

## ADSORPSI LOGAM KADMIUM (Cd) MENGGUNAKAN ADSORBEN AMPAS TEH DENGAN METODE CELUP

## ADSORPTION OF METAL CADMIUM (Cd) BY ADSORBENT FROM TEA WASTE WITH DIP METHOD

Tiara Izza Nafila, Bohari Yusuf\* dan Teguh Wirawan

Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman

Jalan Barong Tongkok No.4 Kampus Gunung Kelua Samarinda Indonesia 75123

\*Corresponding Author: [bohari@unmul.ac.id](mailto:bohari@unmul.ac.id)

Diterbitkan: 01 Maret 2023

### ABSTRACT

Tea waste adsorbent can be utilized for cadmium metal adsorption. The aim of this study was to determine the optimum contact time, optimum pH, and maximum adsorption capacity using the batch method and the dip method. The concentration of cadmium was determined by complexing using dithizone and measured using a UV-Vis spectrophotometer at a wavelength of 518 nm. The results were obtained in the batch method at the optimum contact time of 10 minutes, the optimum pH of 10, and the maximum adsorption capacity of 157,1282 mg/g. In the dip method the optimum contact time was 30 minutes, and the maximum adsorption capacity was 76,7932 mg/g. The type of isotherm obtained on the adsorption of cadmium metal on the tea waste adsorbent was the Langmuir isotherm.

**Keywords:** *Tea waste, adsorption, cadmium, dip method*

### ABSTRAK

Adsorben ampas teh dapat dimanfaatkan sebagai adsorpsi logam kadmium. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan waktu kontak optimum, pH optimum dan kapasitas adsorpsi maksimum dengan metode *batch* dan metode celup. Penentuan konsentrasi kadmium dengan dikomplekskan menggunakan ditizon dan diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 518 nm. Hasil yang diperoleh pada metode *batch* pada waktu kontak optimum 10 menit, pH optimum 10 dan kapasitas adsorpsi maksimum sebesar 157,1282 mg/g. Pada metode celup waktu kontak optimum 30 menit dan kapasitas adsorpsi maksimum sebesar 76,7932 mg/g. Jenis isoterm yang diperoleh pada adsorpsi logam kadmium pada adsorben ampas teh sesuai dengan isoterm Langmuir.

**Kata kunci:** *Ampas teh, adsorpsi, kadmium, metode celup*

### PENDAHULUAN

Teh merupakan komoditi ekspor unggulan yang telah lama dibudidayakan di Indonesia. Teh yang tumbuh di Indonesia merupakan jenis teh dari varietas Assamica yang berasal dari Assam, bagian dari India. Tanaman teh biasanya tumbuh di Indonesia hanya di beberapa provinsi saja seperti Jawa Barat, Jawa Tengah dan Sumatera Utara [1]. Ampas teh merupakan sisa dari teh yang masih dapat digunakan seperti biomassa, ampas teh sering tidak lagi digunakan dan menjadi masalah pembuangan yang cukup meningkat [2]. Menurut Muhajjalin [3] ampas teh

dapat menjadi adsorben pada logam berat karena mengandung senyawa selulosa 37%, lignin 14%, hemiselulosa 14% serta polifenol 25%. Ampas teh ini dapat mengikat ion logam pada proses adsorpsi karena memiliki gugus fungsi berupa gugus hidroksil dan gugus karbonil seperti C  $\equiv$  C, OH [4], C-O [5] dan C-H, C=C [6] sehingga memiliki sifat fisik yang kuat untuk mengadsorpsi ion logam [7].

Sumber kadmium alami dapat berasal dari gunung berapi sedangkan ion kadmium (II) bersumber dari aktifitas industri. Sehingga diharapkan logam kadmium ini keberadaan di

lingkungan cukup kecil. Berdasarkan peraturan pemerintah No. 82 tahun 2001 kadar kadmium pada air maksimal sebesar 0,3 ppm [8]. Jika kadmium masuk ke dalam tubuh dengan kandungan 200  $\mu\text{g}$  Cd/gram pada ginjal akan mengalami gagal ginjal yang mengakibatkan kematian. Kadmium dalam tubuh akan mengalami peningkatan sesuai dengan bertambah usia. Dengan adanya hal tersebut diharapkan adanya analisa kadmium pada sumber air yang digunakan sehari-hari khususnya air minum [9].

Adsorpsi merupakan suatu metode yang menyerap bahan pada suatu komponen cair atau gas, dimana fasa cair atau gas akan ditarik dengan permukaan fasa padat. Komponen yang akan terserap disebut adsorbet sedangkan yang menyerap disebut adsorben [10].

Pada umumnya pada adsorpsi logam dengan menggunakan metode *batch*. Hanya saja dalam metode tersebut memiliki beberapa kelemahan seperti larutan yang telah dikontakan pada adsorben perlu melakukan proses penyaringan guna memisahkan sisa-sisa dari adsorben dan larutan. Tetapi dengan menggunakan metode celup yang relatif murah dan bahan yang digunakan mudah didapat sistem celup ini memudahkan pada proses memisahkan antara adsorben dengan larutan tanpa melalui penyaringan kembali, berbeda dengan jenis metode *batch*. [11].

## METODOLOGI PENELITIAN

### Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini diantaranya pipet tete, pipet volum, labu ukur, neraca analitik, corong kaca, gelas kimia, spatula, batang pengaduk, *magnetic stirrer*, ayakan 60 *mesh*, pH meter dan spektrofotometer UV-Vis Genesys seri 10S.

### Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini diantaranya ampas teh, *aquadest*,  $3\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ , NaOH,  $\text{HNO}_3$ , kantong teh, tisu, kloroform, ditizon, kertas saring.

### Prosedur Penelitian

#### Preparasi Ampas Teh

Ampas teh yang sudah dicuci bersih dengan air panas hingga tidak berwarna lagi. Ampas teh dikeringkan menggunakan oven pada suhu  $105^\circ\text{C}$  selama 2 jam. Ampas teh dikeluarkan dari oven lalu dimasukkan ke dalam desikator selama 2 jam.

Ampas teh dihaluskan dengan menggunakan mortar alu dan diayak menggunakan ayakan 60 *mesh*.

### Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Larutan standar kadmium 25 ppm sebanyak 20 mL dimasukkan ke dalam gelas kimia ditambahkan NaOH 1% hingga mencapai pH 9, larutan ditizon 0,0015% sebanyak 5 mL ditambahkan lalu diaduk hingga terbentuk kompleks berwarna merah muda. Fase organik berwarna merah muda diambil sebanyak 1 mL lalu diukur nilai absorbansi dengan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 500-560 nm.

### Pembuatan Kurva Standar

Larutan standar kadmium 1, 2, 3, 4 dan 5 ppm sebanyak 20 mL dimasukkan ke dalam gelas kimia masing-masing ditambahkan larutan NaOH 1% tetes pertetes hingga pH 9. Setiap larutan ditambahkan larutan ditizon 0,0015% sebanyak 5 mL di aduk hingga terbentuk kompleks merah muda. Fase organik berwarna merah muda diambil dan diukur dengan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 518 nm.

### Adsorpsi Terhadap Larutan Kadmium Metode *Batch*

#### Variasi Waktu Kontak

Sebanyak 0,25 gram adsorben ampas teh dimasukkan ke dalam gelas kimia yang berisi 20 mL larutan kadmium 25 ppm. Campuran diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 5 menit. Filtrat dipisahkan lalu diatur hingga pH 9. Larutan tersebut ditambahkan 5 mL larutan ditizon 0,0015% lalu diaduk hingga didapatkan kompleks berwarna merah muda. Fasa organik berwarna merah muda diambil lalu dianalisa dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 518 nm. Langkah tersebut diulangi pada waktu kontak 10, 15 dan 30 menit

#### Variasi pH

Sebanyak 0,25 gram adsorben ampas teh dimasukkan ke dalam gelas kimia yang berisi 20 mL larutan kadmium 25 ppm yang telah diatur pH 3. Campuran tersebut diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer* selama waktu optimum 10 menit. Filtrat dipisahkan lalu diatur hingga pH 9. Larutan tersebut ditambahkan 5 mL

larutan ditizon 0,0015% lalu diaduk perlahan hingga didapatkan kompleks berwarna merah muda. Fasa organik berwarna merah muda diambil lalu dianalisa dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 518 nm. Langkah tersebut diulangi pada pH 4, 5, 7, 8, 10 dan 11.

#### Variasi Konsentrasi

Sebanyak 0,1 gram adsorben ampas teh dimasukkan ke dalam gelas kimia yang berisi larutan kadmium 50 ppm campuran tersebut diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer* selama waktu optimum 10 menit dan pH optimum yaitu pH 10. Filtrat dipisahkan dan diatur hingga pH 9. Larutan tersebut ditambahkan 5 mL larutan ditizon 0,0015% lalu diaduk perlahan hingga didapatkan kompleks berwarna merah muda. Fasa organik berwarna merah muda diambil lalu dianalisa konsentrasi kadmium dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 518 nm. Langkah tersebut diulangi pada konsentrasi 100, 150, 200, 300, 400, 500 dan 600 ppm.

#### Adsorpsi Larutan Kadmium Metode Celup Variasi Waktu Kontak

Sebanyak 0,25 gram adsorben ampas teh dimasukkan ke dalam kantong teh, diletakkan ke dalam gelas kimia yang berisi 20 mL larutan kadmium 25 ppm dengan pH optimum yaitu pH 10. Campuran diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 5 menit. Kantong teh dipisahkan dari filtrat, diatur hingga pH 9. Larutan tersebut ditambahkan 5 mL larutan ditizon 0,0015% lalu diaduk perlahan hingga didapatkan kompleks berwarna merah muda. Fasa organik berwarna merah muda diambil lalu dianalisa konsentrasi kadmium dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 518 nm. Langkah tersebut diulangi pada waktu kontak 10, 15, 30 dan 60 menit.

#### Variasi Konsentrasi

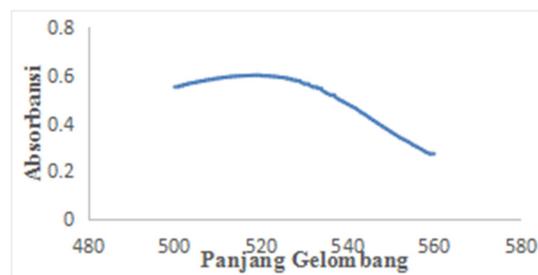
Sebanyak 0,1 gram adsorben ampas teh dimasukkan ke dalam kantong teh, diletakkan ke dalam gelas kimia yang berisi 20 mL larutan kadmium 50 ppm dengan pH optimum yaitu pH 10. Campuran diaduk dengan *magnetic stirrer* selama waktu optimum 30 menit. Kantong teh dipisahkan dari filtrat, diatur hingga pH 9. Larutan tersebut ditambahkan 5 mL larutan

ditizon 0,0015% lalu diaduk perlahan hingga didapatkan kompleks berwarna merah muda. Fasa organik berwarna merah muda diambil lalu dianalisa konsentrasi kadmium dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 518 nm. Langkah tersebut diulangi pada konsentrasi 100, 150, 200, 300, 400, 500 dan 600 ppm.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Pada gambar 1 dengan mengukur nilai adsorbansi yang dikomplekskan dengan larutan ditizon menggunakan spektrofotometer UV-Vis panjang gelombang 500-560 nm, seperti gambar 1.

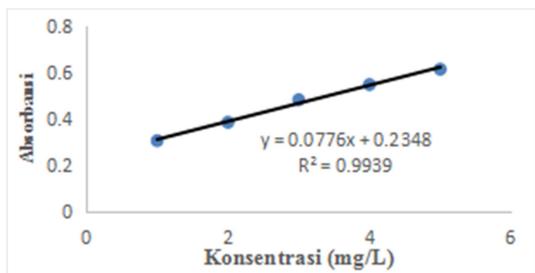


Gambar 1. Kurva Panjang Gelombang Maksimum Cd

Berdasarkan gambar 1 penentuan panjang gelombang maksimum larutan Cd didapatkan panjang gelombang 518 nm dengan absorbansi sebesar 0,559. Menurut Amin [12], menyatakan panjang gelombang pada penentuan larutan Cd sebesar 519 nm.

### Penentuan Kurva Standar

Pada gambar 2 penentuan kurva standar yang telah dilakukan pada penelitian ini digunakan larutan standar Cd dengan variasi konsentrasi 1, 2, 3, 4 dan 5 ppm. Hasil yang diperoleh pada gambar 2 persamaan regresi  $y=0,0774x + 0,2348$  yang diketahui y sebagai absorbansi dan x sebagai konsentrasi larutan Cd dengan nilai  $R^2 = 0,9939$ .

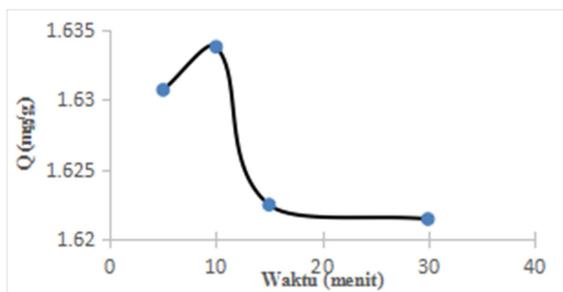


Gambar 2. Kurva Standar Cd

### Metode Batch

#### Penentuan Waktu Kontak Optimum

Pada penentuan waktu kontak optimum yang telah ditentukan pada gambar 3 yang bertujuan untuk mengetahui waktu kontak optimum yang dibutuhkan oleh larutan Cd untuk mengadsorpsi ampas teh.

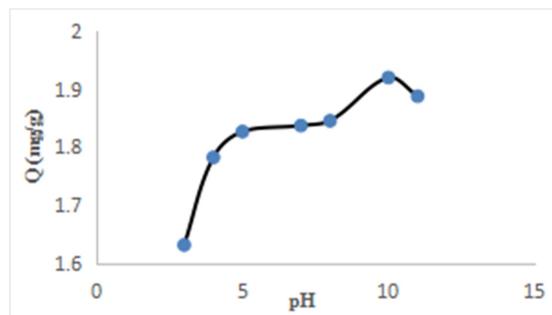


Gambar 3. Kurva Penentuan Waktu Kontak Optimum Metode Batch

Berdasarkan hasil data yang ditunjukkan pada gambar 3 didapatkan waktu kontak optimum sebesar 10 menit dengan jumlah teradsorpsi ( $Q_a$ ) sebesar 1,6338 mg/g dan % teradsorpsi sebesar 81,6907%. Menurut Maulana [13], waktu kontak yang rendah belum dapat bereaksi antara adsorben dan larutan Cd. Hal ini terjadi karna proses interaksi antara adsorben dengan adsorbat belum tercapai kejenuhan pada adsorben dan pelepasan intelaksi adsorbat yang telah terserap sebelumnya.

#### Penentuan pH

Pada gambar 4 penentuan pH yang bertujuan untuk mengetahui pH optimum yang dibutuhkan oleh larutan Cd untuk mengadsorpsi ampas teh. Hasil yang diperoleh seperti gambar 4 berikut.

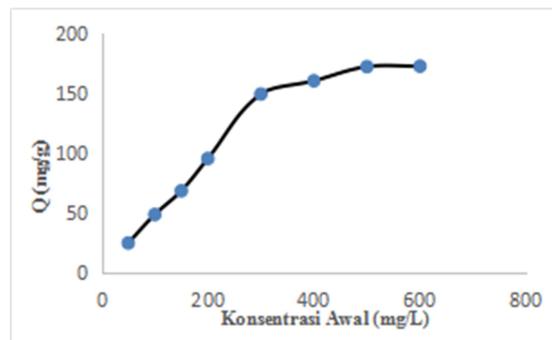


Gambar 4. Kurva Penentuan pH Optimum

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada penentuan pH optimum yang dikontakan dengan adsorben ampas teh dan larutan Cd diperoleh pH optimum 10 dengan jumlah teradsorpsi ( $Q_a$ ) sebesar 1,9193 mg/g dengan % teradsorpsi sebesar 95,9690%. Hal ini sesuai dengan penelitian Maulana [13], proses adsorpsi pada ampas teh akan mengalami peningkatan pada pH basa. Apabila proses adsorpsi pada logam kadmium dapat melalui pertukaran ion, maka dipengaruhi oleh banyaknya jumlah proton dengan permukaan adsorben. Sedangkan jika pH di bawah 5 akan mengadsorpsi lebih rendah, karna jumlah proton  $H^+$  berlimpah sehingga pengikatan logam Cd dengan ampas teh lebih rendah. Jika pada pH basa memiliki jumlah proton  $H^+$  lebih kecil yang mengakibatkan pengikatan ion dengan logam kadmium dengan gugus aktif yang terdapat pada ampas teh lebih besar

#### Penentuan Kapasitas Adsorpsi Maksimum

Pada penentuan kapasitas adsorpsi seperti gambar 5 yang telah dilakukan dengan bertujuan untuk mengetahui kapasitas adsorpsi yang didapatkan oleh larutan Cd untuk mengadsorpsi ampas teh.



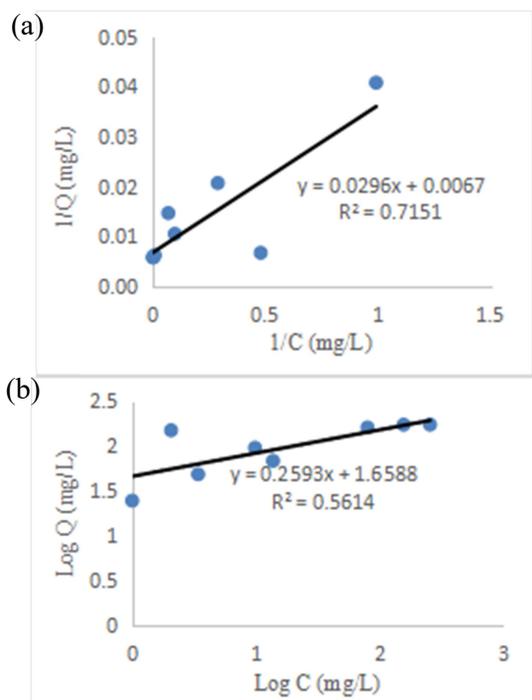
Gambar 5. Kurva Penentuan Kapasitas Adsorpsi Maksimum Metode Batch

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada gambar 5

dalam penentuan kapasitas adsorpsi yang dikontakan larutan Cd dengan adsorben ampas teh. Pada kapasitas adsorpsi 600 ppm mengalami peningkatan teradsorpsi ( $Q_a$ ) sebesar 172,2293 mg/g dengan % teradsorpsi sebesar 57,4097% dan kapasitas adsorpsi sebesar 157,1282 mg/g. Menurut Naihi [14], proses adsorpsi yang terjadi pada ampas teh yang belum mencapai jenuh pada permukaan adsorben ampas teh sehingga proses penyerapan dengan logam Cd akan terus berinteraksi. Hal ini akan terjadi bila permukaan adsorben telah mengalami kejenuhan pada proses adsorpsi sehingga adsorben akan terus melepas molekul-molekul logam Cd yang telah berinteraksi, maka daya adsorpsi akan menurun.

#### Penentuan Jenis Isoterm Langmuir dan Isoterm Freundlich

Pada penentuan isoterm untuk mengetahui isoterm yang sesuai dengan adsorben tersebut, Adapun isoterm Langmuir dan isoterm Freundlich berdasarkan gambar 6.



**Gambar 6.** Kurva Isoterm Langmuir (a) dan Isoterm Freundlich (b)

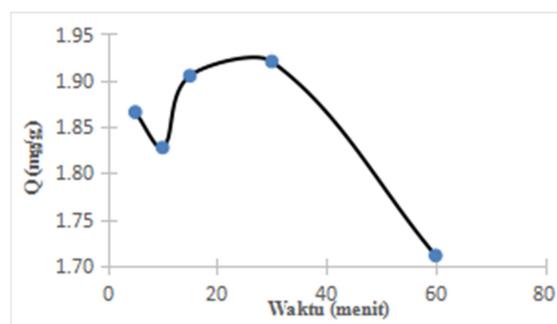
Berdasarkan gambar 6 adsorpsi logam Cd dengan adsorben ampas teh, pada isoterm Langmuir didapatkan persamaan nilai  $y=0,0296x+0,0067$  dengan nilai  $R^2$  sebesar 0,7151. Sedangkan pada isoterm Freundlich didapatkan persamaan nilai  $y=0,2593x+1,6588$  dengan nilai  $R^2$  sebesar

0,5614. Berdasarkan hasil yang didapatkan penentuan kapasitas adsorpsi kadmium dengan ampas teh mengikuti jenis isoterm Langmuir.

#### Metode Celup

##### Penentuan Waktu Kontak Optimum

Pada penentuan waktu kontak optimum yang telah ditentukan pada gambar 7 yang bertujuan untuk mengetahui waktu kontak optimum yang dibutuhkan oleh larutan Cd untuk mengadsorpsi ampas teh pada metode celup.

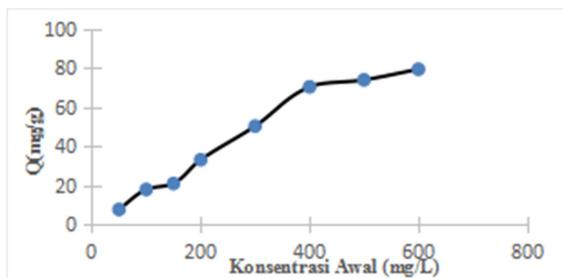


**Gambar 7.** Kurva Penentuan Waktu Kontak Optimum Metode Celup

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada penentuan waktu kontak optimum pada gambar 7 yang dikotakan dengan adsorben ampas teh pada metode celup diperoleh waktu kontak optimum 30 menit dengan jumlah teradsorpsi ( $Q_a$ ) sebesar 1,9204 mg/g dengan % teradsorpsi sebesar 96,0206% . Menurut Amin [12], menyatakan bahwa ketika sesuatu telah mencapai waktu optimum maka pada waktu seterusnya akan mengalami penurunan tingkat adsorpsi pada permukaan adsorben ampas teh. Hal ini menyebabkan bahwa permukaan adsorben telah jenuh oleh adsorbat sehingga tidak mampu lagi untuk menyerap adsorbat.

##### Penentuan Kapasitas Adsorpsi Maksimum

Pada penentuan kapasitas adsorpsi seperti gambar 8 yang telah dilakukan dengan bertujuan untuk mengetahui kapasitas adsorpsi yang didapatkan oleh larutan Cd untuk mengadsorpsi ampas teh pada metode celup.



**Gambar 8.** Kapasitas Adsorpsi Maksimum Metode Celup

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada penentuan kapasitas adsorpsi pada gambar 8 di atas yang dikontakkan dengan adsorben ampas teh dengan larutan Cd ditizon diperoleh kapasitas adsorpsi pada konsentrasi 600 ppm dengan jumlah teradsorpsi ( $Q_a$ ) sebesar 79,3608 mg/g dengan % teradsorpsi sebesar 66,1340% dan kapasitas adsorpsi maksimum sebesar 76,7932 mg/g. Menurut Azhari [15], hal tersebut disebabkan karena permukaan pada adsorben belum mengalami kejenuhan sehingga molekul-molekul yang terdapat pada permukaan adsorben masih dapat menyerap. Tetapi jika permukaan adsorben telah mengalami kejenuhan maka adsorpsi pada permukaan adsorben akan lemah sehingga yang awalnya telah berikatan dapat melepaskan kembali seiring dengan konsentrasi pada kadmium. Apabila konsentrasi pada kadmium bertambah maka daya adsorpsi akan bertambah juga.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa pada metode *batch* didapatkan waktu kontak optimum 10 menit, pH optimum 10 dan kapasitas adsorpsi maksimum sebesar 157,1282 mg/g. Pada metode celup diperoleh waktu kontak optimum 30 menit dan kapasitas adsorpsi maksimum sebesar 76,7932 mg/g dengan jenis isoterm pada ampas teh mengikuti isoterm Langmuir.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jannati, F. Marsudi, E. dan Fauzi, T. 2020. Analisis Daya Saing Ekspor Teh Indonesia dan Teh Vietnam di Pasar Dunia. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 5(1). 181-190.
- [2] Arvanitoyannis, I. S. dan Varzakas, T. H. 2008. Vegetable Waste Treatment:

Comparison and Critical Presentation of Methodologies. *Crit. Rev. Food Sci.Nurt.*, 48. 205-247.

- [3] Muhajjalin, R. G., Agawijaya, I., Santoso, B. dan Suryadi, J. 2021. Perbandingan efektifitas Ampas Teh Hitam dan Ampas Teh Hijau Sebagai Adsorben Ion Logam Cr (VI). *Jurnal Fullerene*. 6(2). 101-109.
- [4] Sastrohamidjojo, H. 1991. Spektroskopi. Yogyakarta: Liberty Yogyakarta.
- [5] Lursianti, B. dan Zamri, A. 2015. Sintesis dan Uji Toksisitas Senyawa Analog Kalkon dari 4'-Hidroksiasetonfenon dengan Dimetoksibenzaldehid. *Jurnal Photon*. 6(1).
- [6] Rahmadani, N. dan Kurniawati, P. 2017. Sintesis dan Karakterisasi Karbon Teraktivasi Asam dan Basa Berbasis Mahkota Nanas. *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pembelajaran*. 154-161.
- [7] Sun, G., Uyanik, A. dan Ozasik, A. 1997. Sun Flower Stalks as Adsorbents for Color Removal from Textile Wastewater. *Industrial dan engineering Chemistry Research*, 36. 808-812.
- [8] Fauzizah, U., Utami, B. dan Masykuri, M. 2022. Adsorpsi Ion  $Cd^{2+}$  dengan Kombinasi Adsorben Cangkang Telur-Tongkol Jagung Teraktivasi Menggunakan Metode Batch. *Jurnal Universitas Sebelas Maret*. 13(1). 80-93.
- [9] Herman, D. Z. 2006. Tinjauan Terhadap Tailing Mangandung Unsur Pencemar Arsen (As), Merkuri (Hg), Timbal (Pb) dna Kadmium (Cd) dari Sisa Pengolahan Bijih Logam. *Jurnal Geologi Indonesia*. 1(1). 31-36.
- [10] Kipling, J. J. 1965. *Adsorption for Solution of Non Electrolytes*. London: Academic Press.
- [11] Hardini, R., Risnawati, I., Fauzi, A. dan Komari, N. 2009. Pemanfaatan Rumput Alang-alang (*Imperata cylindrica*) sebagai Biosorben Cr(VI) Pada Limbah Industri Sasirangan dengan Metode Teh Celup. *Jurnal Sains dan Terapan Kimia*. 2(1). 57-73.

- [12] Amin, A., Sitorus, S. dan Yusuf, B. 2016. Pemanfaatan Limbah Tongkol Jagung (*Zea mays L*) Sebagai Arang Aktif dalam Menurunkan Kadar Amonia, Nitrit dan Nitrat Pada Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Teknik Celup. *Jurnal Kimia Mulawarman*. 13(2). 78-84.
- [13] Maulana, I., Iryani, A. dan Nashrianto, H. 2017. Pemanfaatan ampas The Sebagai Adsorben Ion Kalsium  $Ca^{2+}$  dan Ion Magnesium  $Mg^{2+}$  dalam Air Sadah. *Jurnal Universitas Pakuan Bogor*. 1-7.
- [14] Naihi, H. B. 2020 *Adsorption of Copper (II) from Aqueous Solution Using Tea (Camellia sinensis) Leaf Waste*. Switzerland: *Materials Science Forum*.
- [15] Azhari, M. R., Saleh, C. dan Yusuf, B. 2017. Pemanfaatan Serbuk Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Teraktivasi dengan Sistem Kantong Celup Sebagai Adsorben Penjerap Ion Logam Kadmium (Cd). *Jurnal Atomik*. 2(2). 197-203.