnya jasa *laundry* ini maka semakin banyak air limbah *laundry* yang dihasilkan. Menurut Ciabatti dkk [1] proses 1 kg bahan pakaian yang dicuci akan menghasilkan limbah 400 m<sup>3</sup> limbah *laundry*.

Kadar TSS, minyak dan lemak, dan deterjen (MBAS) yang terkandung dalam perairan akibat pembuangan limbah *laundry* akan terus meningkat seiring terus bertambahnya volume air yang dibuang. TSS menyebabkan kekeruhan pada air akibat padatan tidak terlarut dan tidak dapat langsung mengendap. TSS terdiri dari partikel-partikel yang ukuran dan beratnya lebih kecil dari sedimen, misalnya lumpur, lemak, sel-sel mikroorganisme yang terdapat dalam limbah *laundry* [2]. Kandungan minyak dan lemak dalam air dapat merusak ekosistem perairan. Oleh karena itu, minyak dan lemak dari limbah cair harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke perairan.

Ada beberapa proses pengolahan limbah cair antara lain proses elektrokoagulasi, elektrolisis dan adsorpsi. Proses elektrokoagulasi memberikan hasil yang baik namun tidak dapat digunakan untuk limbah cair dalam jumlah yang besar dan terbentuknya lapisan dielektroda dapat mengurangi efisiensi pengolahan [3]. Adsorpsi merupakan proses terserapnya suatu zat molekul atau ion pada permukaan adsorben. Proses adsorpsi dapat dilakukan menggunakan karbon aktif karena karbon aktif adalah material berpori yang mempunyai kemampuan untuk menyerap pengotor yang terdapat dalam air yaitu sebagai filter air [4].

Salah satu yang dapat dimanfaatkan sebagai karbon aktif adalah limbah bahan pangan yang mana keberadaannya sangat berlimpah namun untuk pengolahannya belum maksimal sehingga hanya disia-siakan saja. Salah satu contohnya yaitu limbah kulit jagung, kandungan yang ada dalam kulit jagung bisa digunakan menjadi adsorben. Menurut Fagbemi dkk [5] kulit jagung memiliki komposisi 15 % lignin; 5,09 % abu; 4,57 % alcohol-sikloheksana (1:2) dan yang terbesar ialah 44,08 % selulosa. Selulosa mengandung beberapa microfibril yang diikat oleh *lamellae*, sedangkan *lamellae* tersusun dari beberapa *fibril*. Selulosa tergolong kedalam polimer linear yang bersifat hidrofilik, dimana

satu sama lain saling berikatan membentuk *elementary fibril* (photofibril), dengan struktur parakristalin atau amorphous yang menyebabkan selulosa dapat berperan sebagai adsorben.

limbah kulit jagung yang di jadikan adsorben bisa digunakan untuk penyisihan kandungan deterjen pada limbah cair *laundry*, Efisiensi penyisihan dan kapasitas adsorpsi deterjen pada kondisi optimum yaitu 85,39% [6]. Dan dengan adsorben kulit jagung yang dimodifikasi secara kimia dengan perendaman dalam larutan HCl 0,5 N dapat menyisihkan kandungan deterjen pada limbah *laundry* sebesar 95,16-97,57% dan 0,81-1,83 mg/g, perendaman dengan NaOH sebesar 75,45%-85,21% dan 0,64-1,43 mg/g [7].

Dengan melihat fakta dan permasalahan tersebut, maka penelitian ini difokuskan pada upaya alternatif yang ramah lingkungan, mudah, murah dan praktis yaitu dengan proses adsorpsi dengan karbon aktif kulit jagung sebagai adsorben untuk proses penyisihan Deterjen (MBAS), TSS, dan Minyak dan lemak. Yang selanjutnya dilakukan pengujian parameter kualitas air limbah apakah sudah sesuai dengan baku mutu PerMen LHK No. P.68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.

## EKSPERIMEN

### Material

Kulit jagung, sampel air limbah laundry, larutan HCl (0.5 N p.a), digestion solution (Merck®, p.a), kertas saring, aquades.

### Instrumentasi

Untuk karakterisasi karbon aktif digunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) *thermo scientific* BDM1910155 sedangkan untuk analisis SEM digunakan instrumen *Scanning Electron Microscope* (SEM) JSM-6360.

### Prosedur

#### *Sampling air limbah laundry*

Pengambilan sampel dilakukan pada saluran sebelum masuk ke perairan penerima air limbah, dengan cara sesaat (*grab sampling*). Hal yang pertama dilakukan adalah sampel limbah cair di tampung dan dimasukkan ke dalam botol PP yang selanjutnya dimasukkan ke dalam gelas kaca. Kemudian di tutup rapat dan dimasukkan ke dalam

cool box untuk dilakukan uji parameter (COD, BOD, TSS, Minyak dan Lemak, Deterjen (MBAS) dan Fosfat (PO<sub>4</sub>)).

#### Sintesis karbon aktif

Kulit jagung yang telah dikumpulkan, dicuci dengan air bersih lalu dipotong-potong menjadi ukuran kecil. Kulit jagung kemudian dijemur di bawah sinar matahari selama 3 hari. Dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105°C selama 24 jam. Setelah proses pengovenan, kulit jagung dihancurkan hingga berbentuk serbuk atau kerikil kecil. Dikarbonasi menggunakan furnace selama 1 jam pada suhu 300°C. Dilakukan proses penyaringan menggunakan saringan 80 mesh. kemudian diaktivasi dengan larutan HCl 0,5 N selama 24 jam. Selanjutnya, karbon aktif dinetralkan. Dan proses akhir dari karbon yang telah diaktivasi adalah pemasanan oven selama 24 jam dengan suhu 105°C.

#### Karakterisasi senyawa

Karbon aktif kulit jagung ini dilakukan karakterisasi dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk melihat kondisi pori pada permukaan karbon aktif. Perbesaran yang dilakukan untuk analisis SEM terhadap karbon aktif sebesar 500x dan 5000x. Selain itu, karakterisasi *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada karbon aktif kulit jagung.

#### Aplikasi karbon aktif sebagai adsorben

Karbon aktif dimasukan kedalam gelas kimia yang berisi 1000 mL limbah cair *laundry* dengan variasi dosis massa karbon aktif 2; 3; dan 4 g kemudian diaduk dengan magnetic stirrer yang berkecepatan 100 rpm. Adsorpsi ini dilakukan selama 30 menit setelah itu di saring dan dianalisis kadar TSS, Minyak dan lemak, Deterjen (MBAS).

#### Aplikasi karbon aktif sebagai adsorben

Sampel yang sudah didapatkan kemudian dibawa ke Laboratorium Pengendalian Kualitas Lingkungan PERUMDA Tirtawening Kota Bandung dengan menggunakan cool box untuk dianalisis kualitas air limbah dari industri *laundry* berdasarkan parameter COD, BOD, TSS, Minyak dan Lemak, Deterjen (MBAS), dan Fosfat (PO<sub>4</sub>).

**Tabel 1** Parameter dan metode SNI Karakterisasi Air Sampel

Parameter	Sumber	Metode
BOD	SNI 6989.72:2009	Metode Winkler
COD	SNI 6989.2:2019	Spektrofotometri
TSS	SNI 6989.3:2019	Gravimetri
Minyak dan Lemak	SNI 6989.10:2011	Gravimetri
Deterjen (MBAS)	SNI 06-6989.51-2005	Spektrofotometri dengan Metilen Biru
Fosfat (PO <sub>4</sub> )	APHA 4500 P-D-2012*	Stannous Chloride Method

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Studi Karakteristik Air Limbah Laundry

Sampel air limbah diambil dari salah satu usaha *laundry* di kota bandung. Hasil analisis sampel limbah *laundry* ditampilkan pada **Tabel 2** berdasarkan data pada tabel dapat dilihat jika ada beberapa parameter sampel air limbah *laundry* tidak memenuhi baku mutu yang ditetapkan.

**Tabel 2** Hasil Analisis Sampel Air Limbah Laundry

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Pengujian	Penelitian Terdahulu
1	BOD	mg/L	30	22,42	-
2	COD	mg/L	100	70,06	-
3	Padatan Tersuspensi Solid (TSS)	mg/L	30	75,00	158 [8]
4	Minyak dan Lemak	mg/L	5	7,00	8,80 [9]
5	Deterjen (MBA S)	mg/L	37	37,25	47,8 [10]
6	Fosfat (PO <sub>4</sub> )	mg/L	0,46	0,46	-

Konsentrasi dari TSS, Minyak dan Lemak, dan Deterjen (MBAS) hasil studi karakterisasi limbah *laundry* yang dapat dijadikan sebagai data awal untuk mengetahui parameter apa saja yang melebihi baku mutu berdasarkan Peraturan

Kementrian LHK Nomor P68/MENLHK/Setjen/Kum.1/8/2016 yang telah ditetapkan sehingga dapat dilakukan proses adsorpsi pada adsorban kulit jagung yang telah diaktivasi.

### Sintesis karbon aktif dari kulit jagung

Sintesis karbon aktif dari kulit jagung, dilakukan dengan melalui beberapa tahap dimulai dari proses dehidrasi, karbonasi, kemudian aktivasi. Tujuan dari proses dehidrasi tersebut adalah untuk menghilangkan kandungan air sebelum proses karbonasi. Sehingga, pada saat karbonasi terjadi proses karbonasi yang lebih sempurna. Kemudian, kulit jagung disiapkan di dalam cawan untuk dilakukan karbonasi.

Tahapan karbonasi melibatkan penggunaan *furnace* dengan suhu tinggi yaitu 300 °C selama 1 jam. Kulit jagung yang telah di karbonasi mengalami perubahan besar yaitu perubahan warna menjadi hitam pekat serta teksturnya menjadi kasar dan mengeras yang mana ini mengindikasikan terjadinya dekomposisi selulosa menjadi karbon. Mekanisme dekomposisi selulosa telah diteliti secara mendetil oleh Tang dan Bacon, 1964 [11]. Secara umum terjadi 4 tahap berdasarkan rentang temperaturnya. Tahap 1 terjadi pada temperatur 25-150°C di mana terjadi penguapan air yang merupakan proses reversible. Tahap 2 pada temperatur 150- 240°C, di mana terjadi dehidrasi dari selulosa yang memungkinkan terjadinya ikatan silang antar molekul gula untuk menggantikan ikatan hidrogen. Tahap 3 (240-400°C) merupakan tahap degradasi termal, di mana terjadi pemutusan ikatan CO dan C-C pada struktur selulosa. Pada tahap ini, terbentuk levoglucosan yang lebih lanjut menjadi tar, selain terbentuk pula produk gas H<sub>2</sub>O, CO, dan CO<sub>2</sub>. Sebagian produk degradasi termal ini juga berupa senyawa dengan 4 atom karbon yang merupakan pembentuk struktur graphite yang terjadi pada tahap 4, yaitu aromatisasi dan polimerisasi. Reaksi tersebut bereaksi secara radikal [11].

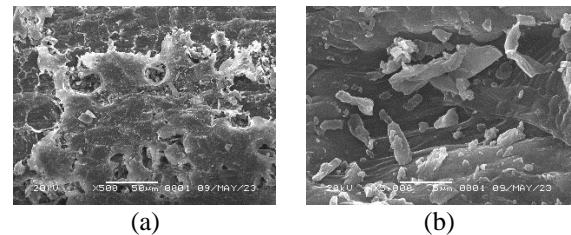
Karbon yang sudah terbentuk selanjutnya dihancurkan dengan menggunakan bantuan mortar dan alu, lalu disaring dengan menggunakan saringan 80 mesh. Hasil timbangan yang diperoleh selanjutnya dilakukan proses aktivasi. Agen aktivasi yang digunakan dalam proses aktivasi karbon ini adalah HCl 0,5 N. Tujuan dari aktivasi ini adalah untuk membersihkan adsorben dari kotoran yang menutup pori-pori adsorben dan dapat memberikan perubahan pada struktur

adsorben. Hilangnya kotoran yang menutup pori-pori adsorben menyebabkan luas permukaan adsorben bertambah, akibatnya kapasitas adsorpsi dan efisiensinya akan tinggi [12].

### Karakterisasi SEM Karbon Aktif

Hasil analisis dari SEM adsorben kulit jagung yang teraktivasi HCl 0,5 N tersebut terlihat bahwa permukaan dari adsorben memiliki rongga atau pori-pori yang terlihat jelas meskipun bentuk pori nampak berbeda. Hal ini diakibatkan karena peran dari aktivator yang mana asam klorida (HCl) yang bersifat hidroskopis, sehingga dapat mengurangi kadar air pada arang aktif yang dihasilkan. HCl memiliki daya serap ion lebih baik dibandingkan dengan aktivator lainnya, seperti H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan HNO<sub>3</sub>, dikarenakan HCl dapat melarutkan pengotor lebih besar, sehingga pori-pori yang terbentuk lebih banyak dan proses penyerapan menjadi lebih maksimal [13]. Gambar dari karbon aktif kulit jagung dapat dilihat pada

#### Gambar 1



**Gambar 1** Hasil Analisis SEM Adsorben Kulit jagung dengan aktivasi HCl 0,5 N pada perbesaran 500 kali dan 5000 kali

### Karakterisasi FTIR Karbon Aktif

Selulosa merupakan senyawa yang memiliki gugus hidroksil (O-H) pada tiap unit polimernya. Permukaan gugus fungsi selulosa yang berasal dari alam dapat berinteraksi secara fisik atau kimia. Sejauh ini diketahui bahwa selulosa adalah polimer alam yang paling banyak ditemukan dan paling ramah lingkungan. Selulosa diketahui memiliki sifat yang dapat diperbaharui, tidak beracun, dan mudah terdegradasi [56]. Berdasarkan strukturnya, selulosa dapat diketahui bahwa berpotensi besar sebagai penyerap karena gugus OH- yang terikat dapat berinteraksi dengan komponen adsorbat. Adanya gugus O-H pada selulosa ini diharapkan mampu mengikat zat-zat organik maupun anorganik yang terukur semisal deterjen, TSS, dan minyak lemak. Bilangan gelombang 2919 cm<sup>-1</sup> menjelaskan adanya gugus

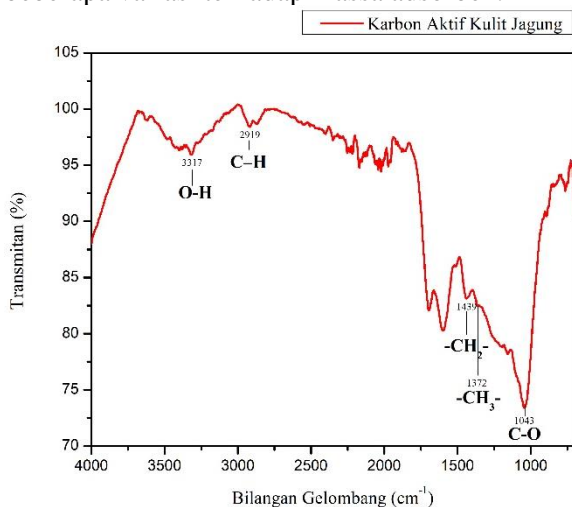


C – H *Stretching* untuk atom karbon  $sp^3$  [7]. Pada bilangan gelombang  $1439\text{ cm}^{-1}$  memiliki gugus fungsi –  $\text{CH}_2$  – dan pada gelombang  $1372\text{ cm}^{-1}$  terdapat gugus fungsi –  $\text{CH}_3$  – yang mana gugus ini menandakan bahwasannya lignin sudah mulai terurai [15]. Dimana dengan berkurangnya lignin pada adsorben maka yang tersisa hanya selulosa sehingga kemampuan adsorpsi dapat meningkat dan pada gelombang  $1043\text{ cm}^{-1}$  menandakan adanya gugus C – O eter dari selulosa [16].

Hasil karakterisasi FTIR karbon aktif kulit jagung dapat dilihat pada **Gambar 2**

### Karakterisasi Aplikasi Karbon Aktif Sebagai Adsorben

Karbon aktif kulit jagung sebagai adsorben diuji kemampuannya dalam mengadsorpsi pengotor yang melebihi batas baku mutu yang telah ditetapkan berdasarkan studi awal yang telah dilakukan pada limbah cair industri *laundry* diantaranya total padatan tersuspensi (TSS), minyak dan lemak, dan deterjen dengan dilakukan beberapa variasi terhadap massa adsorben.

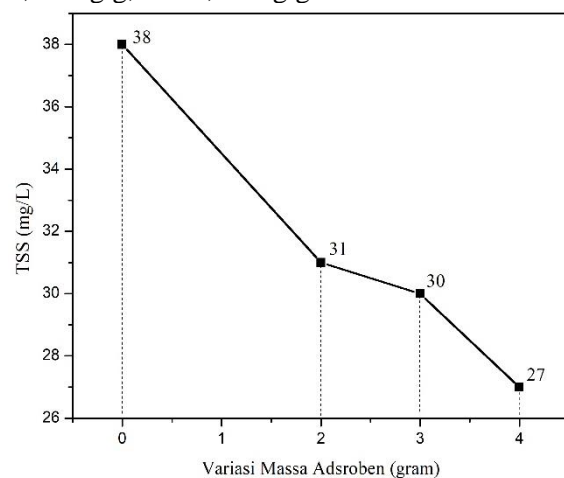


**Gambar 2** FTIR Karbon Aktif dari kulit jagung yang diaktivasi dengan HCl 0.5 N

Metode adsorpsi yang dilakukan adalah metode batch yaitu dengan menstirer adsorbat dan adsorben dalam waktu tertentu. Kemudian, dilakukan pemisahan menggunakan kertas saring untuk memperoleh filtrat yang menjadi sampel untuk analisis TSS, minyak dan lemak dan deterjen.

### Pengaruh Variasi massa adsorben terhadap penurunan Total Suspended Solid (TSS)

Hasil pengukuran TSS sebelum dan setelah penambahan adsorben karbon aktif kulit jagung di tunjukan pada **Gambar 3** yang mana menunjukkan terjadinya penurunan TSS dari 38 mg/L nilai analisa sebelum ditambahkan adsorben kulit jagung dan setelah ditambahkan adsorben kulit jagung nilai TSS menjadi 31 mg/L, 30 mg/L, 27 mg/L dengan variasi massa 2 gram, 3 gram dan 4 gram. Pada penambahan 2 gram adsorben terjadi penurunan nilai TSS sebesar 18,42 %, 3 gram sebesar 21,05 % dan pada penambahan 4 gram adsorben karbon aktif kulit jagung nilai TSS mengalami penurunan sebesar 28,94 % dengan masing masing kapasitas adsorpsi nya 3,5 mg/g, 2,66 mg/g, dan 2,77 mg/g.



**Gambar 3** Pengaruh adsorben karbon aktif kulit jagung terhadap TSS

Berdasarkan hasil analisis dari data yang dihasilkan semakin banyak adsorben yang digunakan semakin turun juga nilai TSS yang dihasilkan. Hal itu menandakan adsorben kulit jagung berpengaruh untuk menurunkan kadar TSS pada perairan. Penurunan nilai TSS disebabkan karena dikala adsorben kulit jagung dikontakan ke dalam sampel air limbah terjadi proses adsorpsi, jadi bahan-bahan yang tersuspensi didalam air terserap (terikat) oleh adsorben kulit jagung [17].

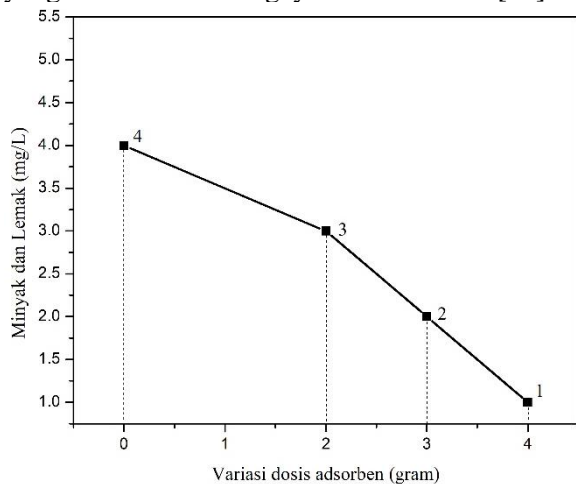
Berdasarkan PerMen LHK No. P.68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, baku mutu limbah yang dapat dibuang kelingkungan untuk TSS adalah 30 mg/L. sehingga parameter TSS setelah proses adsorpsi sudah memenuhi baku mutu yang ditetapkan.

### Pengaruh Variasi massa adsorben terhadap penurunan minyak dan lemak

Hasil pengukuran Minyak dan Lemak sebelum dan setelah penambahan adsorben karbon

aktif kulit jagung ditunjukkan pada **Gambar 4** yang mana Efisiensi penurunan kadar minyak dan lemak pada sampel limbah cair industri *laundry* dengan penambahan variasi massa adsorben karbon aktif kulit jagung yaitu pada massa 2 gram adsorben tingkat efisiensinya 25 %, 3 gram tingkat efisiensinya 50 % dan pada massa 4 gram tingkat efisiensinya mencapai 75 % dengan kapasitas tiap masing masing massa adsorben adalah 0,5 mg/g, 0,66 mg/g, dan 0,75 mg/g.

Karena permukaan karbon aktif bersifat non-polar sehingga lebih mudah melakukan penyerapan warna, bau dan mengurangi jumlah peroksida sehingga memperbaiki mutu minyak [18]. Dan pada proses adsorpsi nya partikel minyak dan lemak akan naik kepermukaan dan proses adsorpsi dimana karbon aktif akan melakukan kontak dengan bahan pencemar, karbon aktif akan mengadsorpsi molekul bahan pencemar hingga tercapai kondisi setimbang. Pada proses ini, partikel akan menempel pada permukaan karbon aktif yang disebabkan adanya perbedaan muatan yang lemah diantara keduanya yang disebabkan oleh gaya van der waals [19].



**Gambar 4** Pengaruh adsorben karbon aktif kulit jagung terhadap Minyak dan Lemak

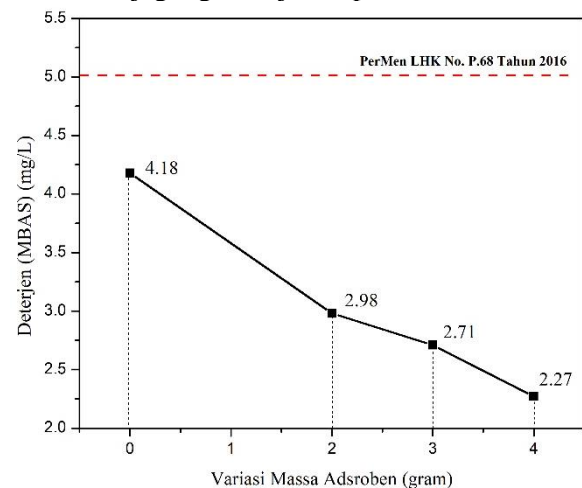
Penyerapan minyak dan lemak oleh karbon aktif terjadi melalui mekanisme fisik, khususnya adsorpsi fisika, dari pada ikatan kimia yang bersifat kovalen atau ionik. Karbon aktif memiliki struktur pori-pori yang besar dan permukaan yang sangat luas, sehingga mampu menarik minyak dan lemak ke permukaannya melalui gaya-gaya Van der Waals dan interaksi gaya-dipol. Mekanisme adsorpsi fisika ini berarti bahwa tidak ada reaksi kimia yang terjadi antara karbon aktif dan minyak atau lemak yang diadsorpsi. Sebaliknya, minyak dan lemak hanya menempel pada permukaan karbon aktif melalui interaksi fisik. Oleh karena

itu, tidak ada persamaan reaksi kimia yang tepat untuk menggambarkan proses ini.

### **Pengaruh Variasi massa adsorben terhadap penurunan deterjen (MBAS)**

Prinsip dari MBAS (*Methylene Blue Alkyl Sulfonate*) ini adalah surfaktan anionik akan berikatan dengan metilen biru membentuk senyawa kompleks berwarna biru yang larut dalam fase kloroform. Setelah diekstraksi, intensitas warna biru yang terbentuk diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 653 nm sesuai dengan panjang gelombang pada pembuatan kurva kalibrasi [20].

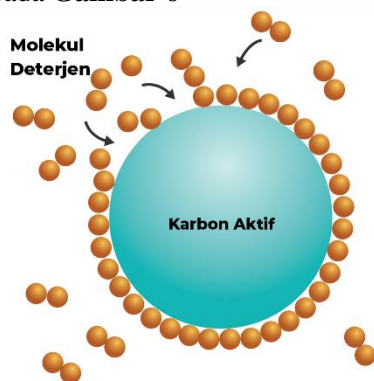
Hasil pengukuran Deterjen (MBAS) sebelum dan setelah penambahan adsorben karbon aktif kulit jagung ditunjukkan pada **Gambar 5**.



**Gambar 5** Pengaruh adsorben karbon aktif kulit jagung terhadap Deterjen (MBAS)

Berdasarkan **gambar 5** didapatkan efisiensi penyisihan sampel air limbah *laundry* terhadap deterjen (MBAS) dengan beberapa variasi massa penambahan adsorben karbon aktif kulit jagung yaitu 2 gram, 3 gram dan 4 gram berturut-turut adalah 28,70 %; 35,16 %; dan 45,69 %, sedangkan kapasitas adsorpsi nya sebesar 0,6 mg/g, 0,49 mg/g dan 0,477 mg/g. Yang mana jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Windy Dhiya [6] adsorpsi deterjen dalam sampel air limbah *laundry* menggunakan adsroben kulit jagung dengan pH asli menghasilkan efisiensi penyisihan sebesar 22,93 % dan kapasitas adsorpsi nya 0,420 mg/g. dengan perbandingan tersebut membuktikan bahwasannya hasil dari proses adsorpsi terhadap deterjen (MBAS) cukup baik dan cukup efisien dari penelitian sebelumnya.

Mekanisme penyerapan deterjen oleh karbon aktif yaitu ketika deterjen berada dalam kontak dengan karbon aktif, molekul-molekul deterjen secara fisik menempel pada permukaan karbon aktif karena permukaan karbon aktif memiliki sifat hidrofobik, sehingga berinteraksi dengan komponen hidrofobik dalam deterjen, sehingga gaya-gaya van der Waals dan interaksi gaya dipol antara molekul deterjen dan permukaan karbon aktif menyebabkan adsorpsi deterjen pada permukaan karbon aktif yang menyebabkan deterjen tertahan pada permukaan karbon aktif dan dihilangkan dari larutan. Secara visual dapat dilihat pada **Gambar 6**



**Gambar 6** Mekanisme Penyerapan Deterjen (MBAS) oleh Karbon Aktif

Dari hasil analisis sampel limbah cair industri *laundry* untuk penyisihan parameter deterjen (MBAS) sampel limbah tersebut sebelum dan setelah di tambahkan adsorben dapat disesuaikan dengan baku mutu minyak dan lemak yang telah ditetapkan menurut Peraturan Kementerian LHK Nomor P68/MENLHK/Setjen/Kum.1/8/2016 Tentang Baku Mutu Limbah Domestik, baku mutu yang di buang ke lingkungan adalah 5 mg/L. Parameter deterjen (MBAS) telah memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan maka aman untuk dibuang ke lingkungan.

### **Penentuan Isoterm Adsorpsi**

Untuk menentukan isoterm adsorpsi dari adsorpsi limbah cair industri *laundry* menggunakan adsorben karbon aktif kulit jagung, dilakukan proses studi literatur terhadap penelitian terdahulu.

Berdasarkan penelitian Windy (2021) [6], diperoleh perbandingan nilai  $R^2$  untuk isoterm Freundlich dan isoterm Langmuir. Nilai  $R^2$  untuk isoterm Freundlich yaitu 0,9805 dan nilai  $R^2$  isoterm Langmuir adalah 0,9768. Nilai  $R^2$  yang

baik adalah yang mendekati 1. Menurut Hesti dkk (2018) [63], jika nilai  $R^2$  semakin mendekati 1 maka dapat dikatakan bahwa terdapat pengaruh yang semakin besar dan keterkaitan antar variabel semakin kuat. Berdasarkan perbandingan tersebut maka kemungkinan isoterm Freundlich lebih mengikuti model kesetimbangan untuk adsorpsi deterjen dengan adsorben kulit jagung.

Hasil ini menunjukkan bahwa adsorpsi deterjen pada kulit jagung terjadi pada beberapa lapis atau multilayer dan permukaannya bersifat heterogen karena masing-masing situs aktif dapat mengadsorpsi lebih dari satu molekul sehingga molekul yang terjepit pada permukaan adsorben dapat berpindah-pindah. Isoterm Freundlich juga menunjukkan terjadinya adsorpsi secara fisika pada adsorpsi deterjen dengan adsorben kulit jagung, artinya terbentuknya ikatan yang lemah antara adsorbat dan adsorben karena gaya Van der Waals yang terbentuk [22].

### **SIMPULAN**

Dari karakterisasi menggunakan FTIR di ketahui bahwa karbon aktif limbah kulit jagung yang diaktivasi dengan HCl memiliki gugus fungsi O-H, C-H, -CH<sub>2</sub>-, dan -CH<sub>3</sub>-, selain itu pada analisis SEM dapat diketahui bahwa karbon aktif yang diaktivasi dengan HCl memiliki pori-pori dengan permukaan yang cukup kasar,

Karbon aktif yang disintesis dari kulit jagung memiliki kinerja yang cukup efisien untuk mengadsorpsi pengotor pada limbah cair industri *laundry* dengan kondisi optimum efisiensi penyisihan untuk TSS sebesar 28,94%, minyak dan lemak sebesar 75 %, dan Deterjen (MBAS) sebesar 45,69 % dengan kapasitas adsorpsi nya masing-masing sebesar 2,77 mg/g, 0,75 mg/g, dan 0,477 mg/g, Kondisi optimum massa karbon aktif kulit jagung yang digunakan untuk mengadsorpsi kadar TSS, minyak dan lemak dan deterjen (MBAS) digunakan 4 gram dengan waktu kontak 30 menit, dan Berdasarkan PerMen LHK No. P.68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, limbah *laundry* yang telah di treatment dengan proses adsorpsi dengan karbon aktif kulit jagung aman untuk dibuang ke lingkungan.

Berdasarkan hasil studi literatur persamaan isoterm yang sesuai dengan adsorpsi deterjen menggunakan adsorben karbon aktif kulit jagung yaitu isoterm Freundlich yang menunjukkan adsorpsi terjadi pada beberapa lapisan (multilayer) pada permukaan adsorben dan adsorpsi terjadi secara fisika.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada staf laboratorium Kimia UIN Sunan Gunung Djati beserta seluruh Dosen dan staf jurusan Kimia UIN Sunan Gunung Djati dan semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

## REFERENSI

- [1] I. Ciabatti, F. Cesaro, L. Faralli, E. Fatarella dan F. Tognotti, "Demonstration of a Treatment System for Purification and Reuse of Laundry Wastewater," *Desalination*, vol. 245, pp. 451-459, 2009.
- [2] S. Fardiaz, *Polusi Air & Udara*, Bogor: Kanisius, 1992.
- [3] B. Rachmawati, S. Y. P dan M. Mirwan, "Proses Elektrokoagulasi Pengolahan Limbah Laundry," *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, vol. 23, no. 1, pp. 15-22, 2014.
- [4] Y. Nustini dan A. Allwar, "Pemanfaatan Limbah Tempurung Kelapa Menjadi Arang Tempurung Kelapa dan Granular Karbon Aktif Guna Meningkatkan Kesejahteraan Desa Watuduwur, Bruno, Kabupaten Purworejo," *AJIE - Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship*, vol. 04, no. 03, pp. 217-226, 2019.
- [5] T. K. Fagbemigun, O. Fagbemi, O. Otitoju, E. Mgbachiuozor dan C. Igwe, "Pulp and paper-making potential of corn husk," *International Journal of AgriScience*, vol. 4, no. 4, pp. 209-213, 2014.
- [6] W. D. Lathifah, "Penyisihan Detergen Dari Air Limbah Laundry Menggunakan Adsorben Kulit Jagung," Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik, Universitas Andalas, 2021.
- [7] Y. Putri, "Modifikasi Adsorben Kulit Jagung Untuk Menyisihkan Detergen Dari Air Limbah Laundry," Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik, Universitas Andalas, 2022.
- [8] S. Y. Nugroho, S. Sumiyati dan M. Hadiwidodo, "Penurunan Kadar Cod Dan Tss Pada Limbah Industri Pencucian Pakaian (Laundry) Dengan Teknologi Biofilm Menggunakan Media Filter Serat Plastik Dan Tembikar Dengan Susunan Random," *Jurnal Teknik Lingkungan FT UNDIP*, 2014.
- [9] E. N. Purnamasari, "Karakteristik Kandungan Linear Alkyl Benzene Sulfonat (Las) Pada Limbah Cair Laundry," *Jurnal Media Teknik*, vol. 11, no. 1, pp. 32-36, 2014.
- [10] D. A. Kusuma, L. Fitria dan U. Kadaria, "Pengolahan Limbah Laundry Dengan Metode Moving Bed Biofilm Reactor (Mbbbr) (Laundry Wastewater Treatment Using Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) Method)," *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, vol. 7, no. 1, 2019.
- [11] M. Tang dan B. Roger, "Carbonation of Cellulose Fibers I Low Temperature Pyrolysis," *Carbon*, vol. 2, pp. 211-220, 1964.
- [12] R. Leyva-Ramos, L. Landin-Rodriguez, S. Leyva-Ramos dan N. Medellin-Castillo, "Modification of Corncob with Citric Acid to Enhance its Capacity for Adsorbing Cadmium (II) from Water Solution," *Chemical Engineering Journal*, vol. 180, pp. 113-120, 2012.
- [13] L. I. Wirani, F. Hanum dan S. F. Dina, "Aktivasi Karbon dari Sekam Padi dengan Aktivator Asam Klorida (HCl) dan Pengaplikasiannya pada Limbah Pengolahan Baterai Mobil untuk Mengurangi Kadar Timbal (Pb)," *Laporan Penelitian, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara*, 2017.
- [14] S. B. Yanto, "Pemanfaatan Ampas Kopi sebagai Biosorben Penyerap Besi (Fe)," Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh., 2021.
- [15] Yuris, C. Cahyani dan Atikah, "Potensi Lignin untuk Penanganan Logam Berat Cr(VI)," *Jurnal Kimia Kemasan*, vol. 36, no. 1, pp. 163-172, 2014.



- [16] D. M. Maharani, L. Normalasari, D. Kumalasari, C. A. H. Prakoso, M. Kusumaningtyas dan M. T. Ramadhan, "Pengaruh Pretreatment Secara Alkalisasi-Resistive Heating terhadap Kandungan Lignoselulosa Jerami Padi," *AGRITECH*, vol. 37, no. 2, pp. 132-138, 2017.
- [17] I. Pratiwi dan I. A. Setiorini, "Penurunan Nilai pH, COD, TDS, TSS pada Air Sungai Menggunakan Limbah Kulit jagung melalui Adsorben," *Jurnal Redoks*, vol. 8, no. 1, pp. 55-62, 2023.
- [18] S. Rachmawati, Irmawartini dan Kahar, "Penurunan Kadar Minyak dan Lemak Limbah Cair Penyamakan Kulit Menggunakan Media Saring Karbon Aktif," *Jurnal Kesehatan Siliwangi*, vol. 2, no. 2, pp. 431-438, 2021.
- [19] T. Zaharah, Nurlina dan R. Moelyani, "Reduksi minyak, lemak, dan bahan organik limbah rumah makan menggunakan grease traptermodifikasi karbon aktif," *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan*, vol. 1, no. 3, pp. 25-32, 2017.
- [20] W. P. Utomo, Z. V. Nugraheni, A. Rosyidah, O. M. Shafwah, L. K. Naashihah, N. Nurfitriani dan I. f. Ulfindrayani, "Penurunan Kadar Surfaktan Anionik dan Fosfat dalam Air Limbah Laundry di Kawasan Keputih, Surabaya Menggunakan Karbon Aktif," *Akta Kimia Indonesia*, vol. 3, no. 1, pp. 127-140, 2018.
- [21] H. Apriyanti, I. N. Candra dan Elvinawati, "Karakterisasi Isoterm Adsorpsi dari Ion Logam Besi (Fe) pada Tanah di Kota Bengkulu," *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*, vol. 2, no. 1, pp. 14-19, 2018.
- [22] P. Atkins dan D. J. Paulo, *Physical Chemistry*, Oxford University Press, 2018.