

## PEMBUATAN ARANG AKTIF DARI LIMBAH AMPAS TEBU SEBAGAI ADSORBEN ION $Fe^{2+}$ DAN $Co^{2+}$

**FAUCUT SARAH**

Program Studi Magister Pendidikan IPA PPs Unsyiah, Banda Aceh, E-mail: [faucut.sarah@gmail.com](mailto:faucut.sarah@gmail.com)

| Key Words  | Abstract  |
|--|---|
| waste of bagasse, absorbent, active charcoal, pyrolysis, $Co^{2+}$ , $Fe^{2+}$ | <i>Producing active charcoal to be absorbent for ion <math>Fe^{2+}</math> and <math>Co^{2+}</math> had been done by using waste of bagasse. The objective of study was to utilize waste of bagasse to be active charcoal, so it can be used for absorbent. Initially, it was carbonized by using pyrolysis at temperature of 300-400°C for 5 hours. Then, it was activated by solving to <math>ZnCl_2</math> 10% for 24 hours, filtered and washed by using distilled water. Wet active charcoal was drained in oven for 9 hours at temperature of 110°C. After that, the analysis stage was started by inserted the absorbent into 10 mL samples which are contained various concentration of ion <math>Fe^{2+}</math> and <math>Co^{2+}</math> with variation of 1 gram, 2 grams, and 3 grams for 10 ppm solution. The, it was stirred by contacted time of 10, 20, and 30 minutes. By the previous treatment, it was indicated that the best contacted time for <math>Fe^{2+}</math> is 30 minutes with 3 grams absorbent which is showed by color change from yellow to colorless with a removal percentage of 95%. For the same case, <math>Co^{2+}</math> has removal percentage of 98% for 3 grams absorbent with contacted time of 30 minutes which is showed by color change from pink to faded.</i> |
| Kata Kunci   | Abstrak   |
| Ampas Tebu, Adsorben, Arang Aktif, Pirolisis, $Co^{2+}$ , $Fe^{2+}$            | Telah dilakukan penelitian tentang pembuatan arang aktif dari limbah ampas tebu sebagai adsorben ion $Fe^{2+}$ dan $Co^{2+}$ . Penelitian ini bertujuan memanfaatkan limbah ampas tebu menjadi arang aktif sehingga dapat menjadi adsorben. Arang ampas tebu dikarbonisasi dengan cara pirolisis pada suhu 300-400°C selama 5 jam. Selanjutnya diaktivasi dengan larutan $ZnCl_2$ 10% selama 24 jam, disaring dan dilakukan pencucian dengan aquades. Arang aktif basah ditiriskan dan dikeringkan dalam oven selama 9 jam pada suhu 110°C. Pengujian dilakukan dengan dimasukkan adsorben ke dalam 10 mL sampel yang konsentrasi ion $Fe^{2+}$ dan $Co^{2+}$ yaitu 10 ppm dengan variasi massa adsorben 1 gram, 2 gram dan 3 gram. Sampel kemudian diaduk dan waktu kontak setelah pengadukan adalah 10, 20, dan 30 menit. Waktu kontak dan variasi massa adsorben terbaik untuk $Fe^{2+}$ adalah 30 menit dan massa adsorben 3 gram di tunjukkan dengan perubahan warna larutan sampel dari kuning menjadi jernih tak berwarna dengan persen removal sebesar 95%. Sedangkan untuk $Co^{2+}$ diperoleh hasil penyerapan sebesar 98% untuk massa adsorben 3 gram pada waktu 30 menit ditunjukkan dengan perubahan warna sampel dari merah jambon menjadi pudar.   |

### PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu sumber kehidupan. Pencemaran air oleh logam berat menjadi permasalahan yang serius seiring penggunaan logam berat di bidang industri

yang semakin meningkat. Salah satu cara pengolahan air yaitu dengan teknik adsorpsi dengan menggunakan adsorben yang merupakan metode untuk menghilangkan polutan organik. Adsorpsi menunjukkan

kemampuan adsorbat untuk menempel pada bahan penjerap. Metode ini lebih menguntungkan dari pada metode lain karena biaya yang diperlukan relatif murah (purwaningsih, 2009). Selain itu, metode adsorpsi banyak digunakan karena metodenya sederhana dan mudah dalam pengoperasiannya (El-Latif, Ibrahim, dan El-Kady, 2010). Adsorben yang paling potensial adalah arang aktif sebab memiliki luas permukaan yang tinggi sehingga kemampuan adsorbsinya besar.

Ampas tebu adalah limbah dari hasil samping proses ekstraksi cairan tebu. Residu yang terkandung dalam ampas tebu berupa serat yang 50% sertanya diperlukan untuk bahan bakar boiler dan 50% lagi sebagai limbah. Komposisi ampas tebu terdiri dari 50% selulosa, 25% hemiselulosa dan 25% lignin (Kartika, dkk., 2013). Adanya kandungan selulosa dan lignin menjadikan ampas tebu berpotensi menjadi sumber karbon yang dapat dimanfaatkan dalam proses adsorpsi. Arang atau karbon adalah hasil pembakaran tanpa oksigen (karbonisasi) yang berupa residu padat hitam dan berpori yang dihasilkan melalui penguraian bahan organik dengan menghilangkan air dan komponen volatile (Syauqiah, amalia, dan kartini, 2011).

Arang aktif atau yang sering disebut karbon aktif adalah arang yang dihasilkan dari proses pengaktifan dengan menggunakan bahan pengaktif sehingga memperluas permukaan arang dengan membuka pori-pori arang serta mempunyai kemampuan daya jerap (adsorpsi) yang baik. Karbon aktif yang baik harus memenuhi prasyarat berdasarkan standar mutu karbon aktif menurut Standar Industri Indonesia yaitu SII 0258-79 yang kemudian direvisi menjadi SNI 06-3730-1995, seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Standar Arang Aktif menurut SNI 06-3730-1995

| Jenis                                      | Prasyarat    |
|--|--------------|
| Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C    | Maksimum 25% |
| Konsentrasi air                            | Maksimum 15% |
| Konsentrasi abu                            | Maksimum 10% |
| Karbon aktif murni                         | Minimum 65   |
| Daya serap terhadap larutan I <sub>2</sub> | Minimum 20   |

Beberapa penelitian tentang pemanfaatan limbah ampas tebu sebagai arang aktif menunjukkan bahwa pembuatan arang aktif dari ampas tebu dapat dimanfaatkan sebagai adsorben. Salah satunya adalah hasil penelitian yang dilakukan oleh Apriliani dalam penelitiannya yang berjudul “Pemanfaatan Arang Ampas Tebu Sebagai Adsorben Ion Logam Cd, Cr, Cu, dan Pb dalam Air Limbah”. Hasil Penelitiannya menunjukkan bahwa penggunaan arang aktif ampas tebu sebagai adsorben ion logam dapat dijadikan sebagai alternatif biomaterial dalam mengurangi konsentrasi ion logam. Penelitian lainnya juga dilakukan oleh Roni, Drastinawati, dan Chairul (2015) tentang penyerapan logam Fe dengan menggunakan karbon aktif ampas tebu yang diaktivasi dengan KOH, waktu adsorpsi yang menghasilkan persen penyerapan terbesar yaitu pada 90 menit.

Pembuatan arang aktif dari ampas tebu dalam penelitian ini bertujuan untuk memperoleh arang aktif dari limbah organik dengan metode pirolisis agar dapat diaplikasikan sebagai adsorben. Nugraha dalam Fauziah (2009) menyatakan bahwa pirolisis ialah salah satu proses pengurangan yang mendekomposisi material organik tanpa mengandung oksigen. Apabila ada oksigen pada saat proses pirolisis maka akan ada reaksi dengan material lain yang pada akhirnya akan menghasilkan abu. Umumnya proses pirolisis berlangsung pada suhu di atas 300°C dalam waktu 4-7 jam. Penelitian ini dilakukan untuk pemanfaatan ampas tebu sebagai adsorben agar dapat diaplikasikan di kehidupan serta mengurangi limbah ampas tebu yang bisa mencemari lingkungan.

## METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia dan Laboratorium FKIP Kimia Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh pada tanggal 1 November sampai dengan 3 Desember 2015. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah ampas tebu dari jenis tebu dengan kulit kuning yang diperoleh dari daerah Darussalam, Banda Aceh.

## Alat dan Bahan

Bahan-bahan kimia yang digunakan adalah larutan Seng (II) Klorida ( $ZnCl_2$ ) 10%, Besi (II) Klorida tetrahidrat ( $FeCl_2 \cdot 4H_2O$ ), kobalt (II) klorida heksahidrat ( $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ ), kertas saring, aluminium foil dan aquades ( $H_2O$ ). Peralatan yang digunakan adalah alat pirolisis, neraca analitik, oven, peralatan gelas, dan Spektrofotometer UV-Vis.

## Prosedur Kerja

### Pembuatan Arang Aktif

Sebanyak 600 gram ampas tebu dibersihkan dan dipotong kecil-kecil kemudian dikeringkan. Ampas tebu yang sudah kering dimasukkan ke dalam alat pirolisis dan dibakar selama 5 jam. Menurut Nurhayati (2000) Metode pirolisis memiliki banyak kelebihan, diantaranya mampu mengurangi pencemaran udara, proses degradasi limbah lebih cepat, juga menghasilkan produk berupa arang. Setelah arang dingin sebanyak 60 gram arang ampas tebu di tumbuk dan di rendam menggunakan larutan  $ZnCl_2$  10% selama 18 jam. Arang yang telah direndam kemudian dicuci dengan akuades dan dikeringkan menggunakan oven selama 5-8 jam pada suhu  $110^\circ C$ . Kemudian arang yang telah di aktivasi di oven kembali selama 2 jam untuk dihitung kadar air. Menurut Sudarmadji (2007) kadar air dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$\text{kadar air (\%)} = \frac{W \text{ awal} - W \text{ akhir}}{W \text{ awal}} \times 100$$

Keterangan :

W awal = Berat arang aktif mula-mula (gram)

W akhir = Berat arang aktif setelah dikeringkan (gram)

### Pembuatan larutan sampel dan studi adsorpsi

Disiapkan larutan  $FeCl_2 \cdot 4H_2O$  100 ppm yang kemudian diencerkan menjadi 1 ppm, 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm dan 20 ppm. Diukur panjang gelombang maksimum larutan  $FeCl_2 \cdot 4H_2O$  dan dihitung absorbansi dari masing-masing larutan dengan menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis. Dilakukan pengujian daya serap arang aktif terhadap ion  $Fe^{2+}$  dengan memvariasikan massa arang aktif yang sudah memenuhi prasyarat SNI No.06-

3730-1995 menjadi 1,2, dan 3 gram dan dimasukkan 10 mL larutan sampel  $FeCl_2 \cdot 4H_2O$  10 ppm, selanjutnya diaduk, waktu kontak setelah pengadukan 10, 20, dan 30 menit. Selanjutnya larutan disaring menggunakan kertas saring. Dilakukan hal yang sama untuk larutan  $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ . Kemudian fitrat dianalisis dengan spektrofotometer UV/VIS pada  $\lambda$  480 nm untuk larutan  $FeCl_2 \cdot 4H_2O$  dan  $\lambda$  500 nm untuk larutan  $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ . Absorbansi yang diperoleh dari pengukuran UV-Vis dimasukkan dalam persamaan linier kurva kalibrasi untuk mengetahui konsentrasi akhir dari  $FeCl_2 \cdot 4H_2O$  dan  $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ . Jumlah  $FeCl_2 \cdot 4H_2O$  dan  $CoCl_2 \cdot 6H_2O$  yang teradsorpsi dapat ditentukan dengan rumus:

$$\text{Persen removal} = \frac{C_0 - C}{C_0} \times 100\%$$

Keterangan :

$C_0$  = Konsentrasi awal (mg/L)

C = konsentrasi setelah adsorpsi (mg/L)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karbonisasi dan aktivasi

Sebanyak 60 gram dari hasil pirolisis diaktivasi dengan metode kimia, yaitu dengan cara merendam arang dalam larutan pengaktivasi selama  $\pm 24$  jam, larutan aktivator yang digunakan adalah larutan  $ZnCl_2$  10%, proses aktivasi yang dilakukan bertujuan untuk membuka pori-pori dari arang aktif. Menurut Tanumiharja (2015) Kelebihan  $ZnCl_2$  sebagai agen pengaktivasi adalah waktu dan suhu karbonisasi yang relatif rendah serta ukuran pori dari karbon aktif mayoritas mikropori.

Hasil perendaman disaring dengan kertas saring dan dicuci dengan menggunakan  $H_2O$  untuk menghilangkan pengotornya, selanjutnya dioven selama 9 jam pada suhu  $110^\circ C$ , hal ini dilakukan karena pada suhu  $110^\circ C$  dengan lama waktu tersebut air telah menguap sempurna dan dihasilkan arang aktif sebanyak 63 gram. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, konsentrasi air yang terkandung dalam arang aktif yang telah dibuat sebesar 10% dan memenuhi standar SNI No.06-3730-1995. Menurut Asbahani (2013) Kandungan air maksimum yang diperbolehkan dalam arang aktif berdasarkan standar SNI No.06-3730-1995 adalah sebesar 15%.

**Proses Adsorpsi**

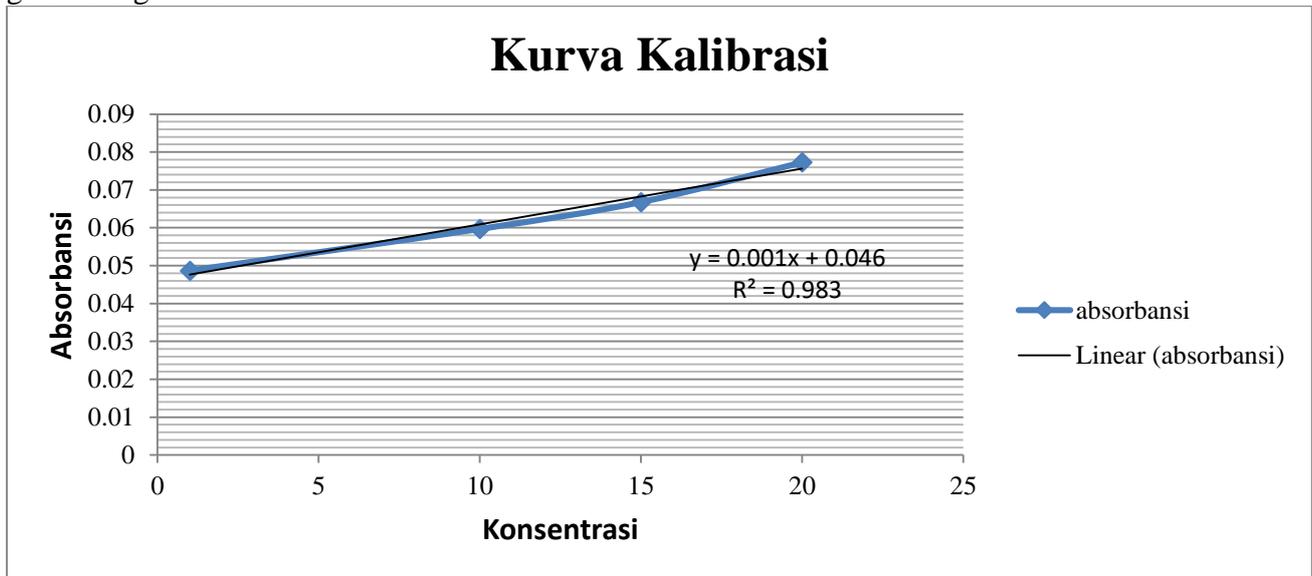
**Larutan FeCl<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O**

Larutan baku FeCl<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O dengan kadar 100 ppm sebagai larutan standar yang diencerkan menjadi 1 ppm, 10 ppm, 15 ppm dan 20 ppm untuk memperoleh persamaan larutan standar dalam penentuan kadar sampel. Diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang maksimum 480 nm. Hasil

absorbansi larutan baku dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Absorbansi larutan baku FeCl<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O

| Konsentrasi (ppm) | Absorbansi |
|-------------------|------------|
| 1                 | 0,0487     |
| 10                | 0,0597     |
| 15                | 0,0668     |
| 20                | 0,0773     |



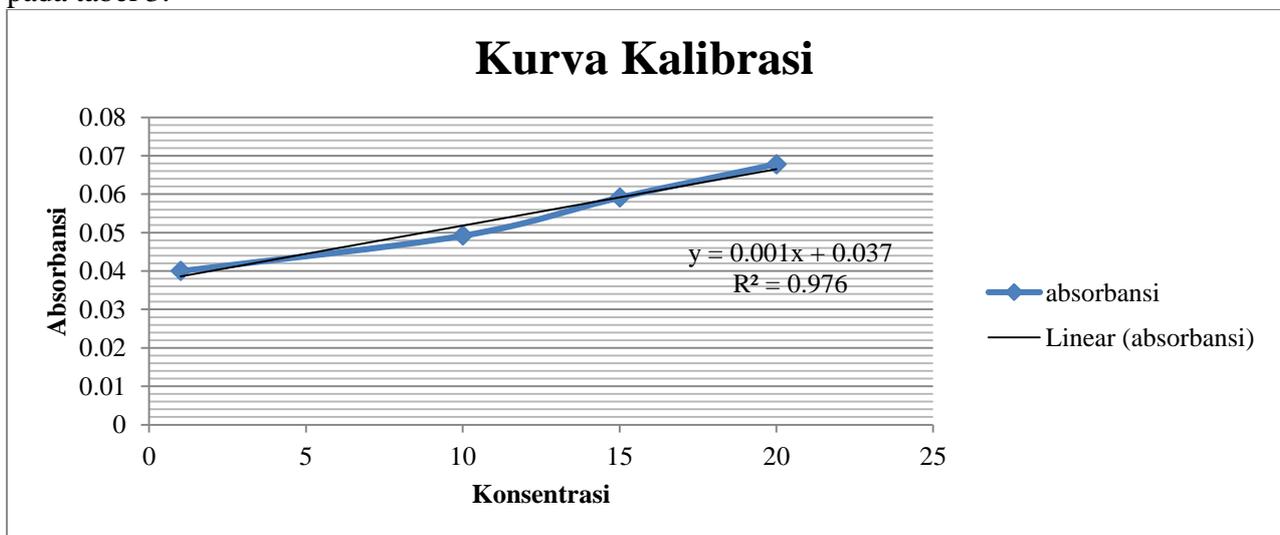
Gambar 1. Kurva Kalibrasi larutan standar FeCl<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O

**Larutan CoCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O**

Larutan baku CoCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O dengan kadar 100 ppm sebagai larutan standar yang diencerkan menjadi 1 ppm, 10 ppm, 15 ppm, dan 20 ppm. Kemudian dibaca absorbansinya pada panjang gelombang maksimum 500 nm. Hasil adsorbansi larutan baku dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Absorbansi larutan baku CoCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O

| Konsentrasi (ppm) | Absorbansi |
|-------------------|------------|
| 1                 | 0,0492     |
| 10                | 0,0513     |
| 15                | 0,0591     |
| 20                | 0,0678     |



Gambar 2. Kurva Kalibrasi larutan standar CoCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O

Menurut Khaldun (34:2012) kurva kalibrasi dari sederet larutan standar dapat digunakan apabila kita meyakini bahwa komposisi larutan sampel sama dengan larutan standar. Sebaiknya konsentrasi sampel berada antara konsentrasi-konsentrasi larutan standar. Pada penelitian ini digunakan sampel 10 ml larutan FeCl<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O 10 ppm yang akan dikontakkan dengan arang aktif ampas tebu

dengan variasi massa 1, 2, dan 3 gram serta waktu kontak 10, 20, dan 30 menit. Dilakukan juga hal yang sama untuk larutan CoCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O. Hal ini bertujuan untuk melihat pengaruh massa dan waktu kontak terhadap daya serap arang aktif pada ion Fe dan Co menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 480 nm untuk logam Fe dan 500 nm untuk logam Co.

Tabel 4. Absorbansi larutan FeCl<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O UV/VIS pada λ 480 nm setelah penambahan adsorben

| No | Waktu kontak | Absorbansi pada λ 480 nm |        |        | Persen removal (%) |        |        |
|----|--------------|--------------------------|--------|--------|--------------------|--------|--------|
|    |              | 1 gram                   | 2 gram | 3 gram | 1 gram             | 2 gram | 3 gram |
| 1  | 10 menit     | 0,0331                   | 0,0354 | 0,0367 | 31                 | 54     | 67     |
| 2  | 20 menit     | 0,0348                   | 0,0365 | 0,0387 | 48                 | 65     | 87     |
| 3  | 30 menit     | 0,0353                   | 0,0366 | 0,0405 | 53                 | 66     | 95     |

Tabel 5. Absorbansi larutan CoCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O UV/VIS pada λ 500 nm setelah penambahan adsorben

| No | Waktu kontak | Absorbansi pada λ 480 nm |        |        | Persen removal (%) |        |        |
|----|--------------|--------------------------|--------|--------|--------------------|--------|--------|
|    |              | 1 gram                   | 2 gram | 3 gram | 1 gram             | 2 gram | 3 gram |
| 1  | 10 menit     | 0,0350                   | 0,0330 | 0,0318 | 55                 | 70     | 82     |
| 2  | 20 menit     | 0,0340                   | 0,0325 | 0,0310 | 60                 | 75     | 90     |
| 3  | 30 menit     | 0,0335                   | 0,0322 | 0,0367 | 65                 | 78     | 98     |

Berdasarkan tabel 4 dan 5. dapat diketahui bahwa persen removal Fe<sup>2+</sup> dan Co<sup>2+</sup> terbesar diperoleh pada massa arang aktif 3 gram dan waktu kontak 30 menit dengan persen removal masing-masing 95% dan 98%. Hal ini menunjukkan bahwa massa arang aktif yang terbaik adalah 3 gram jika dibandingkan dengan massa arang aktif 1 dan 2 gram. Menurut Irwandi (2015) pada saat adanya peningkatan massa arang aktif maka ada peningkatan persentase penyerapan terhadap logam, pemilihan massa arang aktif terbaik dapat dilihat dari kemampuan arang aktif untuk menurunkan konsentrasi logam dalam sampel. Berdasarkan penelitian Demirbas, dkk. (2004) menunjukkan bahwa, jika massa adsorben semakin besar, waktu kontak yang diperlukan untuk mencapai kesetimbangan juga semakin lama. Arang aktif dari ampas tebu dapat dijadikan sebagai adsorben karena mampu menyerap Fe<sup>2+</sup> dan Co<sup>2+</sup> yang ditandai dengan berubahnya warna larutan FeCl<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O 10 ppm yang berwarna kuning menjadi tidak berwarna serta perubahan warna larutan CoCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O 10 ppm yang berwarna merah jambon menjadi pudar.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, disimpulkan bahwa arang aktif yang terbuat dari ampas tebu dapat digunakan sebagai adsorben ion Fe<sup>2+</sup> dan Co<sup>2+</sup> dilihat dari hasil uji daya serap menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. Massa arang aktif terbaik untuk menurunkan konsentrasi ion Fe<sup>2+</sup> dan Co<sup>2+</sup> adalah 3 gram dengan persen removal masing-masing 95% dan 98%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Apriliani, A. 2010. Pemanfaatan Arang Ampas Tebu sebagai Adsorben Ion Logam Cd, Cr, Cu dan Pb dalam Air Limbah. *Skripsi*. Jakarta : UIN Syarif Hidayatullah
- Asbahani. 2013. Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu sebagai Karbon Aktif untuk Menurunkan Kadar Besi pada Air Sumur. *Jurnal Teknik Sipil Untan*, 13:105-114.
- Demirbas, E., dkk. 2004. Adsorption Kinetics for The Adsorben of Chromium (VI) from Aqueous on The Solutions on The

Activated Carbons Prepared from Agricultural Wastewater. *SA*, 30:533-540.

*Teknik Kimia*. Yogyakarta. ISSN 1693-4393.

- El-Latif, M.M.A., Ibrahim, A. M. & El-Kady, M. F. 2010. Adsorption Equilibrium, kinetics and Thermodynamics of Methylene Blue From Aqueous Solution Using Biopolymer Oak Sawdust Composite. *Journal of American Science*, 6(6):267-283.
- Fauziah, N. 2009. Pembuatan Arang Aktif Secara Langsung dari Kulit Acacia Mangium Wild dengan Aktivasi Fisika dan Aplikasinya sebagai Adsorben. *Skripsi*. Bogor: IPB.
- Irwandi, R., Yenti, S.R., & Chairul. 2015. Penentuan Massa dan Waktu Kontak Optimum Adsorpsi Karbon Aktif dari Ampas Tebu Sebagai Adsorben Logam Berat Pb. *JOM FTEKNIK*, 2 (2).
- Kartika, A.A., dkk. 2013. Penggunaan Pretreatment Basa Pada Proses Degradasi Enzimatik Ampas Tebu Untuk Produksi Etanol. *Jurnal Teknik Pomits*, 2(1), 2301-9271.
- Khaldun, I. 2012. Analisis Intrumental. Banda Aceh: Universitas Syiah Kuala Press.
- Nurhayati, T.2000. Sifat Destilat Hasil Destilasi Kering 4 Jenis Kayu dan Kemungkinan Pemanfaatannya Sebagai Pestisida. *Buletin Penelitian Hasil Hutan*, 17:160-168.
- Purwaningsih, D. 2009. Adsorpsi Multi Logam Ag(I), Pb(II), Cr(III), Cu(II) dan Ni(II) pada Silika dari Abu Sekam Padi. *Jurnal Penelitian Saintek*, 14(1): 59-76.
- Roni, Drastinawati., & Chairul. 2015. Penyerapan Logam Fe dengan Menggunakan Karbon Aktif dari Ampas Tebu yang diaktivasi dengan KOH. *Jom FTEKNIK*, 2(1).
- Syauqiah, I., Amalia, M., & Kartini A.H. 2011. Analisis Variasi Waktu dan Kecepatan Aduk pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat dengan Arang Aktif. *Jurnal Info Teknik*. 12:11-20.
- Tanumiharja, dkk. 2015. Sintesa Karbon Aktif dari Kulit Salak dengan Aktivasi Kimia-Senyawa  $ZnCl_2$  dan Aplikasinya pada Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru. *Jurnal Prosiding Seminar Nasional*