

Reduksi *Total Suspended Solid* dari Limbah Cair Tahu dengan Adsorban Sabut Kelapa Pada *Batch System*: Pendekatan *Response Surface Method*

M. Anggi Pramana¹, Monik Kasman^{1*}

¹Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Batanghari, Jl. Slamet Riyadi, Broni, Jambi

*e-mail: emka_engineer@yahoo.com

ABSTRACT

Tofu wastewater from the tofu industry includes the process of washing soybeans, the use of tools, washing the floor, and cooking as well as the solution of the remaining soaking soybean. Concentration of tofu wastewater pollutant in particular total suspended solid (TSS) exceeds the quality standard of wastewater that has been stipulated in the Minister of Environment Regulation no. 5 of 2014. In this study, tofu wastewater treatment is carried out by the adsorption process in the batch system. Adsorbent used is coconut fiber. Analysis of the influence of independent variables, namely adsorbent weight, stirring speed and contact time on TSS adsorption was carried out using the response surface method approach. Adsorption process can reduce TSS from tofu wastewater to the range of 52-370 mg/L. The independent variable that most influences the dependent variable based on statistical analysis is contact time. The optimum TSS adsorption conditions based on analysis using the Design Expert 11 Application were reached at 40 minutes contact time.

Keywords : Adsorption; coconut fiber; response surface method; tofu wastewater; TSS

1. Pendahuluan

Limbah cair tahu bersumber dari proses pembuatan tahu di industri tahu berupa cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu yang disebut dengan air dadih. Sumber limbah cair lainnya berasal dari pencucian kedelai, proses penggunaan alat, pencucian lantai, dan pemasakan serta larutan bekas rendaman kedelai yang masih tersisa (Potter et.al, 1994). Pada tahun 2016 tercatat sebanyak 7 unit usaha industri tahu di Kota Jambi dengan total 44 orang tenaga kerja (BPS Provinsi Jambi, 2016). Unsur pencemar yang terdapat dalam limbah cair tahu diantaranya adalah BOD, COD, TSS, dan pH. Berdasarkan Permen LH No.5 Th.2014, kadar batas pencemar BOD, COD, TSS, dan pH secara berurut adalah 150 mg/l, 300 mg/l, 200 mg/l, dan 6-9. Kuantitas air limbah maksimum adalah 20 mg/ton.

Beberapa penelitian pengolahan limbah cair tahu telah dilakukan. Pohan (2008) menganalisa limbah cair tahu dengan metode biofilter aerobik, kondisi optimum reduksi dilakukan selama 42 hari, hasil menunjukkan COD tereduksi sebesar 61,4%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengolahan biologis yang efektif membutuhkan waktu kontak yang lama.

Sementara itu, Nafi'ah (2016) menganalisis kinetika adsorpsi Pb (II) dengan adsorban arang aktif dari sabut siwalan, dari analisis ini menunjukkan bahwa waktu kontak optimum terjadi pada menit ke-30 mendapatkan hasil dengan kapasitas adsorpsi sebesar 23%. Yuningsih, dkk (2016) menganalisa pengaruh aktivasi arang aktif dari tongkol jagung dan tempurung kelapa terhadap luas permukaan dan daya serap iodine, dimana hasil penelitian menunjukkan pada karbon aktif yang diaktivasi secara fisika menggunakan aktivator KOH pada suhu 600°C selama 4 jam, dengan penyerapan sebesar 53%.

Salah satu jenis adsorban yang digunakan dalam adsorpsi adalah sabut kelapa. Sabut kelapa terdiri dari serat dan kulit

luar kelapa yang menghubungkan satu serat dengan serat lainnya. Berdasarkan karakteristik dan kemampuan sabut kelapa sebagai adsorban dari beberapa penelitian sebelumnya mendorong dilakukan penelitian ini. Efektifitas sabut kelapa sebagai adsorban terhadap adsorpsi pencemar pada limbah cair tahu serta faktor-faktor yang mempengaruhinya menjadi tujuan utama dari penelitian ini. Pada penelitian ini, pembahasan dibatasi pada parameter *Total Suspended Solid* (TSS). Analisis dilakukan melalui pendekatan statistik menggunakan aplikasi *Design Expert 11* dengan metode respon *Surface Methodology*.

2. Metode Penelitian

2.1. Pembuatan Adsorban

Sabut kelapa dicuci dengan air untuk menghilangkan kotoran hingga bersih. Sabut kelapa yang telah dicuci kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari. Potong sabut kelapa sesuai dengan ukuran panjang ditentukan yaitu, 1-2 cm, 2-4 cm, dan 4-6 cm. Simpan ditempat yang kedap udara.

2.2. Sampel limbah cair tahu

Sampel limbah cair tahu diambil dari Pabrik tahu berlokasi pada Jl. Beradat No.111 RT.16 Kel.Alam Barajo, Simpang Rimbo, Kota Jambi. Sumber air baku yang digunakan oleh industri tahu tersebut berasal dari sumur bor.

2.3. Desain Eksperimen

Variable bebas dalam penelitian ini adalah berat adsorban, kecepatan pengadukan dan waktu kontak. Eksperimen dilakukan secara *batch*, dengan variasi eksperimen seperti yang terlihat di tabel 1. Efektivitas sabut kelapa dalam mengadsorpsi parameter pencemar dianalisis berdasarkan pengaruh variabel bebas terhadap konsentrasi akhir sampel limbah cair tahu setelah proses adsorpsi.

Tabel 1. Variasi eksperimen

No	Berat adsorban	Kecepatan Pengadukan	Waktu Kontak
1	0,5	90	30
2	1	90	30
3	1,5	90	30
4	2	90	30
5	2,5	90	30
6	0,5	50	90
7	0,5	60	90
8	0,5	70	90
9	0,5	80	90
10	0,5	90	90
11	0,5	90	30
12	0,5	90	45
13	0,5	90	60
14	0,5	90	75
15	0,5	90	90

Eksperimen dilakukan dengan memasukkan 500 ml sampel pada gelas piala (beaker) kapasitas 1000 ml. Adsorban ditambahkan sesuai kebutuhan dengan kecepatan dan waktu kontak mengacu pada variasi eksperimen. Pengadukan dilakukan dengan menggunakan flokulator JT-06300 pada suhu ruang. Kemudian, sampel diambil untuk dianalisis. Pengujian sampel mengacu pada standar nasional Indonesia (SNI). Analisis konsentrasi parameter pencemar mengacu pada Permen LH No. 5 Tahun 2014 yaitu, pH, COD, BOD, dan TSS. Hasil pengujian dibandingkan dengan Permen LH No.5 Th. 2014. Analisis menggunakan pendekatan statistik dengan *Respond Surface Methodology*. *Software* yang digunakan adalah Design Expert 11®Stat-Ease, Inc.Minneapolis, USA.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Karakteristik limbah cair tahu

Uji awal karakteristik limbah cair tahu dilakukan untuk mengetahui karakteristik awal parameter fisika dan kimia. Adapun hasil analisis parameter awal limbah cair tahu di pabrik tersebut dapat dilihat di tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2 tersebut dapat diketahui bahwa konsentrasi pencemar limbah industri tahu melebihi baku mutu air limbah yang telah ditetapkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 5 tahun 2014. Konsentrasi TSS sebesar 470 mg/L, menyebabkan warna limbah cair putih keruh dan berbau.

3.2. Analisis statistik adsorpsi sabut kelapa pada reduksi TSS limbah cair tahu.

Hasil desain statistik yang dibuat menggunakan *software* Design Expert^R 11 (*Stat Ease*). Metode rancangan yang digunakan yaitu *Response Surface Method box-behnken*. Pada analisis ini terdapat hasil *lack of fit* yaitu pengujian ketepatan model untuk suatu fungsi. Hasil eksperimen dapat dilihat di tabel 3.

Tabel 2 Karakteristik uji awal limbah cair tahu

Parameter	Satuan	Hasil Analisis	Baku Mutu *
pH	-	4.53	6-9
BOD	Mg/L	543	150
COD	Mg/L	768	300
TSS	Mg/L	470	200

*Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 5 tahun 2014

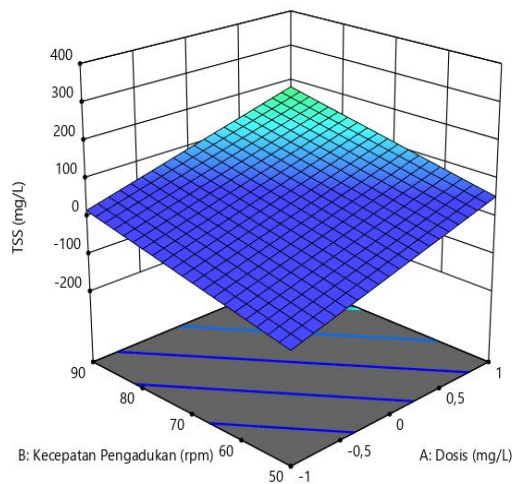
Tabel 3. Hasil eksperimen

No	A Berat Adsorban mg/L	B Kecepatan Pengadukan RPM	C Waktu Kontak menit	R4 TSS mg/L
1	0,5	90	30	146
2	1	90	30	180
3	1,5	90	30	206
4	2	90	30	238
5	2,5	90	30	258
6	0,5	50	90	73
7	0,5	60	90	65
8	0,5	70	90	120
9	0,5	80	90	57
10	0,5	90	90	370

11	0,5	90	30	77
12	0,5	90	45	52
13	0,5	90	60	54
14	0,5	90	75	170
15	0,5	90	90	95

Pabel 3, dapat disimpulkan bahwa berat adsorban, kecepatan pengadukan dan waktu kontak berpengaruh pada proses adsorpsi pencemar TSS. Konsentrasi TSS tereduksi setelah proses adsorpsi. Lebih jelasnya pengaruh berat adsorban, kecepatan pengadukan dan waktu kontak diilustrasikan pada gambar 1 dan gambar 2.

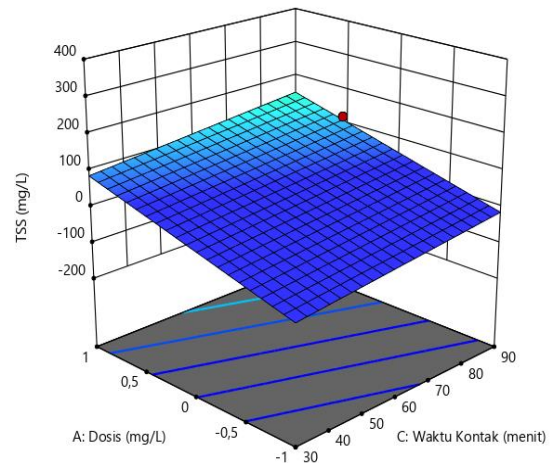
Pada gambar 1 disimpulkan bahwa dosis (Berat) dan kecepatan pengadukan berpengaruh terhadap adsorpsi limbah cair tahu. Hal ini diindikasikan dengan semakin besar dosis (Berat) dan semakin besar kecepatan pengadukan maka semakin besar penyerapan pada parameter TSS.



Gambar 1. Pengaruh berat adsorban dan kecepatan pengadukan terhadap reduksi TSS.

Pada gambar 2 disimpulkan bahwa dosis (Berat) dan waktu kontak berpengaruh terhadap adsorpsi limbah cair tahu. Hal ini diindikasikan dengan semakin besar dosis dan

semakin lama waktu kontak maka semakin besar penyerapan pada parameter TSS. Penyerapan maksimum TSS terjadi pada dosis (Berat) adsorban 0,5 gram dan waktu kontak 40 menit.



Gambar 2. Pengaruh berat adsorban dan waktu kontak terhadap reduksi TSS.

Berdasarkan analisis statistik dengan pendekatan *response surface method*, model yang sesuai untuk fungsi adsorpsi TSS adalah linear. Pada tabel 4 dan tabel 5 dijelaskan bahwa pemilihan model linear berdasarkan P-value **0,0104**, lack of fit P-value = **0,7675**, adjusted R² = **0,4009** dan predicted R² = **0,1035** dengan keterangan *Suggested* (model yang disarankan).

Tabel 4. Fit Summary

Source	Sequential p-value	Lack of Fit p-value	Adjusted R ²	Predicted R ²	
Linear	0,0104	0,7675	0,4009	0,1035	Suggested
2FI		0,7675			Aliased

Tabel 5. Lack of Fit Tests

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Linear	31569,13	9	3507,68	0,5991	0,7675	Suggested
2FI	31569,13	9	3507,68	0,5991	0,7675	Aliased
Pure Error	40986,50	7	5855,21			

Tabel 6, *analysis of variance for linear model*, F-value bernilai 5,24 yang mengindikasikan bahwa model persamaan linear ini signifikan karena F-value yang dihitung lebih besar dari F Tabel yaitu 2,43. Hanya ada kemungkinan 2,81 % bahwa F-value lebih besar dari F Tabel sehingga hipotesis diterima. Oleh karena itu dapat dibuktikan bahwa ada

pengaruh antara variabel bebas dengan variabel terikat dalam proses adsorpsi.

F-value dapat berubah karena gangguan sebesar 2,81%. P-value yang kurang dari 0,0500 menunjukkan variabel bebas yang signifikan atau bernilai signifikan. Nilai lebih besar dari 0,1 menunjukkan variabel bebas tidak signifikan. Jika ada banyak variabel bebas yang tidak signifikan maka

variabel tersebut dapat direduksi untuk mengoptimalkan persamaan model.

Berdasarkan hasil analisis didapatkan koefisien untuk model persamaan sebagaimana ditampilkan di tabel 7, model

persamaan dari adsorpsi limbah cair tahu dengan sabut kelapa adalah:

$$TSS = +37,11 + 82,41 A + 63,93 B + 32,05 C$$

Tabel 6. Anova for Linear model

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	71255,32	3	23751,77	5,24	0,0104	significant
A-Dosis	44141,68	1	44141,68	9,73	0,0066	
B-KecepatanPengadukan	15627,31	1	15627,31	3,45	0,0819	
C-WaktuKontak	7420,47	1	7420,47	1,64	0,2191	
Residual	72555,63	16	4534,73			
Lack of Fit	31569,13	9	3507,68	0,5991	0,7675	not significant
Pure Error	40986,50	7	5855,21			
Cor Total	1,438E+05	19				

Tabel 7 Coefficients in Terms of Coded Factors

Factor	Coefficient Estimate
Intercept	37,11
A-Dosis	82,41
B-Kecepatan Pengadukan	63,93
C-Waktu Kontak	32,05

4. Kesimpulan

Sabut Kelapa telah teruji mereduksi limbah pencemar melalui sistem adsorpsi. Variabel bebas yang paling berpengaruh terhadap variabel terikat berdasarkan analisis statistik adalah waktu kontak. Kondisi optimum adsorpsi TSS berdasarkan analisis menggunakan Aplikasi *Design Expert* 11 tercapai pada waktu kontak 40 menit.

Daftar Pustaka

Azmi, Muhammad., HS, Edward., dan Andrio, David. (2016). Pengolahan Limbah cair tahu Menggunakan Tanaman *Typha latifolia* dengan Metode *Constructed Wetland*. *Jom Fakultas Teknik*.**3(2)**, 1-5.

Dewi, Shinta dkk.(2012). Sabut Kelapa Sebagai Penyerap Cr (VI). *Jurnal Teknik Waktu* Volume 10 Nomor 01- Januari 2012-ISSN : 1412-1867.

Karakteristik Limbah Pencemar. (2018). Parameter Pencemar Limbah. Dipetik pada tanggal 27 Desember 2018 dari *Indonesian Public Health*: <http://www.indonesian-publichealth.com>.

Kasman, M. (2010).*Adsorption of Heavy Metal from Industrial Wastewater*.Final Report for IPPP Grant.University of Malaya.

Kementerian Lingkungan Hidup. (2014). *Permen LH No. 05/PRT/ M/ 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah*. Jakarta: KemenLH.

Nafi'ah, Rohmatun. (2016). Kinetika Adsorpsi Pb (II) Dengan Adsorben Arang Aktif Dari Sabut Siwalan.*Jurnal Farmasi Sains dan Praktis*. **1(2)**, 28-37.

Pohan, Nurhasmawaty. (2008). Pengolahan Limbah cair tahu Dengan Proses Biofilter Aerobik.Tesis. Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara. Medan.

Sabut Kelapa (2018). Deskripsi Sabut Kelapa. Dipetik pada tanggal 20 Desember 2018 dari *Wikipedia* : <http://www.id.wikipedia.com>.

Wahjudi, Didik. (1999). Aplikasi Metode Response Surface Untuk Optimasi Kualitas Warna Minyak Goreng. **1(1)**.

Widayanti, Selma. (2018). Aplikasi *Response Surface Methodology* (RSM) Untuk Meningkatkan Kuat Tekan *Paving Block* Dengan Campuran Abu Sekam Padi. Tugas Akhir. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram. Mataram.

Yuningsih, Mukmilah, Lela., Mulyadi, Dikdik., dan Kurnia, A. Jaka. (2016). Pengaruh Aktivasi Arang Aktif dari Tongkol Jagung dan Tempurung Kelapa Terhadap Luas Permukaan dan Daya Jerap Iodin.*Penelitian dan Pengembangan Ilmu Kimia*.**2(1)**, 30–34.