

## ANALISIS PENGARUH ADSORBEN LIMBAH KULIT KOPI PERTANIAN JEMBER PADA PROSES ADSORPSI LOGAM TEMBAGA (Cu)

**Noven Pramitasari, Yeny Dhokhikah, Yuliana Sukarmawati, dan  
Audiananti Meganandi Kartini**

*Program Studi Teknik Lingkungan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik,  
Universitas Jember, Jl. Kalimantan No. 37, Jember, 68121, Indonesia  
E-mail: [novenpramitasari@unej.ac.id](mailto:novenpramitasari@unej.ac.id)*

### ABSTRAK

*Suatu aktivitas industri termasuk industri pertanian dapat menimbulkan dampak, baik dampak positif ataupun negatif. Salah satu dampak negatif yang ditimbulkan dari aktivitas industri adalah permasalahan limbah padat yang dihasilkan. Salah satu limbah padat yang dihasilkan oleh industri pertanian adalah kulit kopi. Penelitian ini merupakan penelitian awal dalam pemanfaatan limbah padat industri pertanian yang ada di Kabupaten Jember sebagai material adsorben untuk menyerap limbah cair yang mengandung logam berat Cu. Limbah padat yang digunakan sebagai adsorben adalah limbah kulit kopi. Adsorben dari kulit kopi merupakan salah satu material potensial yang dapat dikembangkan dan telah terbukti dapat menyerap logam berat. Terdapat dua tahapan dalam penelitian ini yaitu tahap adsorpsi dan tahap uji Univariate Two Way Anova menggunakan bantuan software SPSS. Pada tahap adsorpsi, dilakukan proses adsorpsi dengan waktu kontak 30, 60, dan 90 menit, dan kecepatan pengadukan 100, 200, dan 300 RPM. Pada tahap uji Univariate Two Way Anova, data yang dihasilkan terlebih dahulu harus memenuhi uji prasyarat sebagai data terlebih dahulu diuji dengan uji normalitas dan homogenitas data. Uji normalitas menggunakan uji Kolmogorov Smirnov sedangkan uji homogenitas menggunakan levene test. Setelah itu kemudian dilanjutkan dengan uji Univariate Two Way Anova dan uji pos hoc. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis proses adsorpsi logam tembaga (Cu) menggunakan adsorben dari limbah kulit kopi, dan menganalisis pengaruh waktu kontak dan kecepatan pengadukan pada proses adsorpsi. Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa (1) proses adsorpsi logam tembaga (Cu) menggunakan adsorben yang terbuat dari limbah kulit kopi terbukti dapat menurunkan konsentrasi Cu, dan (2) terdapat pengaruh yang signifikan pada semua variabel waktu kontak dan kecepatan pengadukan kecuali antara kecepatan pengadukan 100 RPM dan 300 RPM.*

*Kata kunci: Adsorben, adsorpsi, anova, Cu, kopi.*

### ABSTRACT

*The industrial activity including the agricultural industry can have an impact, both positive and negative impacts. One of the negative impacts caused by industrial activities is the problem of solid waste produced. One of the solid wastes produced by the agricultural industry is coffee skin. This research is an initial study in the utilization of agricultural industrial solid waste in Jember Regency as an adsorbent material to absorb liquid waste containing heavy metals Cu. Solid waste that is used as an adsorbent is coffee skin waste.*

*Coffee skin adsorbent is one of the potential materials that can be developed and has been proven to absorb heavy metals. There are two steps in this research, namely the adsorption stage and the Univariate Two Way Anova test using SPSS. In the adsorption stage, the adsorption process is carried out with contact times of 30, 60 and 90 minutes, and stirring speeds of 100, 200, and 300 RPM. In the Univariate Two Way Anova test, the data generated must first fulfill the prerequisite test as the data is first tested by normality and homogeneity test. The normality test uses the Kolmogorov Smirnov while the homogeneity test uses the Levene test. After that, it was followed by the Univariate Two Way Anova test and the post hoc test. This study aims to analyze Cu adsorption process using adsorbents from coffee skin waste, and analyze the effect of contact time and stirring speed on the adsorption process. Based on the results of research and discussion, it can be concluded that (1) Cu adsorption process using adsorbents made from coffee skin waste has been proven to reduce Cu concentration, and (2) there is a significant effect on all contact time variables and stirring speeds except between stirring speed of 100 RPM and 300 RPM.*

*Keywords: Adsorbent, adsorption, anova, coffee, Cu.*

## 1. PENDAHULUAN

Kabupaten Jember memiliki beberapa industri pertanian potensial yang dapat meningkatkan perekonomian sekaligus menjadi ciri khas daerah. Salah satu industri pertanian yang ada adalah industri pertanian kopi. Aktivitas industri termasuk industri pertanian selalu memiliki dampak baik dampak positif maupun negatif. Dampak positif bisa berupa pertumbuhan ekonomi yang ada di masyarakat. Selain memiliki dampak positif, aktivitas industri juga menimbulkan dampak negatif. Salah satu dampak negatif dari adanya industri pada suatu daerah adalah permasalahan lingkungan berupa limbah yang dihasilkan dari proses industri tersebut (Park, Egilmez and Kucukvar, 2016).

Salah satu limbah padat yang dihasilkan oleh industri pertanian adalah kulit kopi. Limbah kulit kopi ini dihasilkan dari proses pengupasan kulit buah kopi (*pulping*) dan pengupasan kulit kering (Widyotomo, 2013). Salah satu cara mengatasi permasalahan limbah kulit kopi adalah dengan memanfaatkan limbah tersebut sebagai bahan alternatif pembuatan adsorben. Pembuatan adsorben dari limbah kulit kopi dapat dimanfaatkan untuk proses adsorpsi limbah cair dengan cara menghilangkan polutan kimia tertentu. Adsorben dari limbah kulit kopi dipilih karena potensi keberadaannya dalam jumlah yang besar, ekonomis dan memiliki afinitas yang baik sebagai adsorben terutama untuk penyerapan zat warna dan logam berat pada limbah cair (Adegoke and Bello, 2015).

Adsorben dari limbah kulit kopi dapat dimanfaatkan untuk mengadsorpsi logam berat, misalnya logam berat tembaga (Cu). Tembaga bersifat racun bagi makhluk hidup. Jika manusia terpapar logam Cu dalam waktu yang lama maka akan terjadinya akumulasi bahan-bahan kimia tersebut di dalam tubuh manusia. Paparan logam Cu ini juga dapat menimbulkan keracunan akut dan keracunan kronis. Pada keracunan akut, gejala yang ditimbulkan pada manusia adalah muntah, mual, sakit perut, hemolisis, nefrosis, dan kejang. Pada keracunan kronis, Cu tertimbun dalam hati dan menyebabkan hemolisis (Kundari, dkk, 2008).

Adsorpsi merupakan proses akumulasi substansi pada permukaan antara dua fase. Metode pengolahan adsorpsi sering digunakan dalam pengolahan air limbah karena memiliki selektifitas yang tinggi, sedikit menghasilkan produk samping seperti lumpur kimia dan dapat diregenerasi. Material yang mengadsorpsi disebut adsorben sedangkan material yang teradsorpsi disebut adsorbat (Musin, 2013).

Proses adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah waktu kontak dan kecepatan pengadukan. Pengaruh waktu kontak dan kecepatan pengadukan dapat dianalisis menggunakan uji Univariate Two Way Anova. Uji Univariate Two Way Anova digunakan karena variabel penelitian ini terdiri dari 2 variabel bebas dan 1 variabel terikat. Adapun tujuan penelitian ini adalah menganalisis proses adsorpsi logam tembaga (Cu) menggunakan adsorben dari limbah kulit kopi, dan menganalisis pengaruh waktu kontak dan kecepatan pengadukan pada proses adsorpsi.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisik, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Jember. Bahan-bahan yang digunakan di penelitian ini adalah kulit kopi, aquadest,  $\text{CuSO}_4$ , kertas saring. Adapun alat penelitian yang digunakan adalah erlenmeyer, beker gelas, *waterbath shaker*, oven, cawan petri, neraca analitik, indikator pH, spektrofotometer, desikator.

### 2.2. Tahapan Penelitian

Terdapat 3 tahapan dalam penelitian ini yaitu tahap pembuatan adsorben, tahap adsorpsi dan tahap uji Univariate Two Way Anova.

Pada tahap adsorpsi, adsorben yang telah dihasilkan kemudian di masukkan kedalam larutan dengan konsentrasi Cu sebesar 100 mg/L. Tahap adsorpsi dilakukan pada waktu kontak 30, 60, dan 90 menit, dan kecepatan pengadukan 100, 200, dan 300 RPM.

Pada tahap uji Univariate Two Way Anova, data yang dihasilkan terlebih dahulu harus memenuhi uji prasyarat sebagai data yang bisa diujikan menggunakan Anova. Adapun uji prasyarat yang harus dilakukan adalah uji normalitas dan homogenitas data. Uji normalitas menggunakan uji Kolmogorov Smirnov sedangkan uji homogenitas menggunakan *levne test*. Setelah uji prasyarat kemudian dilanjutkan dengan uji Univariate Two Way Anova dan uji pos hoc.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Tahap Pembuatan Adsorben

Bahan baku adsorben berasal dari limbah padat industri pertanian yaitu kulit kopi. Limbah kulit kopi didapatkan dari industri pertanian yang berada di kabupaten jember. Limbah padat kulit kopi yang masih basah kemudian dijemur untuk menghilangkan kandungan air. Limbah kulit kopi dicuci beberapa kali menggunakan aquadest kemudian dikeringkan menggunakan oven 110 °C selama 24 jam untuk menghilangkan kandungan air.

Selanjutnya limbah kulit kopi yang telah dikeringkan kemudian digiling dan disaring menggunakan saringan 100 mesh. Limbah kulit kopi di furnace dengan suhu 350 °C selama 2

jam kemudian dimasukkan ke dalam desikator selama 24 jam (Tedja and Riani, 2016). Tahap aktivasi adsorben dilakukan melalui aktivasi secara kimia. Aktivasi adsorben menggunakan aktivator berupa  $H_3PO_4$  (Changmai *et al.*, 2018). Proses aktivasi dilakukan selama 24 jam. Setelah proses aktivasi, adsorben dimasukkan ke dalam oven dan dikeringkan menggunakan desikator.

### 3.2. Tahap Adsorpsi

**Tabel 1.** Konsentrasi Cu yang Teradsorp

Waktu Adsorpsi (menit)	Kecepatan Pengadukan (RPM)	Konsentrasi Cu yang teradsorp (mg/L)
30	100	33,33
	200	38,33
	300	31,67
60	100	38,33
	200	48,33
	300	38,33
90	100	46,67
	200	56,67
	300	40,00

Proses adsorpsi ini dilakukan menggunakan larutan  $CuSO_4$ . Larutan ini digunakan untuk mengetahui pengaruh adsorben yang dihasilkan dari limbah kulit kopi terhadap logam berat yaitu Cu. Dari data Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa adsorben dari limbah kulit kopi dapat digunakan untuk mengadsorpsi logam berat Cu.

Variabel bebas yang dibandingkan pada proses adsorpsi ini adalah waktu adsorpsi dan kecepatan pengadukan pada saat adsorpsi. Waktu adsorpsi dan kecepatan pengadukan merupakan faktor yang berpengaruh pada optimalisasi suatu proses adsorpsi. Tabel 1 menunjukkan bahwa terdapat pengaruh waktu pengadukan terhadap konsentrasi Cu yang teradsorp. Pada kecepatan pengadukan yang sama, konsentrasi Cu yang teradsorp semakin tinggi.

### 3.2. Tahap Uji Univariate Two Way Anova

#### Uji Normalitas

Uji normalitas yang digunakan adalah uji Kolmogorov Smirnov. Metode pengujian ini dapat menghasilkan kesimpulan yang lebih baik dibandingkan metode uji normalitas menggunakan grafik. Konsep dari metode ini adalah membandingkan *levane test* distribusi data yang akan diuji dengan distribusi normal baku. Distribusi normal baku merupakan data yang telah ditransformasikan ke dalam bentuk Z-Score dan diasumsikan normal.

**Tabel 2.** Uji Normalitas Konsentrasi Cu yang Teradsorp

Variabel Penelitian	<u>Kolmogorov Smirnov</u> Probabilitas (Sig.)	Keterangan
Konsentrasi	0,115	Distribusi data normal

Intrepretasi data uji normalitas menggunakan uji Kolmogorov Smirnov adalah jika nilai probabilitas atau signifikansi  $> 0,05$ , maka distribusi data normal. Jika nilai probabilitas atau signifikansi  $< 0,05$ , maka distribusi data tidak normal.

Berdasarkan hasil analisis uji normalitas menggunakan uji kolmogorov Smirnov menghasilkan nilai probabilitas atau signifikansi konsentrasi Cu yang teradsorp  $> 0,05$ . Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa data nilai konsentrasi Cu yang teradsorp terdistribusi normal.

### Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan dengan *levene test* pada software SPSS. Pengujian ini berfungsi untuk mengetahui distribusi data, apakah data tersebut sama atau tidak. Intrepretasi data uji homogenitas menggunakan *levene test* adalah jika nilai probabilitas atau signifikansi  $> 0,05$ , maka distribusi data tersebut memenuhi syarat homogenitas.

**Tabel 3.** Uji Homogenitas Konsentrasi Cu yang Teradsorp

Variabel Penelitian	<u>Levene Test</u> Probabilitas (Sig.)	Keterangan
Konsentrasi	0,537	Distribusi data homogen

Berdasarkan Tabel 3, uji normalitas menggunakan *levene test* menghasilkan nilai probabilitas atau signifikansi konsentrasi Cu yang teradsorp  $> 0,05$ . Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa data nilai konsentrasi Cu yang teradsorp terdistribusi homogen.

Data hasil penelitian ini telah memenuhi ketiga syarat yang harus dimiliki oleh data yang dapat diujikan menggunakan uji Anova. Oleh karena itu, selanjutnya dilakukan uji Anova menggunakan SPSS. Metode uji Anova yang digunakan adalah Univariate Two Way Anova karena variabel penelitian terdiri dari 2 variabel bebas dan 1 variabel terikat.

**Uji Hipotesis Univariate Two Way Anova**

**Tabel 4.** Nilai Rata-Rata (*Mean*)

<b>Variabel terikat: Konsentrasi Cu yang teradsorp</b>				
<b>Waktu Kontak</b>	<b>Kecepatan Pengadukan</b>	<i>Mean</i>	<b>Std. Deviation</b>	<b>N</b>
30 menit	100 RPM	33,3333	2,88675	3
	200 RPM	38,3333	2,88675	3
	300 RPM	31,6667	2,88675	3
	Total	34,4444	3,90868	9
60 menit	100 RPM	38,3333	2,88675	3
	200 RPM	48,3333	2,88675	3
	300 RPM	38,3333	2,88675	3
	Total	41,6667	5,59017	9
90 menit	100 RPM	46,6667	5,77350	3
	200 RPM	56,6667	2,88675	3
	300 RPM	40,0000	5,00000	3
	Total	47,7778	8,33333	9
Total	100 RPM	39,4444	6,82113	9
	200 RPM	47,7778	8,33333	9
	300 RPM	36,6667	5,00000	9
	Total	41,2963	8,15624	27

Tabel 4 berisi nilai rata-rata, standar deviasi, dan jumlah data konsentrasi Cu yang teradsorp berdasarkan waktu kontak dan kecepatan pengadukan. Data inilah yang menjadi input untuk melakukan uji Univariate Two Way Anova.

**Tabel 5.** Uji *Univariate Two Way Anova*

<b>Variabel Penelitian</b>	<b>Perlakuan</b>	<b>Probabilitas (Sig.)</b>	<b>Keterangan</b>
Konsentrasi	Waktu kontak	0,000	H0 ditolak
	Kecepatan pengadukan	0,000	H0 ditolak
	Waktu kontak*		
	Kecepatan pengadukan	0,176	H0 diterima

\*Nilai R square 0,865

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 5, dapat disimpulkan bahwa nilai probabilitas atau signifikansi konsentrasi Cu yang teradsorp terhadap waktu adsorpsi < 0,05 maka H0 ditolak, sehingga ada pengaruh waktu adsorpsi terhadap konsentrasi Cu yang teradsorp. Nilai probabilitas atau signifikansi konsentrasi Cu yang teradsorp terhadap kecepatan pengadukan < 0,05 maka H0 ditolak, sehingga ada pengaruh kecepatan pengadukan terhadap konsentrasi Cu yang teradsorp. Nilai probabilitas atau signifikansi konsentrasi Cu yang teradsorp terhadap

waktu adsorpsi\*kecepatan pengadukan > 0,05 maka H0 diterima, sehingga tidak ada pengaruh waktu adsorpsi\*kecepatan pengadukan terhadap konsentrasi Cu yang teradsorp.

### Uji Pos Hoc

**Tabel 6.** Uji Tukey Waktu Kontak

Waktu Kontak	Waktu Kontak	Probabilitas (Sig.)
30 menit	60 menit	0,000
	90 menit	0,000
60 menit	30 menit	0,000
	90 menit	0,002
90 menit	30 menit	0,000
	60 menit	0,002

Berdasarkan hasil uji pos hoc pada Tabel 6, semua nilai probabilitas atau signifikansi antar waktu adsorpsi menunjukkan nilai < 0,05 sehingga terdapat perbedaan yang signifikan antar waktu adsorpsi, yaitu antara waktu adsorpsi 30 menit dan 60 menit, 60 menit dan 90 menit, serta 30 menit dan 90 menit.

Waktu adsorpsi memberikan pengaruh yang signifikan terhadap konsentrasi Cu yang teradsorp. Semakin lama proses adsorpsi berlangsung maka konsentrasi Cu yang teradsorp semakin besar. Proses adsorpsi yang dilakukan selama 90 menit menghasilkan daya adsorp yang paling tinggi yaitu 46,67 mg/L Cu pada kecepatan pengadukan 100 RPM, 56,67 mg/L Cu pada kecepatan pengadukan 200 RPM, dan 40,00 mg/L Cu pada kecepatan pengadukan 300 RPM. Jadi semakin lama waktu adsorpsi maka daya serap adsorben limbah kopi terhadap logam berat Cu menjadi semakin besar. Hal ini dikarenakan waktu kontak yang terjadi antara adsorben dan adsorbat semakin lama.

**Tabel 7.** Uji Tukey Kecepatan Pengadukan

Kecepatan Pengadukan	Kecepatan Pengadukan	Probabilitas (Sig.)
100 RPM	200 RPM	0,000
	300 RPM	0,119
200 RPM	100 RPM	0,000
	300 RPM	0,000
300 RPM	100 RPM	0,119
	200 RPM	0,000

Nilai probabilitas atau signifikansi antara kecepatan pengadukan 100 RPM dan 200 RPM, serta 200 RPM dan 300 RPM menunjukkan nilai < 0,05 sehingga terdapat perbedaan yang signifikan antara kecepatan pengadukan 100 RPM dan 200 RPM, serta 200 RPM dan 300 RPM. Nilai probabilitas atau signifikansi antara kecepatan pengadukan 100 RPM dan 300

RPM menunjukkan nilai  $> 0,05$  sehingga tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kecepatan pengadukan 100 RPM dan 300 RPM.

Secara umum kecepatan pengadukan pada proses adsorpsi memberikan pengaruh yang signifikan terhadap konsentrasi Cu yang teradsorp. Daya adsorp tertinggi didapatkan dari proses adsorpsi dengan kecepatan pengadukan 200 RPM. Proses adsorpsi yang dilakukan pada kecepatan pengadukan 200 RPM menghasilkan daya adsorp 38,33 mg/L Cu dengan waktu adsorpsi 30 menit, 48,33 mg/L Cu dengan waktu adsorpsi 60 menit, dan 56,67 mg/L Cu dengan waktu adsorpsi 90 menit. Jadi kecepatan pengadukan optimal diperoleh adalah sebesar 200 RPM. Hal ini dikarenakan proses pengadukan yang terlalu cepat menyebabkan adsorben tidak optimal untuk membuat ikatan yang kuat dengan partikel adsorbat.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa:

1. Proses adsorpsi logam tembaga (Cu) menggunakan adsorben yang terbuat dari limbah kulit kopi terbukti dapat menurunkan konsentrasi Cu.
2. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan pada semua variabel waktu kontak dan kecepatan pengadukan, kecuali antara kecepatan pengadukan 100 RPM dan 300 RPM.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini dibiayai dengan dana DIPA Universitas Jember. Oleh karena itu, Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada DIPA Universitas Jember dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LP2M) Universitas Jember atas dukungan dana penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adegoke, K. A. and Bello, O. S. 2015. Dye sequestration using agricultural wastes as adsorbents. *Water Resources and Industry*, Elsevier, 12, pp. 8–24. doi: 10.1016/j.wri.2015.09.002.
- Kundari, N. A., dan Wiyuniati, S. 2008. Tinjauan kesetimbangan adsorpsi tembaga dalam limbah pencuci PCB dengan zeolit. *Prosiding Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir Yogyakarta*.
- Musin, E. 2013. *Adsorption Modeling*. Mikkeli University of Applied Science.
- Park, Y. S., Egilmez, G. and Kucukvar, M. 2016. Emergy and end-point impact assessment of agricultural and food production in the United States: A supply chain-linked Ecologically-based Life Cycle Assessment. *Ecological Indicators*, Elsevier Ltd, 62, pp. 117–137. doi: 10.1016/j.ecolind.2015.11.045.
- Widyotomo, S. 2013. Potency and technology of coffee trash diversification product to increase good quality and added value. *Cocoa and Coffee Research Review*, 1(1), pp. 63–80.