

## PREPARATION OF ACTIVATED CHARCOAL FROM *Terminalia catappa* L. SEED SHELL AS AN ADSORBENT OF LIQUID WASTE OF TOFU INDUSTRY

Pius D. Ola, Apriance M. Bria, Imanuel Gauru, dan Philiphi De Rozari

Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana Kupang

Article Received: 16 May 2023

Article Accepted: 16 June 2023

### Abstract

A research on preparing activated charcoal from *Terminalia catappa* L. seed shell has been done. This study aimed to determine the characteristics of activated charcoal from *Terminalia catappa* L. seed shells and test its ability to reduce COD and TSS from a liquid waste of the tofu industry. The parameters studied in characterizing activated charcoal included moisture content, ash content, absorption of I<sub>2</sub> and surface area using methylene blue. Analysis of the COD parameter used the redox titration method, while the TSS parameter used the gravimetric method. The optimum time for applying activated charcoal to liquid tofu waste was by measuring COD and TSS levels after interaction with activated charcoal. Results of activated charcoal characterization showed a moisture content of 5%, ash content of 2.10%, an absorption capacity of I<sub>2</sub> 761.4 mg/g and a surface area of 26.74 m<sup>2</sup>/g. The highest decrease in COD levels occurred at 90 minutes of contact time from initial levels of 2,976 mg/L to 2,304 mg/L, with a reduction efficiency of 22.6%, and the highest decrease in TSS levels occurred at 90 minutes of contact time from initial levels of 1,440 mg/L to 334 mg/L, with a reduction efficiency of 76.8%. Generally, activated charcoal from *Terminalia catappa* L. seed shells showed an ability to reduce the COD and TSS from the liquid waste of the tofu industry.

**Keywords:** *Terminalia catappa* L., active charcoal, liquid waste, tofu industry, COD and TSS

### Abstrak

Telah dilakukan penelitian dengan judul "Pembuatan Arang Aktif Dari Cangkang Biji Ketapang (*Terminalia catappa* L.) Sebagai Adsorben Limbah Cair Tahu". Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik arang aktif dari cangkang biji ketapang dan menguji kemampuannya untuk menurunkan COD dan TSS limbah cair tahu. Karakterisasi arang aktif yang diteliti meliputi kadar air, kadar abu, daya serap terhadap I<sub>2</sub> dan luas permukaan menggunakan metilen biru. Analisis parameter COD menggunakan metode titrasi redoks sedangkan parameter TSS menggunakan metode gravimetri. Pengaplikasian waktu optimum arang aktif pada limbah cair tahu dilakukan dengan mengukur kadar COD dan TSS setelah diinteraksikan dengan arang aktif. Hasil karakterisasi arang aktif menunjukkan kadar air sebesar 5%, kadar abu 2,10%, daya serap terhadap I<sub>2</sub> 761,4 mg/g dan luas permukaan sebesar 26,74 m<sup>2</sup>/g. Penurunan kadar COD tertinggi terjadi pada waktu kontak 90 menit dari kadar awal sebesar 2.976 mg/L menjadi 2.304 mg/L, dengan efisiensi penurunan 22,6% dan Penurunan kadar TSS tertinggi terjadi pada waktu kontak 90 menit dari kadar awal 1.440 mg/L menjadi 334 mg/L, dengan efisiensi penurunan 76,8%. Hal ini menunjukkan bahwa arang aktif cangkang

biji ketapang mampu menurunkan kadar COD dan TSS limbah cair tahu dilihat dari kedua parameter tersebut.

**Kata kunci: Ketapang, Arang Aktif, Limbah Cair, Industri Tahu, COD dan TSS**

## Pendahuluan

Tahu merupakan makanan tradisional bagi masyarakat Indonesia sebagai sumber protein yang bermutu tinggi, karena banyak mengandung asam amino esensial<sup>1</sup>. Tahu adalah salah satu produk olahan dari kacang kedelai yang memiliki kandungan protein nabati lebih baik dibandingkan protein hewani yang bersumber dari daging, susu maupun telur. Tahu memiliki protein yang hampir setara dengan daging. Menurut SNI 01-3142-1998, tahu merupakan produk makanan berupa padatan lunak yang dibuat melalui proses pengolahan kedelai (*Glycine sp*) dengan cara pengendapan protein baik menggunakan penambahan bahan pengendap organik maupun anorganik yang diizinkan<sup>2</sup>.

Industri tahu merupakan salah satu industri yang berbahan dasar kacang kedelai. Lokasinya kebanyakan menyatu dengan pemukiman penduduk, sehingga limbah dari proses produksi ini dapat berpotensi mencemari lingkungan. Limbah tahu terdiri dari limbah cair dan limbah padat yang dapat mengakibatkan pencemaran terhadap lingkungan. Limbah cair yang dihasilkan industri tahu yaitu limbah yang berasal dari proses perebusan kacang kedelai, penyaringan dan pencetakan tahu. Sebagian besar air limbah dari industri tahu, langsung dialirkan ke saluran-saluran pembuangan, sungai ataupun badan air penerima lainnya tanpa diolah terlebih dahulu, sehingga limbah tersebut sering kali menjadi masalah bagi lingkungan. Pencemaran akibat limbah cair tahu dapat berupa : oksigen terlarut rendah, air menjadi kotor, dan bau yang menyengat<sup>3</sup>.

Limbah cair tahu memiliki kandungan senyawa-senyawa organik yang umumnya tinggi. Senyawa-senyawa organik tersebut meliputi, protein sebesar 40-60%, karbohidrat sebesar 25-50% dan lemak 10%<sup>4</sup>. Sedangkan baku mutu air limbah bagi usaha kegiatan pengolahan kedelai untuk tahu, menurut PermenLH No. 5 tahun 2014 lampiran XVIII yang diperbolehkan untuk parameter BOD, COD, TSS dan pH berturut-turut adalah 150 mg/L, 300 mg/L, 200 mg/L dan 6-9 pH unit. Karakteristik dari limbah cair industri tahu yang masih mengandung kadar protein tinggi dan bersifat asam, apabila langsung dibuang keperairan tanpa diberi perlakuan untuk menurunkan kadar protein dan menaikkan pH dalam limbah tersebut maka dapat mengakibatkan turunnya kualitas pada badan air yang menerima.

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengurangi beban pencemaran limbah diperairan yaitu dengan penggunaan karbon aktif atau yang biasa disebut arang aktif sebagai

adsorben. Arang aktif mempunyai pori-pori yang dapat mengadsorpsi bahan-bahan organik yang terdapat pada limbah cair tahu. Limbah cangkang biji ketapang digunakan sebagai arang aktif dalam penelitian ini karena mengandung senyawa karbon yaitu selulosa dan hemiselulosa. Karbon atau arang aktif adalah material yang berbentuk butiran atau bubuk yang berasal dari material yang mengandung karbon. Pemakaian dari karbon aktif sendiri cukup luas, baik di Industri besar maupun kecil. Bahan baku yang berasal dari hewan, tumbuh-tumbuhan, limbah ataupun mineral yang mengandung karbon dapat dibuat menjadi arang aktif, bahan tersebut antara lain: tulang, kayu lunak, sekam, tongkol jagung, tempurung kelapa, sabut kelapa, ampas penggilingan tebu, ampas pembuatan kertas, serbuk gergaji, kayu keras dan batubara<sup>5</sup>.

### **Hasil dan Pembahasan**

Penelitian ini menggunakan cangkang biji ketapang (*Terminalia cattapa*) sebagai adsorben untuk mengadsorpsi limbah cair tahu. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kemampuan arang aktif cangkang biji ketapang sebagai adsorben dalam mengadsorpsi limbah cair tahu. Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap yaitu penyiapan sampel, aktivasi arang menggunakan larutan HCl, karakterisasi arang aktif yang meliputi penentuan kadar air, penentuan kadar abu, penentuan daya serap terhadap I<sub>2</sub> dan penentuan luas permukaan arang aktif dengan metode metilen biru yang dianalisis menggunakan instrumen spektrofotometer UV-Vis, sedangkan untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi adsorpsi dilakukan penentuan waktu kontak optimum dari arang aktif. Kemudian dilakukan pengujian parameter limbah yang meliputi pengujian kadar COD dan TSS.

### **Karakteristik Arang Aktif Cangkang Biji Ketapang (*Terminalia cattapa* L.)**

#### **Kadar Air**

Menurut SNI (Standar Nasional Indonesia) 06-3730-1995, syarat mutu kadar air arang aktif adalah maksimal sebesar 15%. Arang aktif cangkang biji ketapang yang diaktivasi secara kimia dengan HCl 3M, diperoleh kadar air sebesar 5%. Nilai ini memenuhi persyaratan karbon aktif dalam SNI karena masih berada dibawah 15%. Jadi arang aktif cangkang biji ketapang yang diaktivasi ini memenuhi persyaratan arang aktif sehingga memiliki kualitas yang baik.

Secara keseluruhan kadar air hasil penelitian ini relatif kecil, ini menunjukkan bahwa kandungan air terikat pada bahan baku yang dikarbonasi lebih dahulu keluar sebelum diaktivasi. Apabila semakin banyak kadar air yang dihasilkan maka akan menghambat daya serap adsorben terhadap adsorbat karena pori-pori adsorben banyak mengandung air sehingga adsorben tersebut memiliki sifat adsorpsi yang kurang baik.

### **Kadar Abu**

Menurut SNI (Standar Nasional Indonesia) 06-3730-1995, syarat mutu kadar abu arang aktif adalah maksimal sebesar 10%. Arang aktif cangkang biji ketapang yang diaktivasi secara kimia dengan HCl 3M, diperoleh kadar abu sebesar 2,10%. Nilai ini memenuhi persyaratan arang aktif dalam SNI karena masih berada dibawah 10%. Jadi arang aktif cangkang biji ketapang yang diaktivasi ini memenuhi persyaratan arang aktif sehingga memiliki kualitas yang baik. Semakin banyak kadar abu yang terdapat pada arang aktif maka akan menyebabkan penyumbatan pori-pori adsorben karena adanya mineral-mineral yang masih tersisa sehingga dapat mempengaruhi daya serap adsorben terhadap adsorbat.

### **Daya Serap Terhadap I<sub>2</sub>**

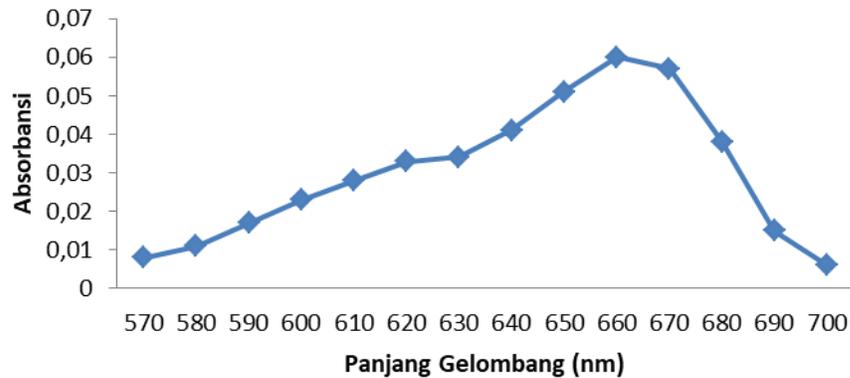
Kemampuan yang dimiliki karbon aktif untuk menyerap larutan iodin digunakan sebagai parameter kualitas arang aktif. Semakin besar daya serap terhadap iodin maka semakin besar pula kemampuan daya serap terhadap adrobat atau zat terlarut lainnya. Menurut SNI 06-3730-1995 arang aktif yang baik memiliki daya serap terhadap I<sub>2</sub> minimal sebesar 750 mg/g. Dari hasil percobaan yang dilakukan, arang aktif cangkang biji ketapang dengan aktivasi (761,4 mg/g) memiliki daya serap terhadap iodin yang lebih besar dari arang yang tidak diaktivasi (253,8 mg/g). Nilai ini memenuhi persyaratan karbon aktif dalam SNI sehingga karbon aktif cangkang biji ketapang memiliki kualitas yang baik.

### **Luas Permukaan Arang Aktif Dengan Metode Metilen Biru**

Luas permukaan arang aktif berpengaruh terhadap kapasitas adsorpsi. Semakin besar luas permukaan suatu adsorben, maka daya adsorpsi terhadap adsorbat semakin besar. Luas permukaan suatu adsorben dapat ditentukan dengan menggunakan metode adsorpsi larutan metilen biru<sup>6</sup>, yang dapat ditentukan melalui tiga langkah berikut yaitu, penentuan  $\lambda_{Maks}$ , Kurva standar metilen biru, dan luas permukaan.

#### *Panjang Gelombang Maksimum Metilen Biru*

Panjang gelombang metilen biru ditentukan dengan mengukur nilai absorbansi dari larutan metilen biru 2 ppm pada range panjang gelombang 500-700 nm. Panjang gelombang maksimum diperoleh dari kurva hubungan antara absorbansi sebagai fungsi panjang gelombang. Kurva panjang gelombang maksimum metilen biru ditunjukkan pada Gambar 1.

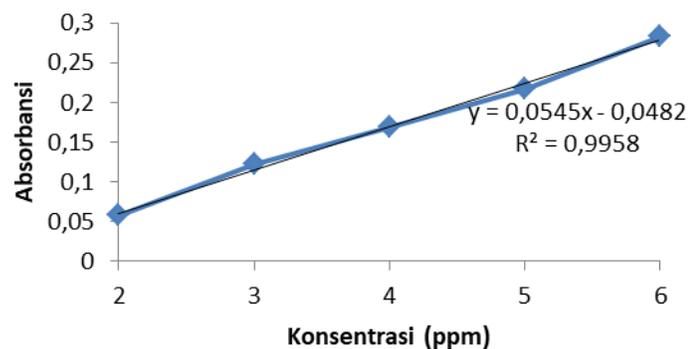


**Gambar 1.** Kurva Panjang Gelombang Maksimum Metilen Biru

Berdasarkan kurva diatas, panjang gelombang metilen biru 660.00 nm dengan absorbansi 0.060. Metilen biru mempunyai warna komplementer berupa warna biru dengan spektrum cahaya pada panjang gelombang daerah visible yaitu 500-700 nm, sehingga pada penentuan panjang gelombang maksimumnya digunakan range pada daerah panjang gelombang tersebut (Day dan Underwood, 2002). Panjang gelombang maksimum dari larutan metilen biru yang diperoleh akan digunakan untuk pengukuran absorbansi larutan metilen biru pada penelitian selanjutnya.

#### *Kurva standar metilen biru*

Kurva standar merupakan kurva hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi larutan standar. Kurva standar metilen biru dibuat dengan variasi konsentrasi larutan 2, 3, 4, 5 dan 6 ppm pada panjang gelombang 660.00 nm. Persamaan regresi kurva standar metilen biru yang diperoleh adalah  $y = 0,0545x - 0,0482$  dengan nilai  $R^2 = 0,9958$ . Persamaan regresi ini selanjutnya digunakan untuk menghitung konsentrasi metilen biru dalam sampel.



**Gambar 4. 2.** Kurva Kalibrasi Metilen Biru

### Penentuan luas permukaan

Luas permukaan arang aktif berpengaruh terhadap kapasitas adsorpsi. Semakin besar luas permukaan suatu adsorben, maka daya adsorpsi terhadap adsorbat semakin besar<sup>7</sup>. Luas permukaan suatu adsorben dapat ditentukan dengan menggunakan metode adsorpsi larutan metilen biru dengan cara menentukan waktu kontak optimum<sup>6</sup>.

### Penentuan Waktu Kontak Optimum Arang Aktif Cangkang Biji Ketapang Terhadap Larutan Metilen Biru

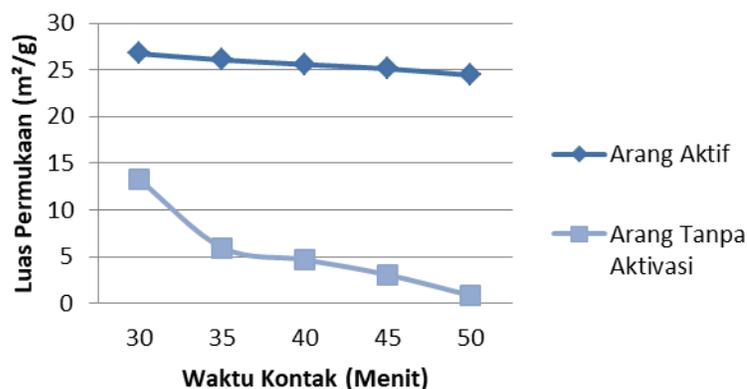
Penentuan waktu kontak bertujuan untuk mengetahui berapa waktu yang dibutuhkan untuk mencapai penyerapan optimum metilen biru oleh arang aktif cangkang biji ketapang.

**Tabel 1.** Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi metilen biru oleh adsorben

Waktu Kontak (Menit)	Konsentrasi metilen biru yang terserap (g/g)		Luas permukaan (m <sup>2</sup> /g)	
	Arang Aktif	Arang Tanpa Aktivasi	Arang Aktif	Arang Tanpa Aktivasi
30	0,00721	0,00357	26,74	13,241
35	0,00703	0,00161	26,07	5,971
40	0,00690	0,00126	25,59	4,673
45	0,00677	0,00082	25,12	3,041
50	0,00659	0,00022	24,44	0,816

Dari Tabel 1 terlihat bahwa semakin lama waktu kontak dari arang terhadap larutan metilen biru maka daya adsorpsi dari metilen biru semakin menurun. Hal ini kemungkinan disebabkan karena pada waktu kontak 30 menit arang aktif dan arang tanpa aktivasi telah mencapai titik jenuh sehingga menghalangi proses penyerapan metilen biru pada waktu kontak selanjutnya. Data jumlah metilen biru yang teradsorpsi oleh adsorben dapat digunakan untuk menghitung luas permukaan adsorben seperti pada Gambar 2.

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada Gambar 2, diketahui bahwa waktu kontak optimum yang diperoleh dari adsorben arang cangkang biji ketapang teraktivasi HCl dan tanpa aktivasi terjadi pada waktu kontak 30 menit dengan konsentrasi metilen biru teradsorpsi untuk arang aktif 26,74 m<sup>2</sup>/g dan arang tanpa aktivasi 13,241 m<sup>2</sup>/g, ini disebabkan karena arang dengan aktivasi memiliki luas permukaan lebih besar dibandingkan dengan arang tanpa aktivasi.



**Gambar 2.** Kurva hubungan waktu kontak terhadap luas permukaan arang aktif.

### Uji Pendahuluan Limbah Tahu

Sampel limbah cair tahu yang digunakan pada penelitian ini adalah sampel limbah tahu yang berasal dari Pabrik Tahu Bintang Oesapa, Kecamatan Kelapa Lima, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur. Secara fisik karakteristik limbah cair tahu ini berwarna kuning kecoklatan, lebih kental dibandingkan dengan air murni dan juga memiliki bau asam yang menyengat. Sampel limbah cair tahu yang diambil adalah limbah yang baru dihasilkan oleh pabrik tahu atau yang masih panas pada bak penampung limbah sementara. Hal ini dilakukan untuk menghindari terjadinya suatu proses pembusukan, sehingga diharapkan kualitas air limbah cair tahu belum mengalami perubahan sifat fisik, biologi maupun kimianya. Jumlah sampel yang diambil yaitu sebanyak 1,5 liter yang disaring dan dimasukkan kedalam wadah tertutup.

Untuk mengetahui jumlah zat organik dan tingkat kekeruhan yang terjadi karena bahan organik yang terserap dan yang tersuspensi pada limbah cair tahu dilakukan 2 uji yaitu COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*). Hasil uji karakteristik awal sampel limbah cair tahu sebelum dielektrolisis dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil uji karakteristik awal Limbah Cair Tahu

Parameter	Satuan	Konsentrasi	Baku Mutu (PerMenLH RI No. 5 Tahun 2014)
TSS	mg/L	1.440	200 mg/L
COD	mg/L	2.976	300 mg/L

Berdasarkan hasil uji karakteristik awal limbah cair tahu tersebut dapat dilihat bahwa kandungan TSS dan COD masih belum memenuhi baku mutu yang sesuai.

## Uji Kemampuan Arang Aktif Cangkang Biji Ketapang Sebagai Adsorben Limbah Cair Tahu

Limbah cair tahu digunakan untuk menguji kemampuan arang aktif sebagai adsorben. Adapun parameter yang digunakan untuk mengetahui kemampuan suatu adsorben adalah TSS dan COD. Uji kemampuan arang aktif ini bertujuan untuk mengetahui lamanya waktu yang dibutuhkan untuk mengolah limbah cair tahu.

### *Waktu Kontak Optimum Arang Aktif*

Tujuan dari menentukan waktu kontak optimum adalah agar mengetahui waktu kontak maksimum yang diperoleh dari lama waktu pengadukan antara arang aktif dan limbah cair tahu. Limbah cair tahu digunakan untuk menguji kemampuan arang aktif sebagai adsorben. Variasi waktu pengadukan yang dilakukan yaitu 30; 60; 90; dan 120 menit dengan massa arang aktif 0,5 gram dan volume limbah cair tahu 100 mL. Filtrat dari masing-masing variasi waktu diuji parameter TSS dan COD.

## Pengujian Parameter Limbah

### *Kadar COD Limbah Cair Tahu*

*Chemical Oxygen Demand* (COD) merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam 1 liter sampel. Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut didalam air dimana,  $K_2Cr_2O_7$  digunakan sebagai pengoksidasi dan penambahan  $Ag_2SO_4$  sebagai katalis untuk mempercepat reaksi<sup>8</sup>.

**Tabel 3.** Data Hasil Analisis Parameter COD

Waktu Kontak (menit)	Volume Sampel (mL)	Nilai COD (mg/L)		Efisiensi Penurunan (%)	
		Arang Aktif	Tanpa Aktivasi	Arang Aktif	Tanpa Aktivasi
30	10	2.464	2.816	17,2	5,4
60	10	2.432	2.784	18,3	6,4
90	10	2.304	2.752	22,6	7,5
120	10	2.688	2.848	9,7	4,3

Dari hasil penelitian dan pengolahan data yang ditampilkan pada Tabel 3, presentase penurunan COD dari arang aktif dan arang tanpa aktivasi terjadi pada waktu kontak 90 menit, dimana presentase penurunan TSS dari arang aktif yaitu 22,6% dan presentase penurunan TSS dari arang tanpa aktivasi yaitu 7,5%. Hal ini menunjukkan bahwa waktu kontak dapat mempengaruhi presentase penurunan COD, dimana semakin lama waktu kontak antara arang dan sampel limbah tahu maka daya serap dari adsorben semakin tinggi. Tetapi daya serap arang menurun pada waktu kontak 120 menit, hal ini disebabkan oleh adsorben yang tidak dapat lagi menyerap adsorbat karena telah melewati titik jenuh sehingga mengalami proses desorpsi.

#### *Kadar TSS Limbah Cair Tahu*

*Total Suspended Solid* atau Padatan Tersuspensi Total merupakan residu dari padatan total yang tertahan dengan ukuran maksimal 2  $\mu\text{m}$  yang tidak terlarut dan tidak dapat mengendap secara langsung. TSS dapat pula menyebabkan kekeruhan air sehingga membatasi penetrasi cahaya pada proses fotosintesis dan visibilitas diperairan. Penentuan TSS menggunakan metode gravimetri dengan prinsip bahwa sampel disaring menggunakan kertas saring yang telah ditimbang sebelumnya. Kertas saring yang telah ditimbang tersebut kemudian dikeringkan pada suhu 103-105 °C hingga beratnya konstan. Kenaikan berat kertas saring mewakili berat *Total Suspended Solid*.

**Tabel 4.** Data Hasil analisis parameter TSS

Waktu Kontak (menit)	Volume Sampel (mL)	Nilai TSS (mg/L)		Presentase Penurunan (%)	
		Arang Aktif	Arang Tanpa Aktivasi	Arang Aktif	Arang Tanpa Aktivasi
30	50	390	546	72,9	62,1
60	50	386	540	73,2	62,5
90	50	334	412	76,8	71,4
120	50	342	562	76,25	60,9

Dari hasil penelitian dan pengolahan data yang ditampilkan pada Tabel 4, presentase penurunan TSS dari arang aktif dan arang tanpa aktivasi terjadi pada waktu kontak 90 menit. Presentase penurunan TSS dari arang aktif yaitu 76,8%. Presentase penurunan TSS dari arang tanpa aktivasi yaitu 71,4%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu kontak maka presentase penurunan TSS juga akan semakin tinggi. Presentase penurunan TSS menurun

pada waktu kontak 120 menit, hal ini disebabkan adsorben tidak dapat lagi menyerap adsorbat karena telah melewati titik jenuh sehingga mengalami proses desorpsi.

## Kesimpulan

Karakteristik arang aktif cangkang biji ketapang berdasarkan kadar abu, kadar air, daya serap terhadap I<sub>2</sub> dan daya serap terhadap metilen biru masing-masing sebesar 2,10%, 5%, 761,4 mg/g dan 26,74 m<sup>2</sup>/g. Adsorpsi optimum COD terjadi pada waktu kontak 90 menit dengan presentase penurunan sebesar 22,6%. Sedangkan waktu kontak optimum adsorpsi kadar TSS adalah pada waktu kontak 90 menit dengan presentase penurunan sebesar 76,8%.

## Daftar Pustaka

1. Harmayani, E., Rahayu, S. E., Djaafar, F. T., Sari, A. C. & Marwati, T. 2009. Pemanfaatan Kultur *Pediococcus Acidalactici* F-11 Penghasil Bakteriosin Sebagai Penggumpal Pada Pembuatan Tahu. *Jurnal Penelitian*. UGM. Vol 6(1), 10-20.8 <https://dx.doi.org/10.21082/jpasca.v6n1.2009.10-20>
2. Rahayu, S. E. 2012. *Teknologi Proses Produksi Tahu*. Yogyakarta : Kanisius.
3. Kurnianto, E. 2017. Pengolahan Limbah Cair Tahu Dengan Penambahan kitosan Pada Reaktor Anaerob Dengan Variasi Waktu Tinggal. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*. Pontianak : Prodi Teknik Lingkungan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. <http://dx.doi.org/10.26418/jtlb.v5i1.18405>
4. Pujiastuti, P. 2009. Perbandingan Efisiensi Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Secara Aerasi; Flokulasi; Biofilter Anaerob Dan Biofilter Anaerob-Aerob Ditinjau Dari Parameter BOD5 Dan COD. *Jurnal Ilmiah Biologi Dan Kesehatan*. 2(1): 52-63. <https://www.e-jurnal.com/2014/11/perbandingan-efisiensi-teknologi.html?m=1>
5. Nastiti, S. L., Yuliani. & Fitrihidajati, H. 2015. Pemanfaatan Arang Aktif Limbah Kulit Kacang Kedelai (*Glycine max*) dalam Meningkatkan Kualitas Limbah Cair Tahu. FMIPA, Universitas Negeri Surabaya. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/article/view/10892/9844>
6. Kasam, K. 2005. Penurunan COD (Chemical Oxygen Demand) dalam limbah cair laboratorium menggunakan filter karbon aktif arang tempurung kelapa. *Logika*. Vol.2. No.2 Jurusan Teknik Lingkungan FTSP UII. <https://doi.org/10.20885/LOGIKA.VOL2.ISS2.ART1>
7. Goa, A., Gauru. I., Solo. A., & Mere, J. 2015. Pembuatan Filter Ganda Mangan-Zeolit Dan Arang Aktif Tempurung Lontar Asal NTT Untuk Menurunkan Kadar Logam Fe Dan Mn Dalam Limbah Cucian Mangan Di Desa Noebesa Kabupaten Timor Tengah Selatan. Kupang: Jurusan Kimia, Fakultas Sains Dan Teknik, Universitas Nusa Cendana.
8. Alaerts, G., & Santika, S. S. 1984. *Metode Penelitian Air Usaha Nasional*. Surabaya: Hal.309.
9. Widhianti, D. W. 2010. Pembuatan arang aktif dari biji kapuk (*ceiba pentandra* L.) sebagai adsorben zat warna Rodhamin B. *Skripsi*. Universitas Airlangga. <http://repository.unair.ac.id/id/eprint/25971>

## Metodologi

### Preparasi Arang Aktif Cangkang Biji Ketapang (*Terminalia cattapa* L.)

Preparasi arang aktif cangkang biji ketapang diawali dengan pengumpulan buah ketapang yang diperoleh dari Desa Umanen Lawalu, Kecamatan Malaka Tengah, Kabupaten Malaka, Nusa Tenggara Timur. Buah ketapang tersebut kemudian dilakukan pemisahan sisa kulit buah dan juga biji dari cangkangnya. Setelah itu, dicuci terlebih dahulu menggunakan air bersih hingga kotoran yang menempel di cangkang biji ketapang hilang. Kotoran yang menempel berupa tanah ataupun pasir. Cangkang biji ketapang yang telah dibersihkan kemudian dijemur di bawah sinar matahari untuk menghilangkan sebagian kandungan air yang masih terdapat di dalam cangkang biji ketapang. Sebanyak 1 kg cangkang biji ketapang yang telah kering, dibakar dalam tungku pengarangan menghasilkan arang sebanyak 900 g.

### Aktivasi Arang dengan larutan HCl

Adsorben yang dihasilkan kemudian direndam dalam larutan HCL 3M selama 24 jam. Sampel kemudian disaring dengan kertas saring dan dicuci dengan aquades hingga pH 7. Kemudian sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 150°C selama 2 jam.

### Karakteristik Arang Aktif

#### Penentuan Kadar Air

Sebanyak 2,0 gram arang aktif dimasukkan ke dalam cawan porselin, selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C selama 2 jam, selanjutnya dimasukkan ke dalam desikator, kemudian ditimbang hingga diperoleh berat konstan dan ditentukan kadar airnya<sup>9</sup>.

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{berat arang aktif (sebelum - sesudah) pemanasan}}{\text{berat arang aktif sebelum pemanasan}} \times 100\%$$

#### Penentuan kadar Abu

Cawan yang telah berisi 2,0 gr arang aktif pada penentuan kadar air, digunakan untuk mengukur kadar abu dengan cara cawan porselin dimasukkan dalam tanur dengan suhu 600°C selama 1 jam. Selanjutnya didinginkan dalam desikator dan ditimbang hingga diperoleh berat konstan<sup>9</sup>.

$$\text{kadar abu (\%)} = \frac{\text{berat abu setelah ditanur}}{\text{berat sampel sebelum ditanur}} \times 100\%$$

### Uji Daya Serap Terhadap I<sub>2</sub>

Sampel karbon aktif yang telah kering oven ditimbang sebanyak ± 0.25 g dan dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer. Kemudian sampel tersebut diberi 25 mL larutan iodium

0.1 N, selanjutnya diaduk dengan menggunakan magnetic stirrer selama  $\pm 15$  menit. Larutan yang telah diaduk kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring dan hasilnya dipipet 10 mL untuk titrasi menggunakan larutan thiosulfat 0.1 N. Selanjutnya ditambahkan 1 tetes amilum 1% kemudian dititrasi. Titrasi dilakukan hingga larutan sampel berubah warna menjadi bening.

Rumus perhitungan daya serap terhadap  $I_2$ :

$$\text{Daya Serap Iod (mg/g)} = \frac{(V_1 - V_2) \times N \times 126,9 \times fp}{W}$$

dimana :

$V_1$  = Volume larutan natrium tiosulfat 0,1 N awal, mL

$V_2$  = Volume larutan natrium tiosulfat 0,1 N akhir, mL

$N$  = Normalitas larutan natrium tiosulfat

$W$  = Berat arang aktif, g

126,9 = Berat atom dari iodium

$fp$  = Faktor pengenceran

#### Penentuan Luas Permukaan Arang Aktif

Untuk menentukan luas permukaan arang aktif, dilakukan dengan mengukur panjang gelombang 500-700 nm. Kemudian dibuat kurva standar metilen biru dengan variasi konsentrasi 2,5 ; 3,0 ; 3,5 ; 4,0 ; 4,5 ppm pada panjang gelombang maksimum. Sebanyak 0,1 gram arang aktif dicampur dengan 15 ml larutan metilen biru 50 ppm dan dilakukan pengadukan dengan variasi waktu (30, 35, 40, 45 dan 50 menit). Campuran disaring kemudian diukur absorbansinya. Konsentrasi metilen teradsorpsi yang digunakan untuk menghitung luas permukaan arang aktif, menggunakan persamaan :

$$S = \frac{Xm \times N \times a}{Mr}$$

Dimana :

$S$  : Luas permukaan arang aktif ( $m^2/g$ )

$Xm$  : Jumlah metilen biru teradsorpsi tiap gram adsorben ( $mg/g$ )

$N$  : Bilangan Avogadro ( $6,002 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ )

$a$  : Luas permukaan satu molekul metilen biru ( $197 \times 10^{-20} \text{ m}^2$ )

$Mr$  : Berat Molekul metilen biru (320,5 g/mol)

## Penentuan Luas Permukaan Arang Aktif dengan Metode Metilen Biru

Penentuan luas permukaan arang menggunakan metode adsorpsi metilen biru, melalui beberapa tahap-tahap sebagai berikut :

### *Penentuan panjang gelombang maksimum*

Untuk menentukan panjang gelombang maksimum metilen biru, dibuat larutan standar metilen biru 2 ppm sebanyak 10 mL, kemudian absorbansinya diukur pada panjang gelombang antara 500-700 nm dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

### *Pembuatan kurva standard*

Kurva metilen biru dibuat dengan mengukur absorbansi larutan metilen biru dengan konsentrasi 2, 3, 4, 5 dan 6 ppm pada panjang gelombang maksimum.

### *Penentuan luas permukaan adsorben*

Untuk penentuan luas permukaan digunakan 0,1 g arang aktif cangkang biji ketapang ditambahkan kedalam 15 mL larutan metilen biru 50 ppm, kemudian distirrer dengan variasi waktu kontak 30, 35, 40, 45 dan 50 menit. Larutan hasil pengadukan disaring dan filtratnya dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum. Luas permukaan karbon aktif ditentukan dari jumlah metilen biru yang diadsorpsi (g/g), dengan menggunakan persamaan :

$$S = \frac{\frac{x}{m} \times N \times a}{Mr}$$

Keterangan :

S : Luas permukaan (m<sup>2</sup>/g)

x/m : gram metilen biru teradsorpsi per gram adsorben (g/g)

N : Bilangan avogadro (6.022×10<sup>23</sup> mol<sup>-1</sup>)

a : Luas 1 molekul metilen biru (197×10<sup>-20</sup>m<sup>2</sup>)

Mr : Berat molekul metilen biru (319,86 g/mol) (Widihati *et al*, 2012).

## Uji Kemampuan Arang Aktif Sebagai Adsorben Limbah Cair Tahu

### *Penentuan Waktu Kontak Optimum Arang Aktif*

Pipet 100 mL sampel limbah cair tahu kedalam masing-masing erlenmeyer 250 mL. kemudian ditambahkan kedalam masing-masing erlenmeyer tersebut 0,5 g arang aktif, dan

distirrer selama 30 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit. Lalu disaring, filtrat pada masing-masing bagian dibagi menjadi dua bagian untuk pengujian COD dan TSS.

### Pengujian Parameter Limbah

#### *Analisis COD Limbah Cair Tahu (SNI 06-6989.15-2004)*

Penentuan kadar COD ini dilakukan dengan metode refluks terbuka. Adapun langkah-langkahnya yakni dipipet 10 mL sampel limbah cair tahu dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL, ditambahkan dengan 0,2 g serbuk HgSO<sub>4</sub>, 5 mL K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 0,25 N dan 15 mL Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Lalu dikocok perlahan-lahan hingga homogen. Larutan dimasukkan ke dalam labu refluks dan direfluks selama 2 jam. Lalu didinginkan. Setelah didinginkan, larutan diencerkan dalam labu 100 mL dan dihomogenkan. Diambil 10 mL dimasukkan ke dalam Erlenmeyer, ditambahkan 3 tetes indikator ferroin dan dititrasi dengan larutan standar FAS 0,1 N. Titrasi akan dihentikan ketika warna hijau-biru berubah menjadi warna merah kecoklatan. Larutan blanko dibuat dengan menggunakan 10 mL aquades ditambahkan dengan semua reagen, kemudian direfluks dengan cara yang sama.

Perhitungan kadar COD menggunakan rumus :

$$\text{Kadar COD (mg/L)} = \frac{(A - B) \times N \times 8000 \times fp}{\text{mL sampel}}$$

- Keterangan :

A : mL titran blanko

B : mL titran sampel

N : normalitas

fp : pengenceran

- Perhitungan setelah perlakuan

$$\text{COD} = \frac{(\text{COD awal} - \text{COD akhir}) \times 100\%}{\text{COD awal}}$$

#### *Penentuan kadar TSS (SNI 06-6989.3-2004)*

Penentuan kadar TSS dilakukan dengan 2 tahap yaitu tahap pertama menghitung berat kertas saring kosong dan tahap kedua menghitung berat kertas saring berisi sampel. Tahap pertama kertas saring dicuci dengan aquades sebanyak 3 kali dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam. Kemudian kertas saring didinginkan pada desikator selama 15

menit. Lalu kertas saring ditimbang menggunakan timbangan analitik hingga diperoleh berat konstan (B). Tahap kedua kertas saring hasil pengeringan disiapkan untuk menyaring sampel pada alat penyaring. Diambil 50 mL sampel limbah cair tahu lalu disaring. Dimana hasil penyaringan berupa filtrat dan residu. Untuk residunya, diangkat kertas saring secara hati-hati kemudian dikeringkan pada suhu 15 menit lalu ditimbang hingga didapatkan berat konstan (A).

- Perhitungan kadar TSS menggunakan rumus :

$$\text{Kadar TSS (mg/l)} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{volume sampel, L}}$$

- Keterangan :

A : berat kertas saring + residu sesudah pengeringan (mg)

B : berat kertas saring kosong setelah pengeringan (mg)

- Perhitungan setelah perlakuan

$$\text{TSS} = \frac{(\text{TSS awal} - \text{TSS akhir}) \times 100\%}{\text{TSS awal}}$$