

# PEMANFAATAN KULIT PISANG KEPOK SEBAGAI ADSORBEN UNTUK MENYISIHKAN LOGAM Cu

Prastika Alifaturrahma dan Okik Hendriyanto C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur  
Email: [titothprastika@gmail.com](mailto:titothprastika@gmail.com)

## ABSTRAK

*Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kemampuan adsorpsi oleh adsorben kulit pisang kepok dalam menurunkan logam Cu dan menentukan model isoterm adsorpsi kulit pisang kepok terhadap logam Cu. Kulit pisang kepok ini dikarbonisasi dengan furnace pada suhu 350°C selama 30 menit hingga menjadi karbon. Dengan ukuran 100 mesh dan aktivatornya menggunakan HCl 1 N dengan proses perendaman selama 48 jam. Pada penelitian ini dilakukan metode batch dengan menggunakan shaker dan limbah industri elektroplating. Variasi yang digunakan meliputi variasi massa adsorben (gram) yaitu 2; 2,5; 3; 3,5; dan 4 dengan kecepatan pengadukan (rpm) 50, 100, 150, 200, dan 250. Parameter yang dianalisis dalam penelitian ini adalah konsentrasi Cu yang terdapat pada limbah. Hasil menunjukkan bahwa kondisi optimum adsorpsi untuk adsorben kulit pisang kepok massa 4 gram pada kecepatan pengadukan 200 rpm. Isoterm adsorpsi mengikuti isoterm langmuir dengan kapasitas adsorpsi sebesar 1,773 mg/g. Kemampuan adsorben kulit pisang kepok untuk menurunkan konsentrasi tembaga (Cu) pada limbah elektroplating dengan persen penyisihan tertinggi yaitu sebesar 81,78%.*

**Kata kunci:** Adsorpsi, Kulit Pisang Kepok, Logam Cu

## ABSTRACT

*This research aims to determine the ability of adsorption by banana peel adsorbent in reducing Cu metal, and determine the isotherm of adsorption model of banana peel against Cu metal. Banana peel is carbonized with a furnace at 350 ° C for 30 minutes until it becomes carbons. With a size of 100 mesh and activator using 1 N hydrochloric acid with soaking process for 48 hours. In this research, batch method using shaker and industrial waste electroplating. Variations used include variations of adsorbent mass (gram) 2; 2.5; 3; 3.5; and 4 with stirring speed (rpm) 50, 100, 150, 200, 250. Parameters analyzed in this research are Cu contained in the waste. The results showed that the optimum condition of adsorption for banana peel adsorbent was 4 gram at 200 rpm stirring speed. The adsorption isotherms follow the Langmuir isotherms with an adsorption capacity of 1.773 mg/g. The ability of banana peel adsorbent to decrease the concentration of copper (Cu) in electroplating waste with the highest allowance percentage is 81,78%.*

**Keywords:** Adsorption, Banana Peel, Copper

## PENDAHULUAN

Sektor industri semakin berkembang sejalan dengan kemajuan dan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta memberikan dampak positif maupun negatif. Salah satu logam berat yang berbahaya yaitu tembaga. Tembaga (Cu) dalam jaringan darah dapat menghasilkan jenis oksigen bebas reaktif dan merusak protein maupun lipiddan DNA. Senyawa tembaga berlebih di tubuh juga mempengaruhi pada penuaan, skizofrenia, penyakit mental, sirosis kecil India, wilson, dan penyakit alzheimer. Tembaga telah merusak ekosistem laut dan merusak insang, hati, ginjal, sistem saraf, dan mengubahkehidupan seksual ikan (Hossain *et al.*, 2012).

Salah satu alternatif dalam pengolahan limbah yang mengandung logam berat adalah penggunaan bahan-bahan alami sebagai adsorben. Kulit pisang kepok memiliki kemampuan dalam mengikat ion logam berat karena adanya berbagai gugus fungsi yang berperan sebagai gugus aktif seperti gugus hidroksil, gugus karboksilat, dan gugus amina (Castro *et al.*, 2011). Dengan perkembangan ilmu dan teknologi, kulit pisang kepok ini dapat dimanfaatkan menjadi karbon aktif atau arang aktif serta dapat menjadi salah satu cara untuk penanggulangan limbah yang ada di masyarakat. Penelitian tentang arang aktif telah banyak dilakukan salah satunya adalah arang aktif yang dibuat dari tempurung kelapa. Penelitian tersebut menggunakan bahan kimia sebagai aktivator yaitu  $H_2SO_4$  dan  $H_3PO_4$ . Hasil penelitian tersebut memberikan kualitas arang terbaik pada aktivator  $H_3PO_4$  yaitu dengan karakteristik kadar abu 0,62%, kadar air 3,43% (Stevani & Prawesti, 2014). Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui daya adsorpsi pada larutan Cu dengan menggunakan kulit pisang kepok yang diaktivasi dengan aktivator asam yaitu HCl.

## METODE PENELITIAN

### ALAT DAN BAHAN

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kulit pisang kepok, HCl 1 N, aquades, larutan Cu sesuai kadar limbah, shaker, ayakan 100 mesh, oven, furnace, timbangan analitik, pH meter, kertas saring, corong, erlenmeyer, dan spektrofotometri serapan atom (AAS).

## PEMBUATAN ADSORBEN

Kulit pisang kepok 5 (kilogram) dipotong kecil ( $\pm 5$  mm), dikeringkan ke dalam oven selama 1 jam pada suhu  $150^{\circ}C$ . Setelah itu dikarbonisasi dalam furnace pada suhu  $350^{\circ}C$  selama 30 menit agar menjadi arang. Setelah proses karbonisasi selesai, arang kulit pisang kepok didinginkan dalam desikator selama  $\pm 30$  menit. Kulit pisang kepok yang sudah menjadi arang kemudian ditumbuk dan diayak menggunakan ayakan ukuran 100 mesh. Arang tersebut diaktivasi dengan larutan HCl selama 48 jam dan dicuci dengan aquades berulang kali hingga pH netral kemudian disaring dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu  $\pm 105^{\circ}C$  selama 1 jam dan didinginkan dalam desikator selama  $\pm 30$  menit.

## PENGUJIAN ADSORBEN

Menyiapkan erlenmeyer 100 ml sebanyak 25 buah. Mengambil sampel air limbah 50 ml larutan Cu dan dimasukkan pada setiap erlenmeyer. Menimbang arang aktif masing-masing dengan ukuran 2; 2,5; 3; 3,5; dan 4 gram dan dimasukkan ke dalam setiap erlenmeyer yang sudah berisi air limbah. Selanjutnya dikocok menggunakan shaker selama 60 menit dengan variasi kecepatan pengadukan 50, 100, 150, 200, dan 250 rpm. Kemudian disaring dengan kertas saring dan diambil air sampel yang sudah disaring untuk dilakukan analisis kadar Cu di dalam limbah yang sudah terserap oleh arang aktif.

$$\% \text{ penurunan} = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \times 100 \quad (1)$$

Keterangan:

$C_0$  = konsentrasi awal Cu

$C_e$  = konsentrasi akhir Cu

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### ANALISA AWAL PENELITIAN

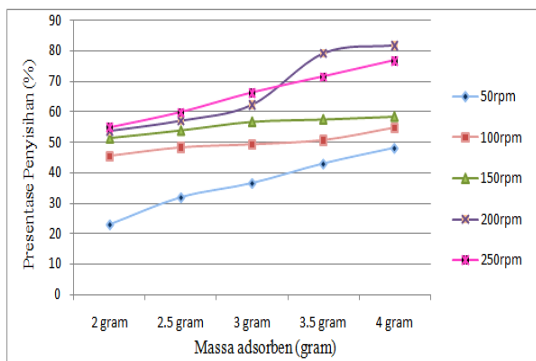
Berdasarkan analisa awal laboratorium yang telah dilakukan, diketahui kandungan awal dari limbah *electroplating* yang mengandung Cu sebesar 128,9 mg/l sementara baku mutu yang ditetapkan oleh PERGUB JATIM No 72 Tahun 2013 kandungan Cu dalam industri *electroplating* maksimal sebesar 0,6 mg/l. Dalam pembuatan adsorben ini limbah kulit pisang kepok dijadikan karbon aktif. Hasil penelitian yang dilakukan terhadap karbon aktif dengan proses pembuatan yang dijalankan dengan tujuan mengetahui

kemampuan adsorpsi dengan mengikuti persyaratan SII untuk karbon aktif dan diperoleh hasil analisa kadar air dan kadar abu didapatkan hasil yang sesuai dengan standar SII 0258-88 yang telah ditetapkan. Untuk nilai kadar air sebesar 0,12% dengan persyaratan kualitas maksimal 15% dan untuk kadar abu sebesar 2,33% dengan persyaratan kualitas maksimal 10%.

**Tabel -1:** Hasil Analisis Uji Logam Cu

Massa Adsorben (gram)	Kecepatan Pengadukan (rpm)	Konsentrasi Cu (mg/l)	Persen Penyisihan (%)
2	50	99.85	23.07
	100	70.7	45.53
	150	63.25	51.27
	200	60.09	53.71
	250	58.45	54.97
2.5	50	88.3	31.97
	100	67.12	48.29
	150	59.91	53.84
	200	55.75	57.05
	250	51.93	59.99
3	50	82.25	36.63
	100	65.87	49.25
	150	56.17	56.73
	200	48.9	62.33
	250	43.6	66.41
3.5	50	73.95	43.03
	100	64.05	50.65
	150	55.15	57.51
	200	27.06	79.15
	250	36.82	71.63
4	50	67.3	48.15
	100	58.82	54.68
	150	53.95	58.44
	200	23.65	81.78
	250	29.95	76.93

**PENGARUH ANTARA MASSA ADSORBEN TERHADAP PERSEN PENYISIHAN Cu**



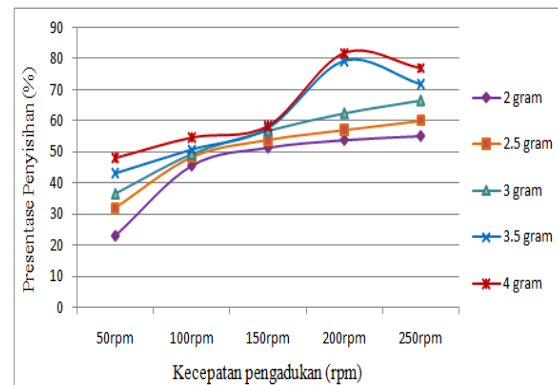
**Grafik -1:** Pengaruh Massa Adsorben Terhadap Persen Penyisihan Logam Cu

Pada grafik 1 dapat dilihat bahwa persen penyisihan mengalami kenaikan secara bertahap di setiap bertambahnya massa adsorben yang sudah divariasikan dengan penetapan ukuran lolos 100 mesh dan waktu kontak 60 menit. Kenaikan persentase

penyisihan yang terlihat mengalami kenaikan tertinggi pada massa adsorben 4 gram pada kecepatan pengadukan 200 rpm yaitu sebesar 81,78%. Jumlah adsorben yang ditambahkan berpengaruh terhadap besar penyisihan logam tembaga yang terjadi. Semakin banyak jumlah adsorben yang ditambahkan maka akan semakin besar pula persen penyisihannya dan semakin bertambah massa adsorben dapat menambah luas permukaan adsorbennya.

Menurut Naiya *et al.*, (2009), penambahan dosis atau jumlah adsorben yang semakin besar menyebabkan permukaan adsorben semakin besar pula, sehingga adsorbat yang teradsorp semakin banyak. Semakin besar massa yang digunakan maka efisiensi penyerapan terhadap ion logam semakin besar (Nurhasni, dkk., 2014). Bertambahnya berat massa adsorben sebanding dengan bertambahnya jumlah partikel dan luas permukaan adsorben, sehingga menyebabkan jumlah tempat mengikat ion logam juga bertambah dan efisiensi penyerapan pun meningkat (Refilda, dkk., 2001).

**PENGARUH ANTARA KECEPATAN PENGADUKAN TERHADAP PERSEN PENYISIHAN Cu**



**Grafik -2:** Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap Persen Penyisihan Logam Cu

Pada grafik 2 menunjukkan bahwa persen penyisihan logam tembaga dalam limbah cenderung meningkat seiring meningkatnya kecepatan pengadukan. Persen penyisihan terbesar terdapat pada kecepatan pengadukan 200 rpm dengan massa adsorben 4 gram yaitu sebesar 81,78% dan terjadi peningkatan yang cukup besar dari kecepatan pengadukan 150 rpm sebesar 58,44% menuju kecepatan pengadukan 200 rpm dengan massa adsorben 4 gram. Pada kecepatan pengadukan 250 rpm

pada massa adsorben 3,5 gram dan 4 gram persen penyisihan logam tembaga mengalami penurunan dibanding kecepatan pengadukan 200 rpm. Pada grafik 2 yang mengalami penurunan angka persen penyisihan di titik 250 rpm pada massa 3,5 gram dan 4 gram. Hal ini dikarenakan terlalu cepatnya pengadukan yang membuat adsorbat terlepas dari adsorben, sehingga tidak bisa mengikat ion logam tembaga secara efektif. Kecepatan pengadukan yang optimum adalah 200 rpm pada massa adsorben 4 gram karena dengan kecepatan tersebut pergerakan partikel adsorben menjadi efektif, sehingga adsorben dapat menyerap adsorbat yang lebih banyak. Untuk kondisi sebaliknya dengan kecepatan pengadukan yang terlalu cepat, maka kemungkinan yang terjadi struktur adsorben cepat rusak, sehingga proses adsorpsi kurang optimal. Terlalu cepatnya pengadukan membuat adsorben tidak sempat membentuk ikatan yang kuat dengan partikel logam tembaga (Syauqiah, dkk., 2011). Adsorbat yang telah menempel dan membentuk flok nantinya akan kembali pecah karena besarnya kecepatan pengadukan.

**ISOTERM ADSORPSI**

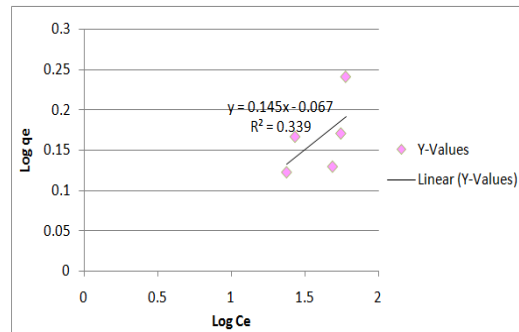
Isoterm adsorpsi digunakan untuk menentukan kapasitas adsorpsi adsorben terhadap adsorbat. Isoterm kesetimbangan adsorpsi sangat penting untuk mendapatkan persamaan kesetimbangan yang dapat digunakan untuk mengetahui seberapa besar massa adsorbat yang diadsorp oleh adsorben. Data kesetimbangan adsorpsi dapat ditunjukkan dengan isoterm adsorpsi yang menunjukkan hubungan antara banyaknya adsorbat yang diserap perbanyaknya adsorben ( $q_e$ ) dan konsentrasi adsorbat dalam larutan ( $C_e$ ).

Pada penelitian ini isoterm adsorpsi logam tembaga dilakukan dengan model isoterm Freundlich dan Langmuir pada kondisi kecepatan pengadukan yang optimum. Perhitungan isoterm adsorben kulit pisang kepok dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel -2:** Perhitungan Isoterm Adsorpsi Kecepatan 200 rpm dengan Waktu Kontak 60 Menit dan Volume 50 ml

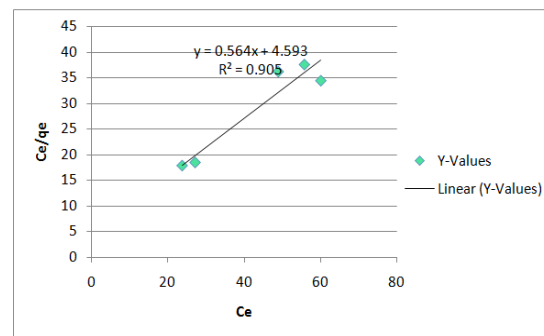
Massa Adsorben (gram)	$C_0$ (mg/L)	$C_e$ (mg/L)	$q_e$ (mg/L)	$\text{Log } C_e$	$\text{Log } q_e$	$C_e/q_e$
2	129.8	60.09	1.743	1.779	0.241	34.480
2.5	129.8	55.75	1.481	1.746	0.171	37.643
3	129.8	48.9	1.348	1.689	0.130	36.267
3.5	129.8	27.06	1.468	1.432	0.167	18.437
4	129.8	23.65	1.327	1.374	0.123	17.824

Model isoterm Freundlich berdasarkan data perhitungan tabel 2 dapat dibuat dengan mengplotkan nilai  $\text{log } C_e$  sebagai sumbu x terhadap  $\text{log } q_e$  sebagai sumbu y seperti berikut.



**Grafik -3:** Persamaan Isoterm Freundlich pada Kecepatan Pengadukan 200 pm dengan Waktu Kontak 60 Menit

Pada hasil pengeplotan grafik isoterm Freundlich dari adsorben kulit pisang kepok dengan kecepatan pengadukan 200 rpm di atas diperoleh persamaan linier  $y = 0.145x - 0.067$  dengan  $R^2 = 0.339$ .



**Grafik -4:** Persamaan Isoterm Langmuir pada Kecepatan Pengadukan 200 rpm dengan Waktu Kontak 60 Menit

Model isoterm Langmuir dapat dibuat dengan mengplotkan nilai  $C_e$  sebagai sumbu x terhadap  $C_e/q_e$  sebagai sumbu y. Nilai hasil

perhitungan  $C_e$  dan  $C_e/q_e$  diplotkan dalam grafik model isoterm Langmuir dan diperoleh persamaan linier untuk kecepatan pengadukan 200 rpm  $y = 0.564x + 4.593$  dengan  $R^2 = 0.905$ .

Dari grafik 3 dan 4 menunjukkan bahwa adsorpsi yang lebih sesuai dengan kecepatan pengadukan 200 rpm adalah isoterm Langmuir dibandingkan dengan model isoterm Freundlich karena dari hasil  $R^2$  Langmuir yaitu 0.905, sedangkan untuk Freundlich yaitu 0.339. Setelah dilakukan perhitungan, parameter isoterm Freundlich dan Langmuir didapatkan kapasitas adsorpsi pada Freundlich sebesar 0.857 mg/g dan Langmuir sebesar 1.773 mg/g, sehingga isoterm Langmuir lebih sesuai daripada model isoterm Freundlich jika dilihat dari nilai kapasitas adsorpsinya dan nilai  $R^2$  nya yang lebih besar pada model isoterm Langmuir. Hal ini dapat disimpulkan bahwa pada kecepatan pengadukan 200 rpm adsorpsi logam tembaga mengikuti model isoterm Langmuir karena memiliki nilai kapasitas adsorpsi lebih besar. Isoterm Langmuir terjadi secara kimia sehingga ikatan yang terjadi cukup kuat dan mengasumsikan bahwa adsorbat menempel pada satu lapisan (*monolayer*) pada permukaan adsorben dengan sisi aktif yang sama (homogen).

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Kulit pisang kepok dapat digunakan sebagai adsorben dalam mengadsorpsi logam tembaga yang terdapat pada limbah *electroplating*.
2. Kemampuan adsorpsi adsorben kulit pisang kepok dalam menurunkan Cu pada limbah elektroplating diperoleh yang terbaik dengan ukuran 100 mesh sebanyak 4 gram pada kecepatan pengadukan 200 rpm sebesar 81,78%.
3. Isoterm adsorpsi pada adsorben kulit pisang kepok dengan kecepatan pengadukan optimum 200 rpm mengikuti model Langmuir yang didapatkan dari persamaan  $y = 0.564x + 4.593$  dengan kapasitas maksimum adsorpsi sebesar 1,773 mg/g dan dengan nilai  $R^2 = 0,905$ .

## DAFTAR PUSTAKA

Hossain, M. A., Ngo H. Hao, Guo, W. S., & Nguyen T. V. (2012). Removal of

Copper From Water by Adsorption onto Banana Peel as Bioadsorbent. *Int. J. of GEOMATE*, 2(2), 227–234

- Naiya, T. K., Chowdhury, P., Bhattacharya, A. K., Das, S. K. (2009). Saw Dust and Neem Bark as Low-cost Natural Biosorbent for Adsorptive Removal of Zn(II) dan Cd(II) Ions from Aqueous Solutions. *Chemical Engineering Journal*, 148, 68–79
- Nurhasni, Hendrawati, & Saniyyah N. (2014). Sekam Padi untuk Menyerap Ion Logam Tembaga dan Timbal dalam Air Limbah. *Valensi*, 4(1), 36–44
- Refilda, M.S., Zein, R., & Munaf, E. (2001). *Pemanfaatan Ampas Tebu Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Penyerap Sintetik Logam-Logam Berat pada Air Limbah*. Padang: Universitas Andalas
- Stevani, O. & Prawesti A. S. (2014). *Pembuatan Arang Aktif dari Limbah Kulit Coklat (Theobroma Cacao L) dengan Aktivator HCl dan NaOH*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Syauqiah, I., Mayang, A., & Hetty A., K. (2011). Analisis Variasi Waktu dan Kecepatan Pengaduk pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat Dengan Arang Aktif. *Jurnal Infotek*, 12(1)