# PENGARUH VARIASI pH DAN BERAT ADSORBEN DALAM PENGURANGAN KONSENTRASI Cr TOTAL PADA LIMBAH ARTIFISIAL MENGGUNAKAN ADSORBEN AMPAS DAUN TEH

*EFFECT OF VARIATION OF pH AND ADSORBENT WEIGHT IN Cr TOTAL REDUCTION IN ARTIFICIALLY WASTE USING TEA LEAVES DREGS ADSORBENTS*

***Nurafriyanti[1], Nopi Stiyati Prihatini[2] , Isna Syauqiah[3]***

*[1]Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik,ULM*
*[2]Dosen Program Studi Teknik lingkungan, Fakultas Teknik,ULM*
*[3] Dosen Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, ULM*
*Jl. A. Yani Km 36, Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714, Indonesia*
*E-mail : Nurafriyanti1214@gmail.com*

## *ABSTRAK*

*Salah satu penyebab pencemaran lingkungan adalah logam berat. Krom merupakan salah satu parameter logam berat pencemar lingkungan. Oleh karena itu harus dilakukan reduksi logam krom, salah satunya dengan proses adsorpsi. Adsorpsi bisa dilakukan dengan menggunakan adsorben alami. Salah satu potensi adsorben alami yang bisa didapatkan di Kalimantan Selatan adalah ampas daun teh. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi pH dan berat adsorben dalam pengurangan Cr total pada limbah cair artifisial serta menganalisis efisiensi pengurangan Cr total dan kapasitas adsorpsi dengan menggunakan adsorben dari ampas daun teh. Sebelum proses adsorpsi dilakukan, adsorben diaktivasi menggunakan NaOH 4%. Selanjutnya proses adsorpsi dilakukan dengan menggunakan metode batch. Variabel bebas pH (4,5,6,7,8) , berat adsorben sebanyak 0,4 ; 0,6 ; 0,8; 1,0 gram dengan waktu kontak 45 menit. Kecepatan pengadukan 120 rpm dan konsentrasi Cr total sebesar 10 ppm. Hasil penelitian menunjukan penurunan Cr total terbesar terjadi pada pH 4 dan pada berat 0,4 gram. Efisiensi penyerapan Cr terbesar terjadi pada larutan pH 4 sebanyak 13,18% dan kapasitas adsorpsi sebanyak 0,06 mg/g. Efisiensi dan kapasitas adsorpsi terbesar terjadi pada berat 0,4 gram adalah 12,11% dan 0,06 mg/g.*

Kata Kunci: Adsorpsi, Cr total, ampas daun teh, efisiensi, kapasitas adsorpsi

## *ABSTRACT*

*One of the causes of environmental pollution is heavy metals. Chromium is one of the parameters of heavy metal polluters. Therefore, chromium metal reduction must be done, one way to do it is with adsorption process . Adsorption can be done using natural adsorbent. One of the potential natural adsorbent which can be found in South Kalimantan is the dregs of tea leaves. This study aims to analyze the influence of pH and adsorbent weight in the reduction of total Cr in artificial wastewater and analyze the efficiency and the reduction of Cr total adsorption capacity by using adsorbents from the dregs of the tea leaves. Before the adsorption process is executed, the adsorbent was chemically activated using 4% NaOH. Furthermore, the adsorption process is done by using the batch method. The independent variable pH (4,5,6,7,8), the weight of the adsorbent as much as 0.4; 0.6; 0.8; 1.0 grams in 45 minutes contact time. Stirring speed of 120 rpm and total Cr concentration of 10 ppm. The results showed that the largest decrease of total Cr achieved at pH 4 and 0.4 gram of weight. The largest Cr adsorption at pH 4 solution is 13.18% and adsorption*

*capacity at 0.06 mg/g. The largest efficiency and capacity achieved at 0.4 gram of weight is 12.11% and 0.06 mg/g*

Keywords: Adsorption, Cr total, the dregs of the tea leaves, the efficiency, the adsorption capacity

## 1. PENDAHULUAN

Krom merupakan logam berat yang jika melebihi baku mutu akan mencemari lingkungan. Salah satu cara kromium bisa masuk dan merusak lingkungan adalah dengan buangan limbah industri. Limbah kromium bersifat racun, logam ini dapat mengakibatkan keracunan akut dan fatal bagi manusia. Keracunan senyawa-senyawa ion krom pada manusia ditandai dengan kecenderungan terjadi pembengkakan pada hati. Tingkat keracunan krom pada manusia salah satu caranya mengetahui kadar krom dalam urine (Pratiwi, 2013).

Salah satu cara untuk menanggulangi pencemaran tersebut adalah dengan melakukan proses adsorpsi dengan menggunakan adsorben. Dari beberapa metode yang digunakan,adsorpsi adalah metode yang paling efektif, danjuga ekonomis dalam penanganan limbah logam,diantaranya melalui penggunaan berbagai adsorbenanorganik seperti zeolit, arang, dan berbagailimbah organik yang potensial seperti kulit jagung,kulit pisang, ataupun tempurung kelapa. Selainadsorben organik seperti biosorben, adsorbenanorganik yang potensial selain lempung sepertibatuan dan pasir juga dapat digunakan untukmengadsorpsi logam berat (Andika, 2016).

Pada umumnya, adsorben alami banyak dipilih karena lebih ekonomis dan lebih efektif. Beberapa pilihan adsorben alami yang bisa digunakan, ampas teh memiliki potensi yang cukup besar sebagai adsorben. Beberapa penelitian tentang ampas teh, terbukti bahwa bahan ini dapat menyerap logam-logam berat. Kemampuan tersebut dihasilkan dari gugus fungsional dinding sel ampas daun teh yang terdiri dari selulosa, hemiselulosa, lignin, publikasi tanin dan protein struktural (Retnowati, 2005).

Beberapa penelitian sebelumnya didapatkan variasi waktu kontak yang berbeda-beda, maka variasi waktu kontak diperlukan untuk penelitian ini. Pada pH asam dikatakan menjadi kondisi optimum suatu proses adsorpsi. Hal itu pula yang harus dibuktikan dan menjadi acuan untuk melakukan variasi pH. Berat adsorben yang dipakai juga berpengaruh karena berat adsorben mempengaruhi gugus aktif dari adsorben itu sendiri.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi pH, berat adsorben dan waktu kontak dalam pengurangan Crtotal pada limbah cair artifisial serta menganalisis efisiensi pengurangan Crtotal dan kapasitas adsorpsi dengan menggunakan adsorben dari ampas daun teh. Metode yang digunakan adalah metode batch.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Lokasi dan Waktu penelitian

Penelitian dilakukan Laboratorium Kimia Dasar Fakultas Teknik dan Laboratorium Dasar FMIPA, Banjarbaru Provinsi Kalimantan Selatan. Waktu penelitian dimulai dari tanggal 26 Agustus 2016 sampai dengan 30 September 2016.

## 2.2 Bahan dan Peralatan Penelitian

### 2.2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan antara lain $K_2Cr_2O_7$, ampas daun teh ,NaOH kadar 4%, HCl 0,1 N dan akuades.

### 2.2.2 Peralatan Penelitian

Alat yang diperlukan pada penelitian ini yaitu neraca analitik, mortar penggiling, pengayak dengan ukuran 500 mikron, *shaker bath*, erlenmeyer 250 ml, *alumunium foil*, gelas ukur, oven, pH meter, corong, kertas saring, ICP dan botol kaca.

## 2.3 Variabel Penelitian

### 2.3.1 Variabel bebas

pH (4,5,6,7,8) ,berat adsorben sebanyak 0,4 ; 0,6 ; 0,8; 1,0 gram, waktu kontak (15,30,60,90,120) menit.

### 2.3.2 Variabel Tetap

Kecepatan pengadukan 120 rpm dan konsentrasi Cr total sebesar 10 ppm.

## 2.4 Prosedur Penelitian

### 2.4.1 Pembuatan Adsorben Ampas Daun Teh

Ampas daun teh di jemur dibawah sinar matahari selama 24 jam. ampas tersebut dioven dengan suhu ±115°C. Setelah kering, ampas tersebut digiling sampai halus dan diayak dengan ukuran 500 mikron Setelah ampas daun teh kering, ampas daun teh direndam menggunakan NaOH 4% dengan waktu aktivasi 24 jam. Hasil rendaman dicuci dengan akuades sampai pH netral (pH 6-7) kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 120 ºC sampai kering .Serbuk teh teraktivasi disimpan dalam desikator ( Retnowati, 2005).

### 2.4.2 Pembuatan Limbah Artifisial

Panaskan kristal $K_2Cr_2O_7$ pada suhu 150°c selama 1 jam dan diamkan dalam desikator. Larutkan 0,283 g $K_2Cr_2O_7$ dalam labu ukur 1000 ml dengan air bebas mineral tepatkan hingga tanda tera. Larutkan 50 ml larutan induk krom dalam labu ukur 500 ml serta tepatkan sampai tanda tera dengan air bebas mineral (SNI 6989.53:2010).

### 2.4.3 Penentuan pH dengan penurunan Cr terbesar menggunakan adsorben

Adsorben masing-masing 0,6 gram, lalu ditambahkan 25 ml limbah artifisial konsentrasi 10 ppm dengan variasi pH 4,5,6,7,8. Kemudian dishaker selama 45 menit dengan kecepatan putaran 120 rpm. setelah itu disaring, diambil filtratnya dan dianalisis ICP untuk didapatkan pH dengan penyerapan Cr terbesar (Abriagni, 2011).

### 2.4.4 Penentuan berat dengan penurunan Cr terbesar menggunakan adsorben

Adsorben ditimbang masing-masing 0,4; 0,6; 0,8 dan 1,0 gram, lalu ditambahkan 25 ml limbah artifisial konsentrasi 10 ppm dan pH yang telah didapat dari pengujian sebelumnya serta dishaker selama 45 menit dengan kecepatan putaran 120 rpm. setelah itu disaring, diambil filtratnya dan dianalisis ICP untuk didapatkan berat adsorben dengan penyerapan Cr terbesar (Abriagni, 2011).

Penentuan Efisiensi removal Cr total:

$$R(\%) = \frac{Co - Ce}{Co} . 100 \quad (1)$$

Ket :
R = Persentase removal (%)
Co = Konsentrasi awal (mg/l)
Ce = Konsentrasi akhir (mg/l)

Data didapatkan dari hasil pengujian laboratorium dengan mengukur kadar kandungan dari adsorben ampas teh hitam serta artifisial Cr total sebelum dan setelah diberikan adsorben ampas teh hitam.

Kapasitas Adsorpsi
Kapasitas adsorben dalam penyerapan logam dihitung dengan menggunakan.

$$qe = \frac{(Co - Ce)v}{W} \quad (2)$$

Ket:
qe = Kapasitas adsorpsi (mg/g)
v = volume (ml)
w = Berat adsorben (gram)
(Sobhanardakani, 2015).

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Variasi Potensial Hidrogen (pH)

Potensial hidrogen (pH) merupakan parameter yang sangat penting dalam kemampuan adsorpsi logam oleh ampas daun teh. Potensial hidrogen juga dapat mempengaruhi kelarutan ion logam. Kondisi pH larutan yang akan diadsorpsi mempengaruhi proses adsorpsi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pH larutan dengan pengurangan Cr total terbesar. Hubungan pH dengan konsentrasi Cr total sebesar 11,15 ppm pada rentang pH 4,5,6,7 dan 8 disajikan dalam tabel 1 Hubungan tersebut diuji menggunakan adsorben sebanyak 0,6 gram serta waktu kontak 45 menit.

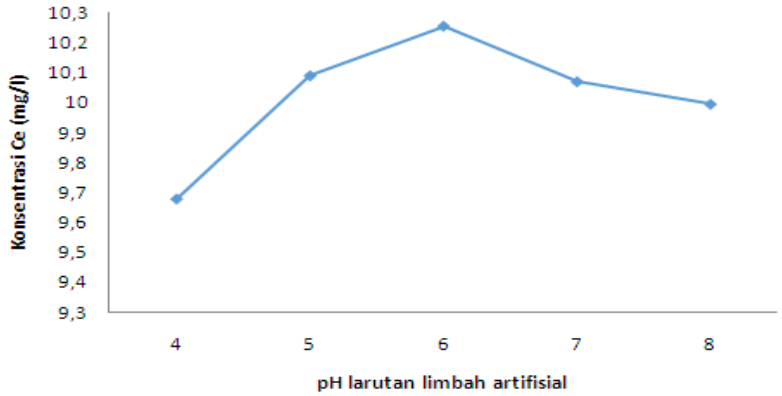
**Tabel 1.** Pengujian potensial hidrogen (pH) pengujian 1 dan 2

| pH | Co (mg/l) | $Ce_1$ (mg/l) | $Ce_2$(mg/l) | Ce rata-rata (mg/l) | Jumlah Cr diserap (mg/l) |
|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 11,15 | 9,3 | 10,06 | 9,68 | 1,47 |
| 5 | 11,15 | 9,71 | 10,47 | 10,09 | 1,06 |
| 6 | 11,15 | 10,07 | 10,44 | 10,25 | 0,9 |
| 7 | 11,15 | 10,03 | 10,11 | 10,07 | 1,08 |
| 8 | 11,15 | 9,88 | 10,11 | 9,99 | 1,16 |

(Sumber: Data Hasil Pengujian)

Data yang didapat dari pengukuran pada pH 4 menunjukkan terjadinya penyerapan logam Cr sebanyak 1,47 mg/l dari 11,15 mg/l menjadi 9,68 mg/l. Namun, saat pH dinaikkan menuju 6,

konsentrasi Cr mengalami penurunan penyerapan. Setelah pH 6, penyerapan konsentrasi Cr kembali naik walaupun tidak mencapai penyerapan sebesar yang terjadi pada pH 4.

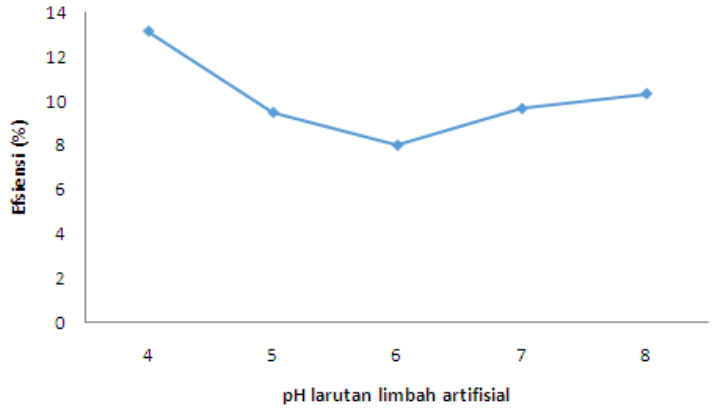



**Gambar 1.** Konsentrasi Ce rata-rata

Sesuai dengan gambar 1, saat pH larutan 4 terjadi penyerapan terbesar. Sementara saat pH larutan mencapai nilai 6 terjadi penyerapan terkecil. Saat pH dinaikkan menuju kondisi basa terjadi penurunan penyerapan adsoben terhadap konsentrasi Cr. Terjadi penurunan adsorpsi pada pH 5 dan adsorpsi relatif stabil pada pH 6 sampai 8. Adsorpsi ion logam Cr total semakin menurun. Hal ini terjadi karena terjadi peningkatan konsentrasi ion $OH^-$ pada pH tinggi (Rizkamala, 2011).

Data yang didapatkan dari pengukuran dilihat pada tabel 1 Pengurangan terbesar terjadi pada pH larutan 4. Penentuan pH didasarkan pada konsep protonasi dan deprotonasi. Dalam keadaan asam akan membentuk protonasi, ion $H^+$ gugus-gugus yang terdapat dalam adsorben akan mengalami protonasi dan memiliki muatan positif yang sangat reaktif terhadap spesiasi dalam bentuk anion dan akibat hadirnya ion $OH^-$ gugus-gugus yang adsorben mengalami deprotonasi dan memiliki muatan negatif yang sangat reaktif terhadap spesiasi logam dalam bentuk kation (Tangio, 2012). Gugus fungsi pada selulosa dalam ampas daun teh (-OH) mengalami deprotonasi dan menjadikan selulosa, selulosa tersebut bermuatan negatif menyebabkan kemampuan pengikat meningkat (Abriagni, 2011). Interaksi antara selulosa dengan Cr total dimungkinkan terjadi karena adanya ikatan kovalen dimana pada ikatan tersebut terjadi karena pemakaian pasangan elektron secara bersama oleh 2 atom yang berikatan dan ikatan kovalen koordinasi dimana ikatan yang terbentuk dengan cara penggunaan bersama pasangan elektron yang berasal dari salah 1 atom yang berikatan (O).

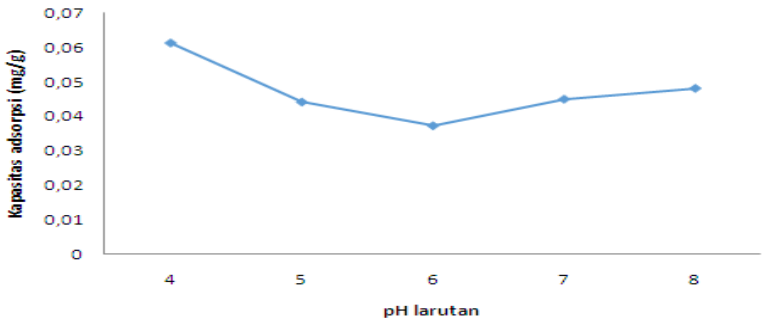
Efisiensi menunjukkan besarnya persentase removal dari proses adsorpsi dengan satuan %. Efisiensi pH dihitung menggunakan rumus efisiensi removal (1) pada halaman 3 (Anjani, 2014).




**Gambar 2.** Efisiensi Pengujian pH

Kondisi larutan pada pH asam menjadi kondisi yang baik dalam proses adsorpsi. Hal ini terlihat dari nilai efisiensi tertinggi sebesar 13,18% pada pH 4. Sementara efisiensi terendah sebesar 8,02% terjadi pada pH 6. Penurunan efisiensi terjadi saat pH naik menuju kondisi basa. Efisiensi yang didapatkan dari penelitian ini masih dikatakan rendah. Penyebab dari hal tersebut salah satunya disebabkan pada pH netral efisiensi penyerapan cenderung menurun. Hal ini disebabkan karena pada pH netral ion logam dapat mengalami reaksi hidrolisis dalam larutan sehingga tidak stabil dan meyebabkan kemampuan adsorben dalam menyerap ion menurun. Sedangkan pada kondisi basa ion dapat membentuk endapan hidroksida sehingga proses adsorpsi terhambat ( Nurhasni, 2012).

Kapasitas Adsorpsi adalah kapasitas sebuah adsorben dalam menyerap adsorbat, satuan yang dipakai adalah mg/g. Kapasitas adsorben pH dihitung menggunakan rumus kapasitas adsorpsi (2) pada halaman 3 (Widihati, 2012).




**Gambar 3.** Kapasitas adsorpsi pengujian pH

Kapasitas adsorpsi tertinggi terjadi pada pH larutan 4 yakni sebesar 0,06 mg/g sedangkan kapasitas adsorpsi terendah terjadi pada pH 6 yakni sebesar 0,037 mg/g. Kapasitas adsorpsi mengalami penurunan saat pH naik dari 4 menuju 6. Kapasitas adsorpsi menurun ke angka 0,044 mg/g pada pH 5 dan terus turun sampai 0,037 mg/g pada pH 6. Kapasitas adsorpsi kembali naik saat pH naik dari 6 ke 8.

Kapasitas adsorpsi bertujuan untuk mengetahui kemampuan penyerapan adsorben ampas daun teh terhadap Cr. Menurut Saefudin (2007) pada pH tinggi terjadi presipitasi ion Cr yang mengurangi kelarutan ion Cr pada larutan yang mengakibatkan berkurangnya jumlah ion Cr yang dapat diserap oleh permukaan sel. Keasaman (pH) tinggi konsentrasi $OH^-$ larutan juga tinggi sehingga ion Cr lebih mudah mengikat $OH^-$ dibandingkan berikatan dengan adsorben. Karena hal tersebut mempengaruhi kapasitas adsorpsi yang terjadi. Kapasitas adsorpsi yang telah dilakukan dapat

dilihat pada tabel 1 . Kapasitas adsorpsi terbesar terjadi pada pH larutan asam atau tepatnya pada pH 4 dan kapasitas terkecil terjadi pada pH 8 dan dapat dikatakan sudah memasuki kondisi basa.

### 3.2 Variasi Berat Adsorben

Variasi berat dilakukan untuk mengetahui berat dengan penyerapan Cr terbesar. Penyerapan Cr terbesar adalah berat terbaik untuk proses adsorpsi pada penelitian ini. Berat adsorben yang di variasikan adalah 0,4 ;0,6 ;0,8 ;1,0 gram dengan pH 4 dan waktu kontak 45 menit. Tabel 2 hasil pengujian logam berat Cr pada sampel.

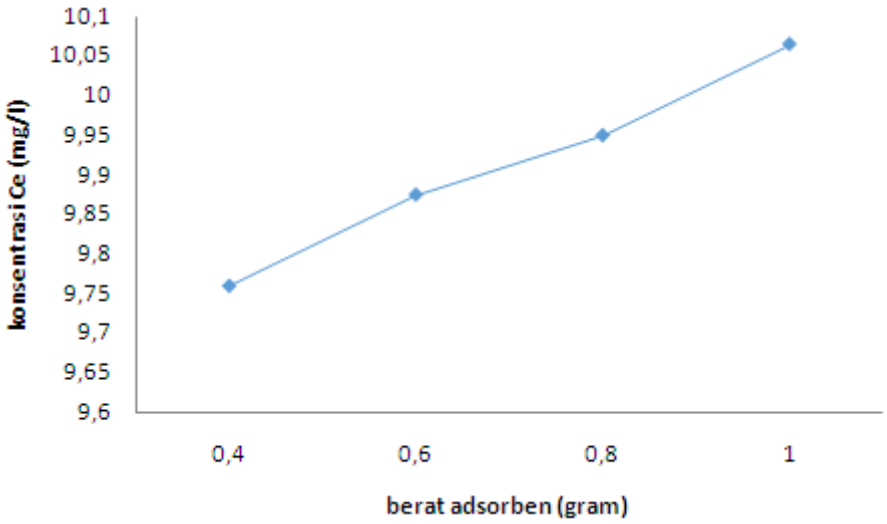
**Tabel 2.** Berat Adsorben pengujian 1 dan 2

| Berat (gram) | Co (mg/l) | $Ce_1$ (mg/l) | $Ce_2$(mg/l) | Ce Rata-rata (mg/l) | Jumlah Cr diserap (mg/l) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,4 | 11,15 | 9,72 | 9,8 | 9,76 | 1,39 |
| 0,6 | 11,15 | 9,92 | 9,83 | 9,88 | 1,27 |
| 0,8 | 11,15 | 9,9 | 10 | 9,95 | 1,2 |
| 1,0 | 11,15 | 10,12 | 10,1 | 10,07 | 1,08 |

(Sumber: Data Hasil Pengujian)

Berat adsorben untuk penyerapan Cr terbesar terjadi pada berat 0,4 gram dimana konsentrasi Cr turun sebesar 1,39 mg/l dari 11,15 mg/l menjadi 9,76 mg/l. Berat adsorben berbanding terbalik dengan penyerapannya. Penurunan yang paling rendah terjadi pada 1,0 gram berat adsorben yaitu 1,08 mg/l.

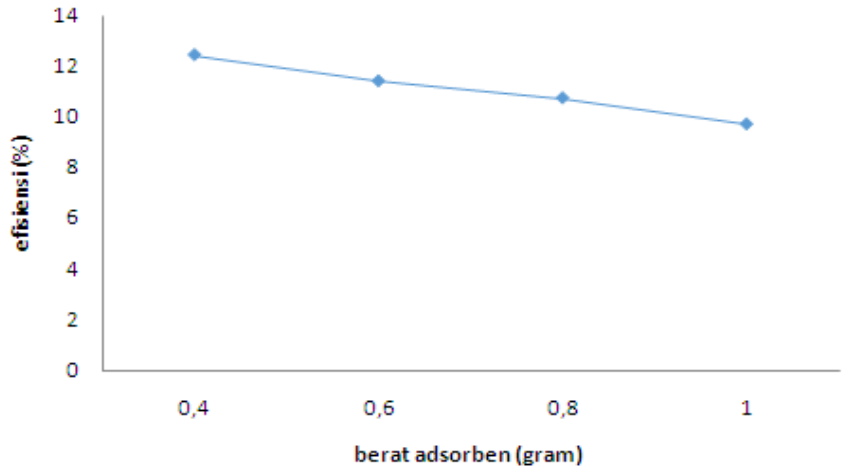
Hasil pengujian berat yang telah dilakukan mendapatkan berat adsorben dengan penyerapan Cr terbesar terjadi pada berat 0,4 gram dari 11,15 mg/l turun menjadi 9,76 mg/l terjadi penurunan 1,39 mg/l dilihat dari tabel 2. Pada berat yang semakin besar terjadi penurunan tetapi tidak sebesar saat berat adsorben 0,4 gram. Menurut Retnowati, 2005 hal ini terjadi karena semakin banyak adsorben maka semakin banyak gugus aktif yang tersedia sehingga pertukaran $H^+$ dengan Cr, tetapi terjadi penurunan penyerapan oleh adsorben karena ion logam dan selusosa ampas daun teh telah mencapai titik jenuh sehingga adsorben tidak bisa lagi menyerap ion logam Cr.




**Gambar 4.** Konsentrasi Ce rata-rata

Gambar 4 menunjukkan jika penyerapan terbesar Cr terjadi pada berat 0,4 gram. Sedangkan penyerapan terkecil Cr terjadi pada 0,1 gram. Hal ini menunjukkan semakin besar berat adsorben semakin kecil penyerapan Cr yang terjadi.

Besaran persentase removal dari proses adsorpsi memberikan gambaran tentang efisiensi proses adsorpsi. Efisiensi tersebut dinyatakan dalam satuan %. Efisiensi berat adsorben dihitung menggunakan rumus efisiensi removal (1) pada halaman 3 (Anjani, 2014).

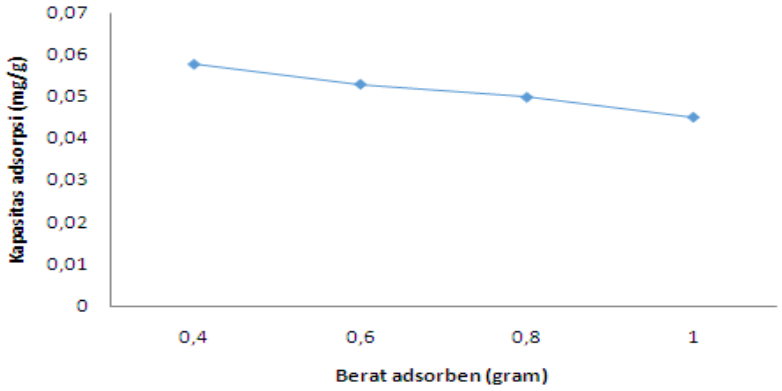



**Gambar 5.** Efisiensi berat adsorben

Berat adsorben yang dipakai pada pengujian pertama adalah 0,6 gram. Variasi berat yang dilakukan adalah 0,4; 0,6; 0,8 dan 1,0 gram. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa efisiensi tertinggi adsorpsi terjadi pada berat 0,4 gram yaitu sebesar 12,47%. Nilai efisiensi turun pada variasi berat selanjutnya dengan efisiensi terendah terjadi pada saat berat adsorben 1,0 gram yaitu sebesar 9,73 %.

Semakin bertambah berat adsorben yang digunakan, maka nilai efisiensi adsorpsinya terhadap ion semakin tinggi. Bertambahnya berat adsorben sebanding dengan bertambahnya jumlah partikel dan luas permukaan karbon aktif sehingga menyebabkan jumlah tempat mengikat ion logam bertambah dan efisiensi adsorpsinya pun meningkat (Messayu, 2009). Sementara pada penelitian yang telah dilakukan didapatkan efisiensi terbesar terjadi pada berat adsorben 0,4 gram. Hal ini karena permukaan sudah jenuh atau mendekati jenuh terhadap adsorbat, dapat terjadi dua hal, yaitu pertama terbentuk lapisan adsorpsi kedua dan seterusnya di atas adsorbat yang telah terikat di permukaan, gejala ini disebut adsorpsi multilayer, sedangkan yang kedua tidak terbentuk lapisan kedua dan seterusnya sehingga adsorbat yang belum teradsorpsi berdifusi keluar pori dan kembali ke arus fluida (Wijayanti, 2009).

Kapasitas sebuah adsorben dalam menyerap adsorbat diistilahkan sebagai kapasitas adsorpsi yang dinyatakan dalam mg/g. Kapasitas adsorben berat adsorben dihitung menggunakan rumus kapasitas adsorpsi (2) pada halaman 3 (Widihati, 2012).




**Gambar 6.** Kapasitas adsorpsi berat adsorben

Kapasitas tertinggi sebesar 0,06 mg/g terjadi pada berat adsorben 0,4 gram. Sebaliknya, kapasitas terendah sebesar 0,045 mg/g terjadi pada berat adsorben1 gram. Kapasitas adsorpsi terus menurun seiring dengan bertambahnya berat adsorben.

Berat adsorben berperan penting dalam kapasitas adsorpsi. Karena adanya peningkatan jumlah adsorben maka terjadi juga peningkatan kapasitas adsorpsi menurut (Anjani, 2014) tetapi dari data yang sudah diperoleh dari penelitian ini berat adsorben optimum ada pada 0,4 gram hal ini terjadi karena selusosa ampas daun teh telah mencapai titik jenuh sehingga adsorben tidak bisa lagi menyerap ion logam Cr. 0,4 gram adsorben telah mencapai titik jenuh dan jumlah logam Cr yang diserap semakin menurun. Hal ini karena permukaan adsorben telah terisi dengan adsorbat.

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian yang sudah dilakukan adalah adsorpsi terbesar terjadi pada larutan dengan pH 4 yaitu 1,47 mg/l dan terkecil pada pH 6 yaitu 0,9 mg/l. Berat adsorben dengan penurunan Cr terbesar pada berat 0,4 gram adalah 1,39 mg/l, terkecil yaitu 1,08 mg/l. Efisiensi yang didapatkan pada pH larutan 4 dan berat 0,4 gram berturut-turut adalah 13,18%, 12,47%. Kapasitas adsorpsi pada pH larutan 4 dan berat 0,4 gram adalah 0,06 mg/g, 0,56 mg/g.

### 4.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya mengenai adsorben dari ampas daun teh bisa menambahkan variasi partikel dan variasi Cr yang dipakai. Menggunakan aktivator yang berbeda dari sebelumnya. Lebih teliti ketika mengukur dalam penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA


Abriagni, Dana. (2011). *Optimasi Adsorpsi Krom (VI) dengan Ampas Daun Teh (Camellia sinensis L) Menggunakan Metode Spektrofotometri.* Skripsi Jurusan Kimia Fakultas dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.

Andika, I M. Dupi, I N.Simpen, dan K. G. D. Putra. (2016). *Adsorpsi dan Desorpsi Cr(VI) Pada Adsorben Batu Cadas Karang Asem Hasil Limbah Kerajinan Candi Bali Teraktivasi NaOH dan Tersalut Fe(OH)$_3$.* Jurnal Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana.

Ambarita, Nishio. (2008). *Modifikasi Mesin Pendingin Adsorpsi Pada Komponen Kondensor, Katup Ekspansi dan Evaporator*. Skripsi Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknik Univesitas Indonesia.

Anjani, R. Putri, dan T. Koestiari. (2014). Penentuan Massa dan Waktu Kontak Optimum Adsorpsi Karbon Granular Sebagai Adsorben Logam Berat Pb(II) Dengan Pesaing Ion $Na^+$. *Journal of Chemistry.* Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Surabaya.

Messayu, Paramitha. 2009. *Limbah Arang SekamPadi Sebagai Adsorben Ion Cr (III) dan Cr (IV)*. Skripsi IPB Bogor.

Nurhasni, Hendrawati, dan N. Saniyyah. (2012). *Penyerapan Ion Logam Cd Dan Cr Dalam Air Limbah Menggunakan Sekam Padi.* Jurnal Program Studi Kimia FST UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta.

Pratiwi, dan D. Tataning. (2013). *Penentuan Kadar Kromium Dalam Limbah Industri Melalui Pemekatan Dengan Metode Kopresipitasi Menggunakan Cu-Pirolidin Dithiokarbamat.* Skripsi Jurusan Kimia Fakultas dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.

Rizkamala. (2011). *Adsorpsi Ion Logam Cr (Total) Dalam Limbah Cair Industri Pelapisan Logam Menggunakan Bulu Ayam.* Skripsi Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.

Retnowati. (2005). *Efetivitas Ampas Teh Sebagai Adsorben Alternatif Limbah Cair Industri Tekstil*. Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam IPB Bogor.

Saefudin dan A.Z. Raziah. (2007). *Removal of heavy metals from Industrial Effluent Using Saccharomyces cerevisiae Immobilised.* Jurnal University Tenaga Nasional Malaysia.

Tangio, Julhim S. (2013). *Adsorpsi Logam Timbal (Pb) dengan Menggunakan Biomassa Enceng Gondok (Eichhorniacrassipes).* Jurnal Pendidikan Kimia. FMIPA Universitas Negeri Gorontalo.

Widihati, I, Dwi A dan M. A Yohanita N (2012). *Studi Kinetika Adsorpsi Larutan Ion Logam Kromium (Cr) Menggunakan Arang Batang Pisang (Musa Paradisiaca).* Jurnal Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Udayana. Bali.

Wijayanti, Ria. (2009). *Arang Aktif dari Ampas Tebu sebagai Adsorben pada Pemurnian Minyak Goreng Bekas.* Jurnal Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam IPB, Bogor.