

Penentuan Daya Jerap Karbon Aktif dari Polong Akasia terhadap Ion Cr(VI)

Run Bunga Dewi¹, Yusnimar², Rozzana Sri Irianty²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia, ²Dosen Teknik Kimia
Laboratorium Teknik Reaksi Kimia dan Katalisis
Program Studi Tekni Kimia S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR. Subrantas Km 12,5 Simbang Baru, Panam,
Pekanbaru 28293
Email : runbunga_dewi@yahoo.co.id

ABSTRACT

Activated carbon which has a high adsorption capacity for the adsorbate. Activated carbon can be produced from materials containing carbon or charcoal was treated in a certain way to gain more surface area. The research goal was to process acacia pod into a activated carbon and determine the adsorption power of the ion Cr (VI). The dried acacia pod was carbonated in a sealed drum to produced charcoal / carbon. Charcoal was crushed into a particle size of 100 mesh. Charcoals with a size of 100 mesh were activated physically and chemically. The activation process of carbon physically carried out at a temperature of 200, 300 and 400 °C. While chemically, activated carbon was done by used Na₂CO₃ as an activator. Carbon/charcoal was soaked in a solution of Na₂CO₃ for 24 hours. Furthermore, it was separated from the solution of Na₂CO₃ and dried at a temperature of 105 °C. Activated carbon obtained both physically and chemically characterized to determine such as ash content, moisture content and adsorption power of the metilen blue solution and Cr(VI) in solution. The results showed that the carbon which activation under a temperature of 400 °C was the best activated carbon has a water content of 1.5%, ash content of 2.3%, adsorption power of the metilen blue 99,81% and the adsorption power of the ion Cr(VI) 87,72%

Keywords: Adsorption, Physics Activation, Chemical Activation, Activated Carbon and acacia pod

1. Pendahuluan

Pada era globalisasi ini sektor industri telah mengalami perkembangan yang begitu pesat dimana memberikan dampak negatif terhadap air dan lingkungan, salah satunya adalah industri pelapisan logam yang menghasilkan limbah terutama limbah cair yang mengandung logam berat. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, definisi dari air limbah adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi

dan komponen lain oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ketinggian tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. (Tejokusumo, 2007).

Kromium (Cr) merupakan salah satu jenis logam berat yang dapat mencemari lingkungan. Cr(VI) merupakan logam yang sangat beracun yang bisa menyebabkan kanker pada manusia dan bisa menyebabkan kematian. Cr(VI) biasanya berasal dari industri pelapisan logam, industri cat/pigmen (Palar, 2008).

Oleh karena itu, unsur logam pada air perlu mendapat perhatian yang serius

agar tidak sampai masuk ke dalam tubuh manusia melalui air yang diminum atau pada pencemaran logam tersebut kelingkingan. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk pengolahan limbah cair yaitu dengan pemanfaatan adsorben. Adsorben merupakan suatu zat padat yang dapat menyerap komponen tertentu didalam suatu fluida cair. Pada umumnya, adsorben bersifat spesifik dan terbuat dari bahan yang memiliki pori dan proses adsorpsi terjadi didalam pori tersebut (Palar, 2008).

Proses adsorpsi merupakan salah satu teknik pengolahan limbah yang diharapkan dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi logam atau senyawa organik yang berlebihan. Salah satu adsorben yang sering digunakan dalam proses adsorpsi adalah karbon aktif. Karbon aktif dipilih karena memiliki permukaan yang luas, kemampuan adsorpsi yang besar, mudah diaplikasikan, dan biaya yang diperlukan relatif murah.

Saat ini, bahan baku arang aktif umumnya berasal dari tempurung kelapa, dan pelepah kelapa. Untuk itu perlu dicarikan bahan baku alternatif lain yaitu polong dari akasia. Pada dasarnya karbon aktif dapat dibuat dari bahan organik dan anorganik yang mengandung karbon. Polong akasia termasuk limbah organik yang mengandung karbon dan selama ini polong akasia belum dimanfaatkan secara maksimal sehingga menjadi sampah yang akan menumpuk. Polong akasia dapat dijadikan karbon aktif karena polong akasia memiliki kandungan selulosa dan lignin yang berpengaruh dalam kinerja karbon aktif yaitu adsorpsi. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dibuat karbon aktif dari polong akasia, yang nantinya akan digunakan pada proses adsorpsi ion Cr(VI).

2. Metode Penelitian

Alat-alat yang digunakan yaitu gelas kimia, crucible, desikator, alat titrasi, drum tempat karbonisasi, batang pengaduk, oven, *shaker*, erlenmeyer, gelas ukur,

timbangan digital, pipet tetes, ayakan, *furnace*, unit UV-Vis dan unit AAS.

Bahan-bahan yang digunakan yaitu Na_2CO_3 , *metilen blue*, $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, dan aquades.

Prosedur penelitian dibagi menjadi 4 tahap yaitu Tahap 1: Persiapan Bahan Baku. Tahap 2: Karbonisasi. Tahap 3: *Screening*. Tahap 4: Aktifasi. Tahap 5: Karakterisasi dan tahap 6: Uji daya jerap karbon aktif terhadap Cr(VI)

Tahap 1: Persiapan Bahan Baku

Polong akasia dijemur dibawah sinar matahari sampai kering untuk mengurangi kadar air yang terkandung dalam tempurung kelapa.

Tahap 2: Karbonisasi

Polong akasia yang telah kering kemudian dikarbonisasi dengan cara dimasukkan kedalam drum karbonisasi, dan dinyalakan api didalam drum tersebut kemudian ditutup dan dijaga agar tidak ada udara yang masuk selama proses pembakaran agar polong akasia tidak terbakar menjadi abu.

Tahap 3: *Screening*

Arang/karbon yang didapat dari proses karbonisasi diayak dengan ukuran 100 mesh.

Tahap 4: Aktivasi

Karbon yang telah didapat diaktivasi dengan menggunakan proses fisika dan kimia secara terpisah. Pada proses aktivasi fisika karbon diaktivasi menggunakan suhu 200, 300, dan 400°C dengan menggunakan *furnace*. Sedangkan untuk aktivasi karbon secara kimia menggunakan zat Na_2CO_3 sebagai aktivator, dengan cara merendam sejumlah karbon didalam larutan Na_2CO_3 (6,7,8 %) selama 24 jam (Risfiandi, 2015).

Tahap 5: Karakterisasi

Karakterisasi karbon aktif yang akan dilakukan yaitu kadar abu, kadar air, densitas, daya jerap terhadap *metilen blue*. Karakterisasi dilakukan terhadap masing-

masing karbon aktif baik yang diaktivasi secara fisika maupun secara kimia

Tahap 6: Penentuan Daya Jerap

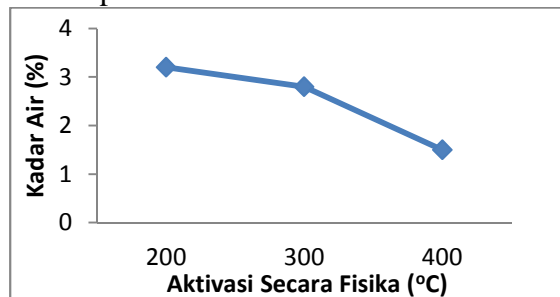
Disiapkan larutan Cr(VI) 4 ppm. Larutan Cr(VI) 4 ppm sebanyak 100 ml dimasukkan ke dalam Erlenmeyer, dan ditambahkan 1gr karbon aktif. Campuran ini diaduk dengan menggunakan shaker dengan kecepatan 300 rpm selama 3 jam. Setelah selesai dilakukan pemisahan karbon aktif dengan filtrat, kemudian ditentukan kadar ion Cr(VI) pada filtrat dengan AAS.

3. Hasil dan pembahasan

Pada penelitian ini polong akasia diolah menjadi arang/karbon. Karbon tersebut diaktivasi secara fisika dengan variasi suhu aktivasi 200°C, 300°C dan 400°C. Setelah karbon diaktivasi, kemudian diuji karakteristik karbon aktif yaitu kadar air, kadar abu, dan daya jerap karbon aktif terhadap *metilen blue*.

3.1 Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Karakteristik Karbon Aktif

Hubungan variasi suhu aktivasi terhadap kadar air pada karbon aktif dapat dilihat pada Gambar 3.1

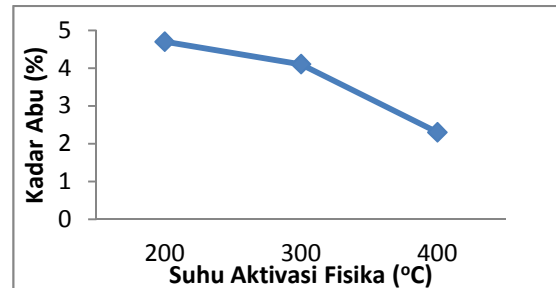


Gambar 3.1 Kurva Hubungan Perlakuan Variasi Suhu Aktivasi terhadap Kadar Air pada Karbon Aktif

Berdasarkan Gambar 3.1 dapat dilihat bahwa karbon yang diaktivasi pada suhu 200°C memiliki kadar air tertinggi (3,2%) dibandingkan pada suhu aktivasi lainnya, sedangkan karbon yang diaktivasi pada suhu 400°C memiliki kadar air terendah yaitu 1,5%. Dapat dikatakan bahwa semakin tinggi suhu aktivasi maka semakin rendah kadar air yang terdapat pada karbon aktif. Pada kondisi suhu aktivasi tertinggi, molekul H₂O yang terikat dan terdapat pada karbon aktif

mengalami perubahan fasa menjadi gas dan semakin banyak yang akan menguap seiring meningkatnya suhu aktivasi.

Hubungan perlakuan variasi suhu aktivasi terhadap kadar abu pada karbon yang diaktivasi dapat dilihat pada Gambar 3.2

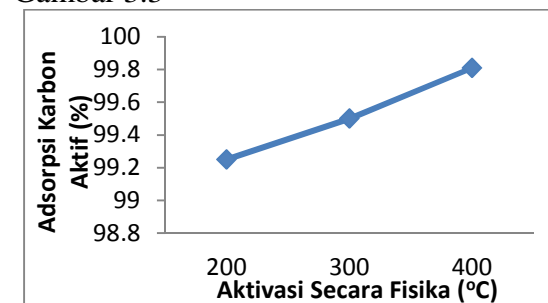


Gambar 3.2 Kurva Hubungan Perlakuan Variasi Suhu Aktivasi terhadap Kadar Abu pada Karbon Aktif

Kadar abu pada karbon aktif merupakan sisa mineral yang tertinggal ketika proses karbonisasi yaitu mineral-mineral seperti kalium, magnesium, kalsium (Rahmawati, 2013).

Pada Gambar 3.2 dapat dilihat karbon aktif yang memiliki kadar abu yang paling rendah adalah karbon yang telah diaktivasi pada suhu 400°C yaitu sebesar 2,3 %. Semakin tinggi suhu aktivasi maka kadar abu akan semakin rendah. Hal tersebut dikarenakan selama proses aktivasi, zat pengotor yang terperangkap didalam pori-pori karbon semakin banyak teruapkan seiring dengan meningkatnya suhu aktivasi.

Hubungan perlakuan variasi suhu aktivasi terhadap daya adsorpsi karbon aktif pada *metilen blue* dapat dilihat pada Gambar 3.3

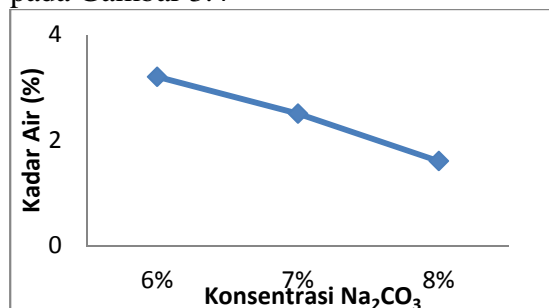


Gambar 3.3 Kurva Hubungan Perlakuan Variasi Suhu Aktivasi terhadap Daya Adsorpsi Karbon Aktif pada *Metilen Blue*

Pada Gambar 3.3 dapat dilihat bahwa karbon aktif yang diproduksi dapat menyerap *metilen blue*. Daya adsorpsi karbon aktif terhadap metilen blue yang paling maksimal adalah karbon yang diaktivasi pada suhu 400°C yaitu sebesar 99,81%. Dimana pada suhu aktivasi 400°C pori-pori karbon sudah tidak banyak tertutupi oleh zat pengotor. Hal tersebut dapat terjadi, karena semakin rendah kadar air dan abu didalam suatu karbon aktif, maka pori-pori dari karbon aktif semakin terbuka (Fauziah, 2009).

3.2 Pengaruh Konsentrasi Na_2CO_3 terhadap Karakteristik Karbon

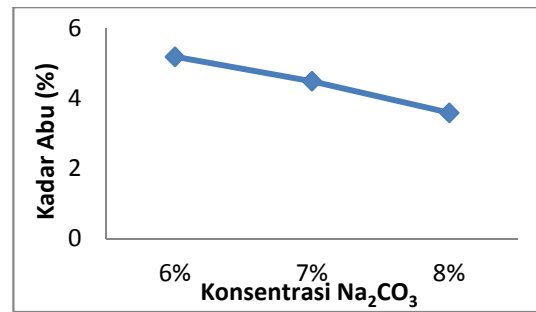
Pada penelitian ini, karbon yang dihasilkan selain diaktivasi secara fisika, karbon tersebut juga diaktivasi secara kimia dengan menggunakan aktivator Na_2CO_3 dan juga diuji karakteristik karbon yaitu kadar air, kadar abu, dan daya adsorpsi karbon aktif terhadap *metilen blue*. Hubungan perlakuan variasi konsentrasi aktivator Na_2CO_3 terhadap kadar air pada karbon aktif dapat dilihat pada Gambar 3.4



Gambar 3.4 Kurva Hubungan Perlakuan Variasi Konsentrasi Aktivator Na_2CO_3 terhadap Kadar Air pada Karbon Aktif

Pada Gambar 3.4 dapat dilihat kadar air yang paling tinggi ialah karbon yang telah diaktivasi secara kimia dengan menggunakan konsentrasi Na_2CO_3 6%. Dimana pada konsentrasi Na_2CO_3 6%, kandungan air yang terdapat pada karbon tidak banyak yang terikat oleh zat aktivator.

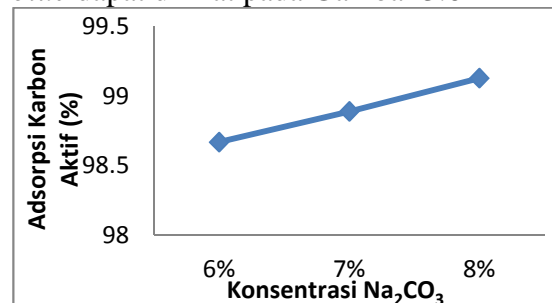
Hubungan perlakuan variasi konsentrasi aktivator Na_2CO_3 terhadap kadar abu pada karbon aktif dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Kurva Hubungan Perlakuan Variasi Konsentrasi Aktivator Na_2CO_3 Terhadap Kadar Air pada Karbon Aktif

Pengujian kadar abu bertujuan untuk mengetahui kandungan zat pengotor berupa oksida dalam karbon aktif yang dapat mempengaruhi daya jerapnya. Pada Gambar 3.5 dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi zat aktivator yang digunakan, maka kadar abu yang terdapat pada karbon aktif semakin menurun. Hal tersebut dikarenakan oksida logam yang terdapat pada pori-pori karbon posisinya digantikan oleh zat aktivator Na_2CO_3 .

Hubungan perlakuan variasi konsentrasi zat aktivator Na_2CO_3 terhadap daya adsorpsi karbon aktif pada *metilen blue* dapat dilihat pada Gambar 3.6



Gambar 3.6 Kurva Hubungan Perlakuan Variasi Konsentrasi Aktivator Na_2CO_3 Terhadap Daya Adsorpsi Karbon Aktif Pada *Metilen Blue*

Pada Gambar 3.6 dapat dilihat bahwa karbon yang diaktivasi secara kimia dapat menyerap zat berwarna. Daya adsorpsi karbon aktif terhadap *metilen blue* yang paling maksimal dimiliki oleh karbon yang diaktivasi dengan menggunakan konsentrasi aktivator 8%.

3.3 Hasil Analisa Luas Permukaan Karbon Aktif

Pada penelitian ini dilakukan pengujian luas permukaan pada karbon sebelum dan setelah diaktivasi. Adapun karbon aktif yang dianalisis luas permukaannya adalah karbon yang telah diaktivasi secara kimia dengan konsentrasi Na_2CO_3 8% dan karbon yang diaktivasi secara fisika pada suhu 400°C . Hasil analisa luas permukaan karbon aktif dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Hasil analisa luas permukaan karbon

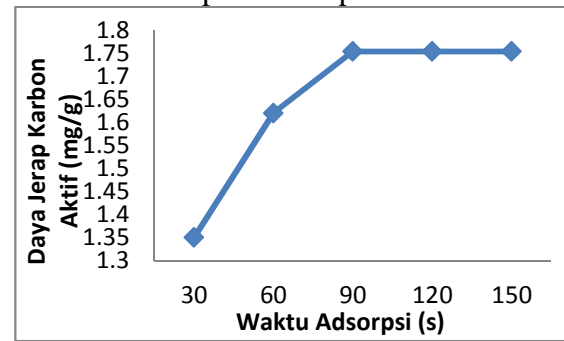
| No. | Sampel | Luas Permukaan (m^2/gr) |
|-----|--------------------------------------|---|
| 1. | Sebelum Aktivasi | 37,6549 |
| 2. | Aktivasi Kimia 8% | 172,148 |
| 3. | Aktivasi fisika 400 $^\circ\text{C}$ | 219,442 |

Pada Tabel 3.1 dapat dilihat bahwa proses aktivasi dapat meningkatkan luas permukaan karbon, aktivasi karbon secara fisika maupun secara kimia. Karbon yang telah diaktivasi secara fisika pada suhu 400°C memiliki luas permukaan yang paling besar yaitu 219,442 m^2/gr dibandingkan dengan karbon yang telah diaktivasi secara kimia. Hal ini menunjukkan bahwa proses aktivasi karbon secara kimia kurang efektif dibandingkan dengan proses aktivasi karbon secara fisika, mungkin dikarenakan pemakaian bahan kimia sebagai aktivator dapat meninggalkan sisa-sisa yang tidak diinginkan, misalnya oksida yang tidak larut dalam air pada waktu pencucian (Pari dkk, 2004).

3.4 Penentuan Waktu Kesetimbangan

Waktu kesetimbangan adsorpsi merupakan waktu dimana daya adsorpsi karbon aktif sebanding dengan daya desorpsinya atau tidak terjadi lagi proses adsorpsi. Hal tersebut ditunjukkan dari tidak terjadinya lagi perubahan konsentrasi dalam larutan terhadap penambahan waktu pengontakan. Penentuan waktu kesetimbangan adsorpsi ion Cr(VI) pada

karbon yang diaktivasi secara fisika pada suhu 400°C dapat dilihat pada Gambar 3.7



Gambar 3.7 Kurva Penentuan Waktu Kesetimbangan Adsorpsi Ion Cr(VI) Oleh Karbon Aktif

Pada Gambar 3.7 dapat dilihat bahwa waktu kesetimbangan adsorpsi ion Cr(VI) oleh karbon aktif terjadi pada waktu 90 menit, dimana daya adsorpsi karbon aktif terhadap ion Cr(VI) pada waktu 90 menit sampai dengan 150 menit tidak lagi berubah (konstan). Berdasarkan hal ini dapat dikatakan waktu kesetimbangan adsorpsi ion Cr(VI) oleh karbon aktif terjadi pada waktu 90 menit.

3.5 Hasil Penentuan Adsorpsi Ion Cr(VI) pada Karbon Aktif

Hasil penentuan adsorpsi ion Cr(VI) pada karbon yang diaktivasi baik secara fisika maupun kimia dapat dilihat pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Hasil Penentuan Daya Jerap Karbon Aktif pada Ion Cr(VI)

| Aktivasi | Variabel | Konsentrasi Cr(VI) Mula-Mula (mg/L) | Cr(VI) setelah adsorpsi (mg/L) | Adsorpsi (%) |
|----------|----------------------|--|---|--------------|
| Fisika | 200 $^\circ\text{C}$ | 4 | 0,554 | 86,15 |
| | 300 $^\circ\text{C}$ | 4 | 0,518 | 87,05 |
| | 400 $^\circ\text{C}$ | 4 | 0,491 | 87,72 |
| Kimia | 6% | 4 | 0,714 | 82,15 |
| | 7% | 4 | 0,694 | 82,65 |
| | 8% | 4 | 0,682 | 82,95 |

Pada Tabel 3.2 dapat diketahui bahwa karbon yang diaktivasi secara fisika dan secara kimia dapat menyerap ion Cr(VI) . Karbon yang diaktivasi secara fisika pada suhu 400°C mempunyai daya jerap yang paling maksimal yaitu 87,72%. Hal tersebut dikarenakan luas permukannya paling maksimal, sehingga

kontak antara ion Cr(VI) dengan adsorben (karbon aktif) paling tinggi dibandingkan karbon aktif lainnya. Semakin tinggi luas permukaan yang dimiliki oleh suatu karbon aktif, maka semakin tinggi pula kemampuannya untuk mengadsorpsi adsorbat.

Kualitas karbon yang diaktivasi secara fisika lebih baik dibandingkan dengan karbon yang diaktivasi secara kimia (Latifan dkk, 2012). Hal tersebut dikarenakan pada proses aktivasi secara fisika menggunakan metode *hidrothermal* sehingga terjadi pemutusan rantai karbon yang masih tersisa dan sekaligus zat pengotor yang masih ada juga ikut teruapkan, sedangkan pemakaian bahan kimia sebagai aktivator dapat meninggalkan sisa-sisa yang tidak diinginkan, misalnya oksida yang tidak larut dalam air pada waktu pencucian (Pari dkk, 2004).

4. Kesimpulan

Konsentrasi aktivator tidak terlalu berpengaruh terhadap hasil daya jerap karbon aktif terhadap logam Cr, dimana pada konsentrasi aktivator 6%, 7%, dan 8% memiliki daya jerap terhadap logam Cr(VI) sebesar 82,15%, 82,65%, dan 82,95%.

Karbon yang diaktivasi secara fisika pada suhu 400 °C merupakan karbon aktif yang memiliki daya jerap terhadap logam Cr(VI) yang paling maksimal yang memiliki kadar air sebesar 1,5%, kadar abu 2,3%, daya jerap metilen blue 99,81% dan daya adsorpsi terhadap ion Cr(VI) sebesar 87,72%

Daftar Pustaka

- Fauziah, N. 2009. Pembuatan Arang Aktif Secara Langsung dari Kulit Acacia mangium Wild dengan Aktivasi Fisika dan Aplikasinya sebagai Adsorben. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Latifan, R., Susanti, D. 2012. Aplikasi Karbon Aktif dari Tempurung Kluwak (Pangium Edule) dengan Variasi Temperatur Karbonisasi dan Aktivasi Fisika sebagai EDLC. *Teknik Material dan Metalurgi*, 1(1): 1 – 6.
- Palar, H. 2008. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta
- Pari, G., Sofyan, K. Syafii, W. dan Buchari. 2004. Pengaruh Lama Aktivasi Terhadap Struktur dan Mutu Arang Aktif Serbuk Gergaji Jati (Tectonagrandis L.F). *Jurnal Teknologi Hasil Hutan*. 17(1): 33-44.
- Rahmawati. E., dan Yuanita. L. 2013. Adsorpsi Pb²⁺ Oleh Arang Aktif Sabut Siwalan (*Borassus Flabellifer*). *UNESA Journal Of Chemistry*. 2(3): 82-87.
- Risfiandi, F. 2015. Penentuan Daya Jerap Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa Terhadap Ion Cr(VI). *Skripsi*. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Tejokusumo, B. 2007. Limbah Cair Industri Serta Dampaknya Terhadap Kualitas Air Tanah Dangkal Di Desa Gumpang Kecamatan Kartasura. *Skripsi*. Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret. Surakarta