

ADSORPSI LOGAM BERAT KADMIUM (Cd) OLEH AMPAS KOPI LIMBAH DARI KEDAI KOPI

ADSORPTION OF HEAVY METAL CADMIUM (Cd) BY COFFEE DRESS WASTE FROM THE COFFEE

Lisva Christye, Teguh Wirawan*, Nanang Tri Widodo

Program Studi S1 Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman,
Jl. Barong Tongkok No. 4 Kampus Gn. Kelua, Samarinda, Indonesia

*Corresponding Author : teguh.unmul.smd@gmail.com

Diterbitkan: 30 Oktober 2022

ABSTRACT

Adsorption of Cadmium Heavy Metal (Cd) by Coffee Waste from Coffee Shops has been carried out. The purpose of this study was to determine the optimum contact time, optimum pH and maximum adsorption capacity and the type of adsorption isotherm on the adsorption of cadmium by coffee grounds. In the preparation stage, the coffee grounds were rinsed using boiling distilled water several times, then sieved using a 60 mesh sieve, the adsorption process in this study used the Batch method. Cadmium metal was analyzed using Atomic Absorption Spectroscopy (AAS). The results showed that the optimum time was obtained at 30 minutes, the optimum pH was at pH 6 and the maximum adsorption capacity was 66,74 mg/g. The type of adsorption isotherm obtained is Freundlich isotherm.

Keywords: *Adsorption, coffee grounds, cadmium.*

ABSTRAK

Adsorpsi Logam Berat Kadmium (Cd) oleh Ampas Kopi Limbah dari Kedai Kopi telah dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan waktu kontak optimum, pH optimum dan kapasitas adsorpsi maksimum serta jenis isotherm adsorpsi pada adsorpsi kadmium oleh ampas kopi. Tahap preparasi dengan cara ampas kopi dibilas menggunakan aquades mendidih beberapa kali, kemudian diayak menggunakan ayakan 60 mesh. Proses adsorpsi pada penelitian ini menggunakan metode Batch. Logam kadmium dianalisis menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (SSA). Hasil penelitian menunjukkan waktu optimum yang diperoleh pada 30 menit, pH optimum pada pH 6 dan kapasitas adsorpsi maksimum yang diperoleh sebesar 66,74 mg/g. Jenis isotherm adsorpsi yang diperoleh yaitu Isotherm Freundlich.

Keywords: *Adsorpsi, Ampas Kopi, Kadmium.*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kopi terbesar di dunia setelah Brazil, Vietnam dan Colombia. Beragam Industri kopi dalam negeri tersebar dari usaha skala home industri hingga industri kopi skala multinasional. Banyaknya hasil kopi dan berkembangnya usaha kopi di Indonesia, maka semakin banyak kedai kopi di kota-kota besar. Perkembangan kedai kopi yang semakin pesat maka jumlah limbah kopi yang dihasilkan cukup banyak pula. Dampak yang ditimbulkan dari banyaknya limbah ampas kopi adalah munculnya bau yang

kurang sedap terutama pada saat hujan turun sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan [1].

Adsorpsi merupakan salah satu metode yang paling efektif serta menarik dalam pengolahan. keunggulan dari metode adsorpsi dibandingkan dengan metode lain yaitu efektivitas dan efisiensinya relatif tinggi, proses yang relatif sederhana, dan adsorbennya dapat digunakan kembali (regenerasi) [2].

Komponen utama dari ampas kopi yaitu karbon sebesar 47,8-58,9%. Karbon yang

terdapat dalam ampas kopi berfungsi untuk pengikatan ion logam pada proses adsorpsi [3].

Methylene blue (MB) adalah senyawa organik yang dapat digunakan sebagai pewarna sintetik yang bisa digunakan dalam proses pewarnaan contohnya seperti pewarnaan tekstil [4].

Ampas kopi dapat dimanfaatkan kembali sebagai adsorben untuk mengadsorpsi logam dan zat warna. Berdasarkan penelitian Rattanapan *et al.*, [5], menggunakan arang aktif ampas kopi sebagai adsorben *methyl orange* dengan kapasitas adsorpsi 737 mg/g, konsentrasi sebesar 300 mg/L, pH sebesar 3, waktu kontak selama 30 menit dan suhu larutan yaitu 30°C. Azouaou *et al.*, [6], menggunakan ampas kopi sebagai adsorben untuk mengadsorpsi logam Cd^{2+} dengan kapasitas adsorpsi yaitu 15,65 mg/g.

Berdasarkan uraian-uraian di atas, maka dilakukan penelitian dengan memanfaatkan kembali limbah ampas kopi yang dijadikan adsorben untuk mengadsorpsi logam kadmium sehingga dari hasil penelitian ini diharapkan mampu mengurangi permasalahan yang terjadi seperti memanfaatkan limbah ampas kopi untuk menurunkan kadar kadmium.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, corong *Buchner*, *magnetic stirrer*, oven, neraca analitik, pH meter, ayakan 60 mesh, peralatan gelas kimia, *stopwatch*, Spektrofotometer *Visible 7220G* Rayleigh, Spektroskopi Serapan Atom (SSA) SavantAA, GBC Scientific Equipment Serial No A 7652, *Fourier Transform Infrared* (FT-IR) IR Spirit-T dan *X-Ray Diffraction* (XRD).

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ampas kopi, akuades, *aluminium* foil, kertas saring, tisu, NaOH, HNO_3 , *methylene blue* dan $CdSO_4 \cdot 7H_2O$

Prosedur Penelitian

Preparasi Ampas Kopi

Ampas kopi didapatkan dari salah satu kedai kopi yang ada di Samarinda. Ampas kopi dipilih sisa dari pembuatan minuman kopi metode espresso. Ampas kopi dicuci beberapa kali dengan akuades panas lalu dicuci dengan akuades hingga filtrat tak berwarna. Ampas kopi kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu

105°C selama 3 jam. Ampas kopi diayak menggunakan ayakan 60 mesh.

Studi Adsorpsi terhadap Kadmium

Pengaruh Waktu Kontak

Ampas kopi sebanyak 0,05 gram dimasukkan ke dalam 9 seri larutan kadmium 10 mg/L sebanyak 25 mL. Larutan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dengan variasi waktu kontak 2,5; 5; 7,5; 10; 15; 20; 25; 30 dan 45 menit. Selanjutnya dipisahkan dengan penyaringan. Filtrat ditentukan konsentrasi kadmium menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom.

Pengaruh pH

Ampas kopi sebanyak 0,05 gram dimasukkan ke dalam 6 seri larutan kadmium 20 mg/L sebanyak 25 mL yang diatur pH nya yaitu 2; 3; 4; 5; 6 dan 7. Larutan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dengan waktu optimum. Selanjutnya dipisahkan dengan penyaringan. Filtrat ditentukan konsentrasi kadmium menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom.

Pengaruh Konsentrasi Awal

Ampas kopi sebanyak 0,1 gram dimasukkan ke dalam 12 seri larutan kadmium sebanyak 50 mL dengan konsentrasi bervariasi yaitu 10; 20; 30; 40; 50; 75; 100; 125; 150; 200; 300 dan 400 mg/L dan masing-masing diatur pada pH optimum. Kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dengan waktu optimum. Selanjutnya dipisahkan dengan penyaringan. Filtrat ditentukan konsentrasi kadmium menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom.

Analisis Data

Model Isoterm Langmuir

$$\frac{C_e}{Q} = \frac{1}{Kb} + \frac{1}{b} C_e$$

Keterangan:

C_e = Konsentrasi kesetimbangan adsorbat dalam larutan setelah adsorpsi (mg/L)

Q = Jumlah adsorbat teradsorpsi per bobot adsorben (mg/g)

K = Konstanta kesetimbangan adsorpsi (mg/L)

b = Kapasitas adsorpsi maksimum dari adsorben (mg/g)

Model Isoterm Freundlich

$$\text{Log } Q = \text{Log } k + 1/n \text{ Log } C_e$$

Keterangan:

C_e = Konsentrasi kesetimbangan adsorbat dalam larutan setelah adsorpsi (mg/L)

K = Konstanta adsorpsi Freundlich

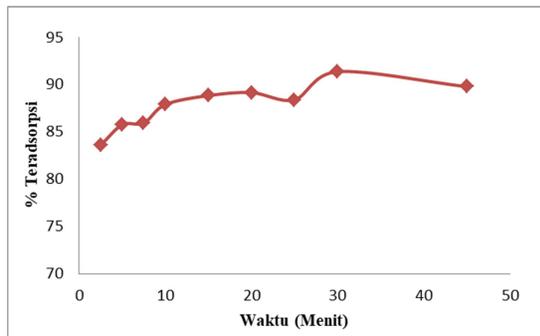
n = Konstanta empiris

Q = Jumlah adsorbat teradsorpsi per bobot adsorben (mg/g)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Studi Adsorpsi dengan Terhadap Kadmium Pengaruh Waktu Kontak

Pada penelitian ini dilakukan penentuan waktu kontak optimum yang bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu kontak yang dibutuhkan oleh ampas kopi dalam mengadsorpsi kadmium. Berikut grafik pengaruh waktu kontak terhadap jumlah kadmium yang teradsorpsi pada ampas kopi yang ditunjukkan pada **Gambar 1** sebagai berikut:

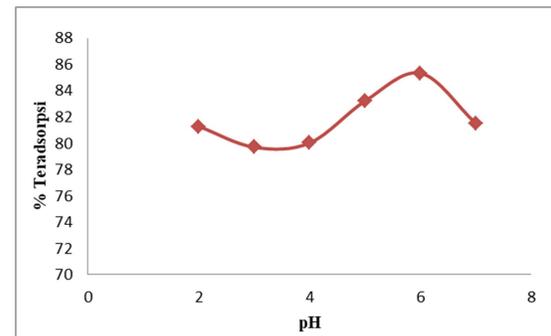


Gambar 1. Pengaruh variasi waktu kontak terhadap adsorpsi kadmium oleh ampas kopi.

Berdasarkan hasil yang didapatkan pada **Gambar 1** menunjukkan waktu kontak optimum yang diperoleh dari adsorben ampas kopi dalam mengadsorpsi kadmium terjadi pada waktu kontak 30 menit dengan jumlah persen teradsorpsi sebesar 91,37%. Berdasarkan data tersebut semakin lama waktu kontak maka persen adsorpsi akan semakin besar pula dimana pada waktu kontak 5 menit mengalami kenaikan secara perlahan hingga waktu kontak 30 menit. Dapat disimpulkan bahwa penyerapan akan terus meningkat karena situs aktif pada pori-pori ampas kopi yang belum mencapai titik jenuh. Ketika ampas kopi telah jenuh ampas kopi akan melepaskan kembali kadmium yang telah diserapnya.

Pengaruh pH

Pada penelitian ini dilakukan uji adsorpsi dengan variasi pH yang bertujuan untuk mengetahui pH optimum dari kadmium yang teradsorpsi menggunakan ampas kopi. Berikut adalah grafik pengaruh pH terhadap jumlah *methylene blue* yang teradsorpsi pada ampas kopi yang ditunjukkan pada **Gambar 2** sebagai berikut:

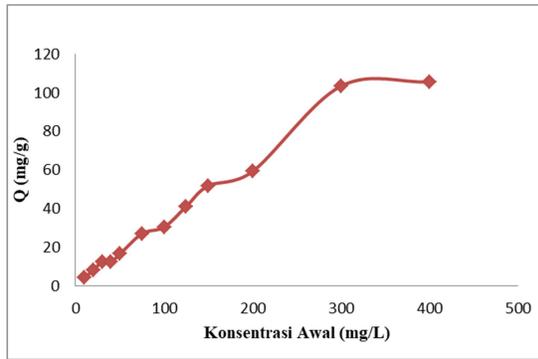


Gambar 2. Pengaruh variasi pH terhadap adsorpsi kadmium oleh ampas kopi.

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada **Gambar 2** menunjukkan bahwa terjadi peningkatan adsorpsi kadmium oleh ampas kopi dimana menunjukkan peningkatan kapasitas adsorpsi dengan meningkatnya pH. Didapatkan pH optimum pada pH 6 dengan jumlah persen teradsorpsi sebesar 85,32%. Penurunan adsorpsi kadmium karena polaritas ion kadmium yang lebih rendah pada pH yang lebih tinggi. Adsorpsi pada pH rendah mungkin karena konsentrasi dan mobilitas ion H^+ yang lebih tinggi. Pada pH tinggi jumlah H^+ yang lebih rendah dengan muatan permukaan negatif yang tinggi menghasilkan lebih banyak adsorpsi kadmium [6].

Pengaruh Konsentrasi Awal

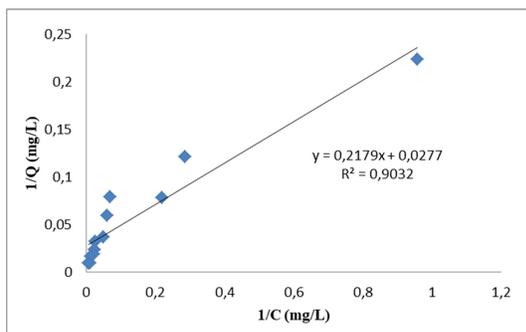
Pada penelitian ini dilakukan uji adsorpsi dengan variasi konsentrasi awal yang bertujuan untuk mengetahui besarnya konsentrasi kadmium yang teradsorpsi menggunakan ampas kopi. Berikut adalah grafik variasi konsentrasi awal terhadap jumlah kadmium yang teradsorpsi pada ampas kopi yang ditunjukkan pada **Gambar 3** sebagai berikut:



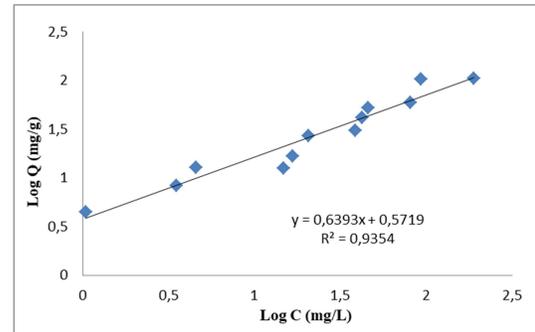
Gambar 3. Pengaruh variasi konsentrasi awal terhadap kapasitas adsorpsi kadmium oleh ampas kopi.

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada **Gambar 3** menunjukkan bahwa terjadi peningkatan adsorpsi kadmium oleh ampas kopi pada variasi konsentrasi secara perlahan pada 10-400 mg/L dengan jumlah kadmium yang teradsorpsi sebesar 4,47-105,75 mg/g. Kapasitas terus meningkat hal ini dikarenakan permukaan ampas kopi belum jenuh sehingga ampas kopi masih dapat menyerap molekul-molekul kadmium. Jika permukaan ampas kopi mencapai titik kejenuhan maka ampas kopi akan melepas molekul-molekul kadmium yang telah diserap sehingga daya adsorpsi akan menurun. Didapatkan kapasitas adsorpsi maksimum kadmium oleh ampas kopi sebesar 66,74 mg/g.

Kemudian, dilakukan kajian mengenai isoterm adsorpsi untuk mengetahui keseimbangan yang terbentuk antara jumlah zat warna yang teradsorpsi pada adsorben dan yang tersisa dalam larutan melalui pengujian dengan parameter isoterm adsorpsi (Azouaou *et al*, 2010). Isoterm adsorpsi yang digunakan adalah isoterm Langmuir dan Freundlich. Berikut merupakan data isoterm adsorpsi jenis Langmuir dan Freundlich dapat dilihat pada **Gambar 4 dan 5** sebagai berikut:



Gambar 4. Kurva isoterm Langmuir adsorpsi kadmium oleh ampas kopi.



Gambar 5. Kurva isoterm Langmuir adsorpsi kadmium oleh ampas kopi.

Dari gambar di atas menunjukkan bahwa isoterm adsorpsi kadmium oleh ampas kopi diperoleh hasil yaitu pada Isoterm Freundlich memiliki R^2 sebesar 0,9032 dan pada Isoterm Freundlich memiliki R^2 sebesar 0,9354. Adsorpsi kadmium oleh ampas kopi mengikuti model isoterm Freundlich dimana hal ini ditunjukkan dengan nilai R^2 sebesar 0,9354. Isoterm adsorpsi Freundlich menunjukkan bahwa adsorpsi di permukaan adsorben terjadi pada situs-situs aktif yang bersifat heterogen [7].

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa hasil parameter adsorpsi yang diperoleh ampas kopi untuk mengadsorpsi logam kadmium yaitu terjadi pada waktu kontak 30 menit, pada pH 7 dan kapasitas adsorpsi maksimum sebesar 66,74 mg/g. Jenis isoterm adsorpsi yang diperoleh yaitu Isoterm Freundlich.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Purwanto, P., dan Diasmara, G. (2020). Pemanfaatan Limbah Ampas Kopi Menjadi Bahan Komposit Sebagai Bahan Dasar Alternatif Pembuatan Produk Dompot. *Jurnal Strategi Desain Dan Inovasi Sosial*, 1(2), 175.
- [2] Wahyuni, N., H. Silalahi, I., dan Angelina, D. (2019). Isoterm Adsorpsi Fenol Oleh Lempung Alam. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 7(1), 029.
- [3] Moelyaningrum, A. D. (2019). Pemanfaatan Arang Aktif Ampas Kopi sebagai Adsorben Kadmium pada Air Sumur. *02(1)*, 11–19.
- [4] Badriyah, L., dan Putri, M.P. (2017). Kinetika Adsorpsi Cangkang Telur pada Zat Warna Metilen Biru, *Journal of Chemistry*, 5(3), 85-91

- [5] Rattanapan, S., Srikrum, J., dan Kongsune, P. (2017). Adsorption of Methyl Orange on Coffee Grounds Activated Carbon. *Energy Procedia*, 138, 949–954.
- [6] Azouaou, N., Sadaoui, Z., Djaafri, A., dan Mokaddem, H. (2010). Adsorption of Cadmium from Aqueous Solution Onto Untreated Coffee Grounds: Equilibrium, Kinetics and Thermodynamics. *Journal of Hazardous Materials*, 184(1–3), 126–134.
- [7] Tahad, A., dan Sanjaya, A. R. (2017). Isoterm Freundlich, Model Kinetika dan Penentuan Laju Reaksi Adsorpsi Besi dengan Arang Aktif dari Ampas Kopi. *Jurnal Chemurgy*, 01(2), 13-21.